



Uppsala  
Senioruniversitet

# Jorden vi ärvde – vad gör vi med den?

Mark – vatten – mat – miljö

Rapport nr 20

© Uppsala Senioruniversitet och författarna  
Redaktionskommitté: Birgitta Johansson, Lena Jonsell, Lennart Prage och  
Gunilla Öbrink  
Grafisk form: Anders Källström  
Omslagsfoto: Mats Wilhelm  
Tryck: Wikströms Tryckeri AB  
Uppsala 2016

ISSN 1650–7207



Uppsala  
Senioruniversitet

# **Jorden vi ärvde – vad gör vi med den?**

**Mark – vatten – mat – miljö**

**Rapport nr 20**

## Innehåll

Förord	3
Tankar bakom serien Marken – maten – miljön <i>Kristina Glimelius och Lars Ohlander</i>	4
Åkermarken en del av landskapet – att värna om ekosystemtjänster <i>Jan Bengtsson</i>	7
Hur använder vi jordens markresurs? <i>Ingrid Öborn</i>	25
Växtodling – ett kunskapskrävande uppdrag <i>Göran Bergkvist</i>	32
Kampen om marken hårdnar <i>Rune Andersson</i>	37
Så kan åkermarken fånga mer koldioxid <i>Thomas Kätterer</i>	43
Bortom debatten om genetisk modifiering Referat av en föreläsning av <i>Torbjörn Fagerström</i> (av <i>Lennart Prage</i> )	47
Lantbruket en viktig del av samhället <i>Erik Westholm</i>	53
Den ohållbara vattenanalfabetismen <i>Malin Falkenmark</i>	59
Vatten – tillgång och efterfrågan <i>Eva Willén</i>	63
Summary	71

## Förord

Naturreсурser och hållbar utveckling är återkommande teman i föreläsningar och studiecirkel inom Uppsala Senioruniversitet. Den här rapporten, nr 20 i Senioruniversitetets rapportserie, utgår till stor del från föreläsningsserien Marken – maten – miljön, som gavs hösten 2015 under ledning av Lars Ohlander och Kristina Glimelius. Samtliga föreläsare i serien har bidragit med artiklar till rapporten.

Utöver seriens föredrag innehåller rapporten också två texter om vatten. Den ena är skriven av Eva Willén som har hållit flera studiecirkel om vatten. Den andra är en repris av en artikel av Malin Falkenmark i jubileumsrapporten 2014: Den ohållbara vattenanalfabetismen. I rapporten finns också ett referat av en tisdagsföreläsning som Torbjörn Fagerström höll våren 2016: Bortom debatten om genetisk modifiering.

Rapporten är framtagen av Gunilla Öbrink, Birgitta Johansson, Lena Jonsell och Lennart Prage i Senioruniversitetets rapportgrupp. Ett varmt tack till dem som har bidragit med sina texter till en intressant skrift och till rapportgruppen!

*Britt-Louise Gunnarsson*  
*Ordförande i Uppsala Senioruniversitet*



---

## Tankar bakom serien Marken – maten – miljön

*Professor emerita  
Kristina Glimelius och  
docent Lars Ohlander  
var ansvariga för  
Uppsala Senior-  
universitetets  
föreläsningsserie  
Marken – maten –  
miljön hösten 2015.*

*Kristina Glimelius och Lars Ohlander*

**Varför ordna en föreläsningsserie om marken, maten och miljön? För det finns det många goda skäl! Det är på marken vi lever. Det är från marken vi får ”kläder, föda, hus och hem och allt vad vi till livets uppehälle behöver”, för att citera Martin Luther.**

Marken och hur den vårdas är helt avgörande för människans och våra kulturers överlevnad. Nästan all vår mat produceras direkt och indirekt på marken. Material för våra kläder kommer delvis från marken. Från skogsmarken får vi virke för att bygga våra hem, för att värma dem, möblera dem med mera. Vi får råvara för att tillverka papper och papp. Kort sagt använder vi markens produkter dagligen från morgon till natt. Markens betydelse för oss alla kan alltså inte överskattas och borde vara av intresse.

### **Hot och möjligheter med jordbruket**

Vårt hem i universum, planeten Jorden, är till 71 procent täckt av vatten, resterande 29 procent är

land. Av landarealen använder vi 12 procent för jordbrukets växtodling, 28 procent är ängs- och betesmark, 31 procent är skog och 0,5 procent är urban mark. Resten är fjäll och istäckt mark.

Av det vi äter kommer över 95 procent från jordbruket. Jordbruket som är själva basen för vår civilisation började för cirka 10 000 år sedan. Det gjorde det möjligt att producera ett överskott av mat, vilket i sin tur kunde frigöra en allt större del av befolkningen att syssla med annat, till exempel religion, filosofi, förkovring, umgänge med mera. Tyvärr ökade också möjligheterna att föra krig.

Jordbrukets överskott och produktion av sådant som kunde transporteras och lagras,





framför allt spannmål, gjorde större fasta bosättningar och städer möjliga. Jordbruket medförde stora förändringar i landskapet, och på många platser gick detta för långt så att själva grunden för just jordbruk hotades. Man kan hävda att miljöförstöringen började med eller i varje fall intensifierades av jordbruket.

### **Framtidens matförsörjning – en utmaning**

Att driva jordbruk innebar och innebär att de naturliga ekosystemen avlägsnas och ersätts med människostyrda system. De naturliga ekosystemen styrs enligt Darwin så att de arter av växter och djur som är bäst anpassade till miljön överlever och frodas. Mer modernt uttryckt överlever de ekosystem som ger störst effekt. Jordbruk innebär att man i stället etablerar system som producerar det vi människor vill ha, till exempel vete och potatis. Alla andra arter, som i och för sig kan vara bättre anpassade till miljön, blir i jordbruks-ekosystemet till skada och kallas ogräs och skadegörare.

Jordbrukssystemen måste i det långa loppet vara ekonomiskt bärkraftiga och ekologiskt uthålliga. Man måste utforma systemen så att de på bästa sätt utnyttjar naturens platsgivna förutsättningar. Marken som ju är själva grunden måste bevaras. Det är grundläggande att använda sig av naturen och utnyttja dess möjligheter på ett uthålligt och hållbart sätt. Detta måste vara

den ledstjärna vi utvecklar jordbruket efter med tanke på den befolkningstillväxt vi ser framför oss inom den närmaste tiden. Vi är i dag cirka 7,3 miljarder människor och förväntas bli cirka 10 miljarder år 2050. Enligt experternas beräkningar behöver vi producera ungefär 70 procent mer mat än vad vi gör i dag för att ingen ska svälta i mitten av 2000-talet. Hur kan vi åstadkomma detta när i princip all mark används i dag? En utmaning som det finns all anledning att fundera över!

### **Seriens avgränsning**

I diskussionerna om en serie om marken och markanvändningen konstaterade vi att det blev i mesta laget om vi skulle ta med alla aspekter. Därför inskränkte vi oss till jordbrukets markanvändning och dess betydelse för mat och miljö.

En central del som inte fick plats i föreläsningsserien var vattnets betydelse – inget vatten ingen växtlighet. Några artiklar om detta har därför tagits med i den här rapporten.

Och så var det en händelse som ser ut som en tanke att FN hade utsett år 2015 till jordmånsåret. Detta för att understryka att livsmedelsproduktionen fram till år 2050 behöver ökas med 70 procent.

Foto: Mats Wilhelm







Foto: Mats Wilhelm



---

# Åkermarken en del av landskapet – att värna om ekosystemtjänster

Jan Bengtsson

Jordbruksproduktion bygger på ekologiska processer och hur människan kunnat anpassa och omforma dem till sin nytta, på naturresurser och hur man har förvaltats dessa. I dag kallas detta naturens arbete med ett ekologiskt-ekonomistiskt språkbruk för ekosystemtjänster. Artikeln belyser hur ekosystemtjänster, eller snarare ekologiska processer, lägger grunden till produktion av mat och andra varor från landskapet och till samhällets och människors välfärd, och vad detta kan få för konsekvenser för hur vi ser på marken som resurs.

Vägen går från skogsbygd till slättbygd. Den slingrar uppe på liden mellan gårdarna, inte ett knivsår som nya vägar, utan ett mjukt band som binder samman. Renfana och blåklocka längs vägkanten, ängsmarker och vallar för boskapen. Stenbroar, gamla kvarnar som kort lever upp under sommarens semestertider, en rödmålad bygdegård. Och skogen som alltid är närvarande, som alltid har stöttat jordbruket, från utmarksbete och vinterved till bufferten att ta till när taket behöver läggas om eller något nytt behöver köpas. Skogen som är organiskt sammankopplad med jordbruket – de är inga näringar var för sig utan har alltid varit tillsammans. Tills nu.

Och sedan, nästan som ett trollslag, slätten. Man kan se långt. Spannmålsåkrar, silos, vindkraftverk. Sedan länge Sveriges kornbod. Men var är djuren? Jag vet ju att drygt hälften av den spannmål som odlas i Sverige blir djurfoder, men här syns djuren knappast längre – bara som artistbilder i mjölkreklamen. Hög produktion är det emellertid, jag är i ett landskap sedan länge utformat för jordbruksproduktion. Från 1800-talets

missväxtår och de stora krigen på 1900-talet till strukturrationaliseringarna under det sena 1900-talet har jordbruksproduktionen ökat dramatiskt, kanske femfaldigt. Detta har skett tack vare böndernas påhittighet och skicklighet, tekniska och vetenskapliga framsteg, och insatsvaror – fossil energi, näringsämnen som kväve och fosfor, bekämpningsmedel. Användningen av insatsvaror har på senare tid fått allt större betydelse och har möjliggjort dagens extrema specialisering och storskalighet, men har samtidigt negativa effekter på miljön, till exempel övergödning av Östersjön och minskad biologisk mångfald.

Men inte bara detta. Tvärtom! Ökningen av produktionen i jordbruket har faktiskt sin grund i naturens egna processer, och utan dem skulle tekniska framsteg och insatsvaror vara verkningslösa.

## Jordbruksmarken som resurs

Den viktigaste naturresursen för produktionen av mat och andra råvaror är marken och landskapet i sig. Det är markens bördighet i kombination med det naturgivna eller

Jan Bengtsson höll hösten 2015 en föreläsning med titeln "Åkermarken en del av landskapet – att värna om ekosystemtjänster" inom föreläsningsserien "Marken – maten – miljön". Han är professor i miljövard vid Institutionen för ekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.



Det gamla jordbrukslandskapet i Askhult i Halland.

Foto: Jan Bengtsson

av människan omformade landskapet som avgör produktionsnivåer och vad som kan produceras. Om man med insatsvaror enkelt och på avgörande sätt kunde förändra detta för flertalet av världens grödor, skulle i dag inte stora delar av de mer marginella jordbruksmarkerna vara lågproduktiva, överges eller övergå till mer extensiv skötsel. Som dagens jordbruk ser ut, så är de ekonomiska kostnaderna för de insatser som skulle krävas helt enkelt för höga. Det är därför tyngdpunkterna för Sveriges jordbruk ligger där de ligger, i Skåne, Halland, Väster- och Östergötland och Mälardalen. Och det är därför som man på de extremt bördiga lössjordarna i Mellaneuropa kan odla billigare än i Sverige. Tekniken och insatsvarorna har alltså sina begränsningar.

Sedan 1960-talet har jordbruksmarken inte setts som en viktig resurs i Sverige. Det har många orsaker. Produktionsökningar, urbanisering, globalisering, järnridåns fall och det ändrade säkerhetsläget, låga oljepriser, EU-inträdet och de ständigt minskande priserna på jordbruksprodukter har säkerligen alla bidragit till att jordbruket setts som något som ger ett mycket litet bidrag till den växande ekonomin. Av Sveriges BNP står jordbruket bara för omkring en halv procent, och det så omhuldade

skogsbruket bara drygt en procent, så produktionssystemen som är beroende av marken kan från kortsiktig ekonomisk synvinkel te sig ointressanta.

Varför bry sig om den svenska jordbruksmarken när den kan exploateras för urbaniseringens behov av bostäder? När man ändå kan köpa mat på stormarknaden? När grönsakerna kan produceras billigare och året om i Sydeuropa av oorganiserad arbetskraft och mer eller mindre illegala invandrare från utanför Europa, och sedan transporteras med fossildrivna lastbilar till Skandinavien? Denna oftast osynliga exporterade markanvändning till områden utanför landets gränser har gjort oss, såväl mentalt som i praktiken, beroende av en omvärld där vi sätter tillit till att produktion och transportströmmar kommer att fungera både nu och i framtiden.

Sverige är till hälften beroende av mat producerad utanför landets gränser. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, har uppmärksammat att det i en krissituation kanske bara tar en dryg vecka innan maten i affärerna tar slut. Det finns inga beredskapslager av vare sig drivmedel eller mat. Till skillnad från till exempel Finland saknar Sverige en livsmedelsstrategi. För sju år sedan hörde jag Marit Paulsen – en av de få svenska



politiker som alltid varit genuint intresserad av jordbruksfrågor – fastslå att det helt enkelt inte finns några svenska politiker som är intresserade av jordbruksfrågor. Det gäller än i dag.

Det gäller trots att förutsättningarna för mat- och råvaruproduktion drastiskt håller på att förändras. Medan delar av politiken, industrin och ekonomin fortsätter som om evig tillväxt är möjlig och klimatförändringarna är något man möjligen kan nicka vänligt till och skriva under på men inte behöver bry sig om i praktisk handling, så tornar ett antal moln upp sig vid den globala framtidshorizonten. Och ganska snart kommer både jordbruks- och skogsmark i Sverige att bli globalt viktiga resurser. Nej, inte så att vi kommer att kunna försörja hela jorden, men vi kommer att behöva försörja oss själva och ett antal miljoner nya invandrare med hjälp av den svenska marken.

### **Marken och de begränsande resurserna**

Som forskare läser man ibland – men inte så ofta – artiklar som faktiskt ändrar hur man ser på världen. För mig var en sådan artikel ”The Ecological Footprint of Cities” skriven 1997 av bland andra Carl Folke. I artikeln visade författarna att befolkningen i Östersjöns

avrinningsområde behövde en yta för produktion av mat och naturresurser samt hantering och assimilering av avfall som var betydligt större än avrinningsområdet självt – detta alltför stora ekologiska fotavtryck innebär alltså att man exporterar både markanvändning och avfallshantering till andra och oftast fattigare länder. Det är i den vetenskapliga litteraturen i dag helt solklart att vår planet är fullt utnyttjad, ja faktiskt överutnyttjad eftersom det krävs mellan ett halvt och ett jordklot till för att försörja alla med dagens levnadsstandard, och över tre jordklot om alla skulle ges möjlighet att leva som vi svenskar.

Globalt är alltså marken en av flera begränsade resurser. Samtidigt som mer mat behöver produceras till en ökande världsbefolkning försvinner åkermark globalt på grund av urbanisering och annan mänsklig påverkan. I Kina beräknas till exempel tio procent av åkermarken – ofta den bördigaste – ha försvunnit på grund av städernas tillväxt och föroreningar, och även här i Sverige gör den växande befolkningen i städerna anspråk på omgivande åkermark. Markens långsiktiga bördighet är hotad när det organiska materialet försvinner från intensivt brukade åkrar och matjorden eroderas bort.



Modernt jordbrukslandskap i Halland.  
Foto: Jan Bengtsson



En igenväxande fägata i Hällesåker i Halland.  
Foto: Jan Bengtsson

### **Klimatförändringarnas påverkan**

Lägg till detta de klimatförändringar som med största sannolikhet kommer att inträffa under 2000-talet. Dessa kommer att göra nästan allt jordbruk i till exempel Mellanöstern och Nordafrika omöjligt – i varje fall om man inte lyckas överföra israelisk vattenhushållningsteknik till alla de oroliga och instabila länderna i dessa områden. Den havshöjning på en meter fram till 2100 som följer av realistiska klimatscenarier riskerar att översvämma stora låglänta jordbruksområden. Inte bara i Bangladesh eller Kina, utan även på betydligt närmare håll – Po-deltat i Italien, Nilens delta i Egypten, delar av The Wash och Norfolk i England, och längs den tyska och holländska Nordsjökusten, ja till och med Danmark och

Sydsverige. Andra odlingsområden i världen kommer i stället att drabbas av vattenbrist och försaltning.

Om inte drastiska åtgärder för att minska användningen av fossila bränslen snabbt sätts in, visar alla rimliga beräkningar att jordens medeltemperatur kommer att öka med minst två grader under detta århundrade, och med ganska stor sannolikhet betydligt mer. Den engelske klimatforskaren Kevin Anderson menar att den politiska passiviteten ökar risken att medeltemperaturen ökar med fyra grader, vilket enligt Världsbanken (2012) är en nivå som sannolikt leder till en global social och ekonomisk kollaps. Ett möjligt scenario sammanfattade Världsbanken ungefär så här: översvämmade kustnära städer; minskad jordbruksproduktion eftersom torra regioner blir torrare, våta våtare, och extremt väder och vattenbrist blir vanligare; kraftigt ökad migration till bland annat Europa; stor påverkan på ekosystemen och stora förluster av biologisk mångfald.

Klimatförändringarna beror ju i huvudsak på den stora ökningen av användningen av fossila bränslen sedan 1800-talets mitt, men också på markanvändningsförändringar som avskogning och uppodling. Även om förnybar energi kan tänkas ersätta en del av dagens fossila energi, så kommer speciellt vi i de rika länderna att behöva minska vår energianvändning drastiskt inom vår livstid. Energi kommer att bli begränsande, antingen direkt eller indirekt eftersom förnybar energi är beroende av ett antal mineraler som är sällsynta och där de stora tillgångarna ofta finns i Kina eller konfliktområden som Kongo. Och om det inte blir energibrist så kommer de näringsämnen som det högintensiva jordbruket är



beroende av att bli bristvaror – fosfor av hög kvalitet utan tungmetall-föroreningar, olika mikronäringsämnen, etc.

Det finns de som menar att detta inte är något problem – tekniken och människans påhittighet och uppfinningsrikedom kommer att lösa problemen och frigöra mänskligheten från de begränsningar som naturresurserna lägger på ”utvecklingen”. Ett tekniskt-ekonomiskt synsätt som bygger på en idé om ständigt ökad tillväxt och välstånd (som dessutom förväntas komma alla människor till del). En idé som är en frukt av industrialismen och den fossila energianvändning vars problem vi nu globalt konfronteras med. Man tänker sig att de globala problem som skapats löses med mer av samma vara. All historisk empiri visar emellertid att effektivitetsvinster i till exempel energianvändningen motverkas av en ökad användning, i detta fall av energi – välkänt inom ekonomin som Jevons paradox. Det som kan motverka detta är starka globala politiska begränsningar av resursanvändningen, vilket inte ter sig som speciellt sannolikt för närvarande.

Som jag ser det lever många politiker, ekonomer och tekniker/naturvetare i en Harry Potter-värld där tron på fortsatt ekonomisk tillväxt och teknisk utveckling ersätter realism och vetenskaplig analys. Att välja att tro på teknik som lösningen på de globala resurs- och fördelningsproblemen är att sätta sin tillit och sitt hopp till ekonomismens illusionstrick och teknikens trollspön. Då kan vi utan att upppoffra oss fortsätta att köra våra bilar, flyga på weekendresor, äta våra biffar och få frukt och grönt levererat året om, när vi i stället borde fundera på hur vi faktiskt på ett hållbart och rättvist sätt ska utnyttja de begränsade resurserna på den enda planet vi har att leva på. Frågor kring markens och landskapets användning, ekosystemens produktionsförmåga och den biologiska mångfaldens roll, samt rättvis fördelning, borde vara i fokus för politiken, snarare än den tillväxt som snarast ökar orättvisorna i världen och överlåter åt kommande generationer att lösa hållbarhetsfrågorna med ett sämre utgångsläge än i dag.



Mellanbygd och skogsbygd i Lindomedalen i Halland.  
Foto: Jan Bengtsson

Gullviva, mandelblom,  
Adam och Eva –  
hagmarkens mångfald  
på Bondskäret,  
Ängskär i Norduppland.  
Foto: Jan Bengtsson



### Från Linné till konventionen om biologisk mångfald

Insikten att människans produktions-system är beroende av naturen och processer i ekosystemen är inget nytt. I alla tider, speciellt när naturresurser som skog eller jordbruksmark blivit eller i alla fall upplevts som begränsande, har intresset för att inventera och förstå naturens bidrag till samhällets välbefinnande ökat. Ett svenskt exempel är först och främst Carl von Linné, vars resor till bland annat Lappland och öarna i Östersjön inte gjordes enbart för hans höga nöjes skull, utan på uppdrag av kungen och statsmakten för att inventera resurser och förstå hur de skulle kunna utnyttjas bättre. I Ölands- och Gotlandsresan beskriver han öarnas ekonomi och naturalhistoria: "Ekonomiska anmärkningar har jag på denna resan mer sorgfälligt hopsamlat. Inbyggarnas seder, kläder, husbyggnad, deras åker och sädesskötsel, deras äng och skogar, tjärubränneri, kolmilor, golvstens- och sandstensbrott beskrivit och här och där som kortast

anmärkt, varuti ett och annat kunde förbättras." I den klassiska ekonomin var Land – alltså tillgången till mark och dess bördighet – tillsammans med Arbete och Kapital de tre pelare som ett lands välbefinnande berodde på.

Därefter inträffar industrialismen, först i Storbritannien och sedan i Europa och USA, och på något mystiskt sätt försvinner Land och därmed naturen ur ekonomernas tänkande. Med den ekologiske ekonomen Eric Gomez-Baggethunds ord fick vi med den neo-klassiska ekonomins intåg "en ekonomi frikopplad från naturen". Denna ekonomi, som ekonomen Richard Norgaard beskriver som en fossil-driven, tillväxtfundamentalistisk och närmast religiös ekonomism, dominerar dagens ekonomiska tänkande och hur naturen hanteras, även om det är en syn som börjat ifrågasättas av ekonomer intresserade av hållbarhetsfrågor.

Med miljöfrågornas inträde i samhällsdebatten i början av 1960-talet blev naturen och miljön återigen





Bondskäret, Ängskär i Norduppland.  
Foto: Jan Bengtsson

uppmärksammas som något som inte kunde behandlas hur som helst som en avstjälplingsplats. Rachel Carsons bok *Tyst vår* (1962), Hans Palmstiernas *Plundring Svält Förgiftning* (1967) och Rom-klubbens rapport *Tillväxtens gränser* (1972) är några viktiga tidiga hållpunkter. Men det fanns också ett starkt folkligt gräsrotsintresse som drev fram natur- och miljövårdens institutionalisering inom statsförvaltningen, ekologins inträde som eget ämne på universiteten och miljöpartiets inträde i politiken. I politikens mittfåra sågs dock miljö- och naturvård ofta snarast som särintressen som kunde, ja till och med borde, köras över av ekonomiska intressen när dessa befanns viktigare – en syn som den neo-klassiska ekonomins dominans underbyggde. Men miljöfrågorna löstes ju inte, de fanns där och pyrde under det glada 1980-talet. De kopplades allt mer ihop med globala rättvisefrågor, tydligast i Brundtlandrapporten om Hållbar utveckling (1987) och i Konventionen om biologisk mångfald

(1992), som tydligt lyfte fram behovet att både nyttja och bevara biologisk mångfald som långsiktiga rättvise- och fördelningsfrågor.

### **Ekosystemtjänster som planeringsverktyg**

Redan från början var dock frågan hur man ska få miljöfrågor, mångfaldsbevarande och hållbarhetsfrågor att påverka långsiktig planering och ekonomiska beslut, men nu i en globaliserad värld där ekonomismen brett ut sig på både miljöns och politikens bekostnad. Den lösning som – på gott och ont – dök upp för många ekologer och miljöintresserade under 1990-talet var att försöka tydliggöra naturens och ekosystemens bidrag till samhället och samhälls-ekonomi. Begreppet ”ekosystemtjänster”, som började användas mer allmänt runt millennieskiftet, är ett sådant försök att visa hur välfärd och ekonomi påverkas av processerna i ekosystemen, och att dessa behöver skydd och vård så att de inte minskar eller försvinner, och därmed inte

längre kan bidra till samhällets välstånd. Det har liknats vid den klassiska ekonomins Land i ny förklädning, i en tid där återigen resursbegränsningar gör sig gällande i debatten.

Ekosystemtjänster definieras oftast som "Ekosystemens direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande" (Naturvårdsverket 2014), en generell definition som dock döljer både konceptuella och empiriska problem som forskare och praktiker kämpar med för närvarande. Att det handlar om ekosystemprocesser som människan har nytta av är alla överens om, men hur detta går till, i vilket tidsperspektiv, vem som drar nyttan, vilken ekologi som ligger bakom och hur förvaltning av denna förnybara resurs ska organiseras är olösta frågor som försvårar begreppets användning i praktiken.

Poängen med ekosystemtjänstbegreppet var redan från början att synliggöra hur samhällets och människors välfärd beror av naturen och de organismer som utför de bakomliggande ekologiska processerna. Ekosystemtjänsten "biologisk kontroll av skadegörare på stråsäd" (till exempel bladlöss) utförs av insekter som jordlöpare, skalbaggar och flugor samt spindlar, och dessa understöds av ekologiska samspel i flera steg även i ett enkelt produktions-ekosystem som åkerfält. Ekosystemtjänsten "markbördighet" (i sig en ganska luddig och oklar tjänst) stöds bland annat av dagmaskar som bidrar till att luckra jorden, transportera och omsätta växtdelar i marken och frigöra näringsämnen för grödorna att ta upp. Dessa processer utförs också av mikroorganismer och många andra markdjur, inte att förglömma växternas bidrag till markprocesserna som är centralt. Att tro att alla dessa processer enkelt kan

sammanfattas i en "tjänst" som när den "identifierats" kan förvaltas hållbart är en förhoppning som kräver stora kunskaper om ekosystemen och de arter som är viktiga även i våra förenklade produktionsekosystem.

Skulle det vara enklare om det fanns några enkla indikatorer på fungerande ekosystemtjänster? Eftersom ekologiska processer utförs av många arter i samspel med varandra är det naturligt att man tidigt började se biologisk mångfald och artrikedom som indikatorer på fungerande ekosystemtjänster. Delvis beror detta på att man ofta har naturliga ekosystem med sin relativt höga biologiska mångfald som ett ideal för väl fungerande ekosystem, men frågan om och i så fall hur artrikedom påverkar ekosystemens funktioner är omdiskuterad och omstridd i dagens ekologiska forskning. Beroende på vilka system som studerats är sambandet mellan artrikedom och ekosystemtjänster allt från positivt till inget alls, och i några fall faktiskt till och med negativt.

### **Klassificering av ekosystemtjänster**

Inte ens när det gäller att klassificera ekosystemtjänster finns det en allmän konsensus bland forskare och praktiker. Den indelning som ett internationellt klassificeringsarbete (CICES) och även jag numera föredrar har tre huvudgrupper: försörjande eller direkta, upprätthållande eller indirekta, och kulturella ekosystemtjänster.

Naturvårdsverket valde i stället att bygga på den stora studien Millennium Ecosystem Assessment från 2005, och dela upp de indirekta ekosystemtjänsterna i två grupper, reglerande och understödjande ekosystemtjänster, vilka i praktiken är svåra att särskilja (tabell 1). Återigen



Kategori (CICES)	Kategori (MA)	Exempel
Direkta: Försörjande	Försörjande	Produktion av grödor eller timmer
Indirekta: Upprätthållande	Reglerande	Pollinering och biologisk kontroll
	Understödjande	Näringsämnenas kretslopp
Kulturella	Kulturella	Rekreation i naturen

Tabell 1. Klassificering av ekosystemtjänster i två olika system, CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) och MA (Millennium Ecosystem Assessment).

är ekosystemtjänstbegreppet fyllt av praktiska oklarheter som återstår att lösa för att begreppet ska bli användbart.

### Värdering av ekosystemtjänster

Eftersom ekosystemtjänstbegreppet egentligen syftar till att ge naturen en plats i det ekonomiska tänkandet, har hur man värderar ekosystemtjänster blivit en central fråga. Men värdering är inte så enkelt i praktiken, det är bara i den neo-klassiska ekonomiska teorin som det förefaller så, eftersom man där antar att de flesta värden kan återspeglas i det pris individer betalar för en vara eller tjänst, och att välfärd kan mätas med hjälp av dessa värden.

En sådan monetär värdering är dock inte okontroversiell, tvärtom, det finns ett antal riktningar både inom och utanför ekonomin som har en betydligt mer kritisk och pluralistisk inställning till värdering och värden som sådana. I den stora inventeringen av Storbritanniens ekosystemtjänster, UK National Ecosystem Assessment (UKNEA), menade man att ekonomiska analyser konsekvent undervärderar nyttor från ekosystemen, och man skilde därför på monetära värden, hälsovärden och sociala och kulturella värden från ekosystemen. Vid samma tid (2010–2012) diskuterade en grupp ekologiska ekonomer inom TEEB, The Economics of Ecosystems and Biodiversity, hur vanliga ekonomiska beräkningar konsekvent undervärderar framtida nyttor från ekosystemen, och att framtida generationer rimligtvis

kommer att värdera naturen och de fungerande ekosystemen högre än vad vi gör i dag. Detta gäller speciellt om nolltillväxt är ett möjligt scenario, vilket kan bli fallet när energi och andra naturresurser blir begränsade, som jag diskuterat ovan.

Det finns trots denna välgrundade kritik mot monetär värdering en utbredd tro på att konflikter kring markanvändning mellan till exempel exploatering och tillväxt eller miljö och mångfaldsbevarande, kan lösas med monetär värdering. Då skulle samhället med hjälp av ekosystemtjänstbegreppet kunna sätta ett rimligt pris på naturen och vad det kostar att låta den exploateras eller försvinna. Men värdering av ekosystemtjänster och ekosystemens bidrag till samhällets välfärd kan ske på många fler sätt än ekonomiska.

### Monetära beräkningsmetoder – som att singla slant

För direkta ekosystemtjänster, som produktion av mat eller timmer, finns ett marknadsvärde i dag som – åtminstone i ekonomisk teori – bör återspegla både de nyttor och de negativa effekter som samhället åsamkas av till exempel intensivt producerade jordbruksprodukter. I teorin kan dessa marknadsvärden också användas för att beräkna värdet på vissa indirekta ekosystemtjänster. En gång beräknade vi värdet av de naturliga fiender som står för den biologiska kontrollen av skadegörare såsom bladlöss, genom att utföra experiment där vi utestängde rovinsekter och spindlar från små



Storskaligt jordbruk.  
Foto: Johan Bengtsson

delar av stråsådesåkrar på ett antal gårdar i Uppland. Vi kom fram till att de naturliga fienderna var värda kring 340 kronor per hektar och år, genom att de bidrog till ökad skörd på mellan 15 och 30 procent jämfört med om de inte hade funnits. Det låter ju exakt och bra, men med lite avstånd till studien tror jag våra signifikanta resultat egentligen bara visar att värdet av de naturliga fienderna förmodligen är större än noll.

Värdet av den biologiska kontrollen beror både på variationen i hur gårdarna odlas, hur landskapet runtomkring ser ut och vilket väder det varit, men i ännu högre grad på stora fluktuationer i marknadspriserna från år till år. Liknande beräkningar kan göras för pollinering, men precisionen i dessa beräkningar av ekosystemtjänsters monetära värde kommer utan gigantiska insatser alltid att vara dåliga och därför blir siffrorna ganska oanvändbara i praktiken. Det finns en stor flora av ekonomistiska metoder för att beräkna värdet på andra ekosystemtjänster, där man på olika sätt skapar en fiktiv marknad som givet olika antaganden beräknar vad det skulle kosta om exempelvis markeko-

systemen och åsar inte producerar rent vatten, eller vad olika individer säger sig vara beredda att betala för att bevara en art eller en bit natur. Gemensamt för alla metoder att beräkna värdet av ekosystemen är att de säkerligen är nästan lika dåliga som ekonomernas förutsägelser av konjunkturen och den ekonomiska tillväxten något eller några år framöver – det vill säga ungefär lika bra som att singla slant.

### **Värderingskonflikter vid markanvändning**

Det finns alltså anledning till att i de flesta fall vara skeptisk till monetära beräkningar av ekosystemtjänsters värden. Men om man ändå, som regeringen 2013 beslutade, vill att ”betydelsen av den biologiska mångfalden och ekosystemtjänsternas värden blir allmänt kända och integreras i ekonomiska ställningstaganden och andra beslut i samhället där så är relevant och skäligt” (SOU 2013:68), vad finns det för andra sätt att integrera ekosystemtjänster och dess värden i planering och beslutsfattande?

Problemet är att alla medborgare kanske inte har samma uppfattning om hållbarhet och ekosystemtjänst-



ernas och naturens värden, speciellt relativt andra värden som att kunna bebygga jordbruksmark eller att exploatera för industriändamål. Hur ska vi egentligen använda marken när olika intressen står emot varandra, och hur ska man hantera situationer där det finns grundläggande värderingskonflikter som inte kan hanteras med en enkel avvägning av olika intressen? När det gäller ekosystemtjänster är det också ett problem att de ofta är platsbundna. En bonde som blir av med ekosystemtjänsten pollinering kan inte kompenseras med att gynna pollinatörer en mil därifrån, pollinatörerna måste ju pollinera de grödor som odlas på hans mark. En storskalig pesticidanvändning i jordbrukslandskapet som minskar pollinering eller biologisk kontroll drabbar även de bönder som försöker undvika pesticider på sin egen odlingsmark. Hur värderar man detta?

Dessa problem rörande konflikter om hur marken ska användas är goda exempel på vad man kan kalla för elakartade (engelska "wicked") problem, det vill säga problem som är svåra eller omöjliga att lösa eftersom olika intressenter har olika värderingar som påverkar vad som kan eller inte kan accepteras.

### **Värden av olika slag**

Värde är ett problematiskt begrepp i sig, vad än ekonomismen försöker inbilla oss. "Värde" är inte objektivt, det finns alltid ett subjekt som värderar, vilket betyder att någon har makt att definiera vad "värde" betyder. När UKNEA (UK National Ecosystem Assessment) väljer att definiera "värde" inte bara som ekonomiska värden från ekosystemen, utan också hälsa och sociala värden, så är det ett sätt att vrida värdebegreppet ur ekonomins tvångströja

och vidga det till de diskussioner som förs inom samhällsvetenskaperna om makten över hur vi ska se på den mångformiga värld vi lever i. Det finns dock ännu fler värden som inte heller kan värderas monetärt, till exempel kulturella värden som anknyter till jordbruksmarkens historiska och traditionella nyttjande, eller ekologiska värden som fungerande ekosystem, arters existensberättigande eller en planet att leva på.

För att beakta alla dessa värden i samhällets beslut krävs något helt annat än en ekonomisk värdering. Det behövs metoder som inkluderar olika intressenter i en demokratisk planeringsprocess, där allas värden tas på allvar och vissa grundläggande värderingar inte kan förhandlas bort. Detta gäller speciellt ekosystemtjänster och andra hållbarhetsfrågor. Om "värde" bara eller huvudsakligen avser ekonomiska värden, så kommer oundvikligen produktion av varor och direkta (försörjande) ekosystemtjänster att ges större tyngd än förvaltningen av de underliggande ekosystemprocesserna, trots att det är de senare som är grunden till produktion av till exempel mat och skogsråvaror. Då lämnas makten över diskussionen om ekosystemtjänster till dem som kan betala, det vill säga marknaden, där det inte är en person – en röst som gäller, utan en krona – en röst.

För att sammanfatta, så kan "ekosystemtjänster" tolkas på flera sätt och betydelsen skilja sig åt beroende på vilka värderingar olika intressenter har. Det kan vara ett pedagogiskt redskap för att synliggöra samhällets beroende av ekosystemen; detta är den ursprungliga ekologiska betydelsen som fokuserar på att bevara fungerande ekosystem och den underliggande biologiska

mångfalden. Men det kan också vara ett sätt att göra naturen till en vara som kan säljas och köpas. Då har begreppet annekterats av ekonomer och riskerar att bli ett redskap för den nyliberala politik där man anser att naturen förvaltas bäst genom att ges ett värde på marknaden, och där ekosystemen kan bytas ut (substitueras) mot andra varor på marknaden, till exempel teknik. Naturlig biologisk kontroll kan sålunda ersättas av pesticider, pollinering av insekter kan ersättas med handpollinering utförd av lågavlönad arbetskraft, och ingen behöver ifrågasätta om det är hållbart för det är ju ekonomiskt rationellt.

### **Ekosystemen och tekniken**

Men ... hur är det egentligen? Kan man, även om man anser att ekosystemen och planetens resurser snarare än den religiösa ekonomismens magi borde styra politiken, verkligen avfärda teknikutveckling som en del i lösningen på hållbarhetsfrågorna? Är det så klokt att byta från en blind tilltro till teknik och ekonomisk tillväxt till en nästan fundamentalistisk tro på att ekosystemen och den biologiska mångfalden löser hållbarhetsproblemen, något som jag kommer på mig själv att göra ibland. När jag försöker tänka rationellt på dessa frågor, tror jag att det är viktigt att inte se teknik och ekosystem som antingen det ena eller det andra, utan som ett system med samspel mellan människan och naturen, men där naturen – tyvärr – till syvende och sist sätter gränserna. Vi är biologiska varelser, och så länge vi finns till så är det biologin och inte tekniken som dikterar vad och vilka vi är och vad som är möjligt att göra.

Ta jordbruksekosystemen som exempel. För att möta utmaningen att försörja en global befolkning på mellan 9 och 11 miljarder år 2050, så

finns det ett antal olika vägar att gå. En del förespråkar tekniska lösningar, andra värderingsförändringar i främst den rika världen som minskar trycket på naturresurserna. Några förespråkar ett högteknologiskt intensivjordbruk och andra ekologisk odling. Och andra hamnar någonstans mitt emellan och blir därmed medialt ointressanta. Men vad är fromma förhoppningar och vad är realistiskt? Hur kan teknik – och i så fall vilken teknik – användas för att verkligen hantera de framtida resurs- och markbegränsningar som jordbruksproduktionen står inför?

Teknikförespråkare talar sig på olika sätt varma för saker som precisionsodling, genetiska ”förbättringar” av grödor och djur, perenna grödor som producerats med hjälp av modern genteknik, arealeffektiviteten av det moderna jordbruket, förbättrad fotosyntes och miljövänlig djur- och växtproduktion i slutna system. Det låter bra, men i många fall bortser man från enkla biologiska och evolutionära begränsningar och att en teknikutveckling i en värld av knapphet och resursbegränsning är något helt annat än den teknikutveckling som skett med hjälp av ett ökat användande av fossil energi och andra insatsvaror till jordbruket och samhället i stort. Ibland verkar också teknikförespråkarna okunniga om grundläggande begränsningar och fysiologiska och evolutionära avvägningar hos resursbegränsade organismer och system.

### **Osannolikt att alla vinner**

En idé som framförts är att odlandet av fleråriga (perenna) grödor kan lösa jordbrukets hållbarhetsproblem med fortsatt hög produktion – och utan plöjning. Det låter jättebra! Perenna grödor ökar det organiska





Nya grödor i Sverige, här på Flädie vingård i Skåne.  
Foto: Jan Bengtsson

materialet i marken eftersom de har betydligt större rotsystem än ettåriga växter. De binder jorden och minskar erosionen. Det är både hållbart och klimatvänligt! Och med rätt genteknik så kan (kanske) matproduktionen bibehållas – man uppnår den allavinner-situation som så ivrigt eftersträvas! Men är detta fysiologiskt och biologiskt möjligt? De ettåriga grödornas höga produktion av frön (sädskorn) och ovanjordisk biomassa grundar sig på att de inte behöver investera begränsade resurser i underjordiska övervintringsorgan – en klassisk evolutionär avvägning som kommer att vara extremt svår att bryta. Med en perenn gröda tappar man först ett års produktion (något som man i andra sammanhang ofta anklagar den ekologiska odlingens vallar för), och sedan är det oklart om man utan tillförsel av ytterligare insatsmedel som NPK-gödsel kan erhålla en skörd som ens delvis kompenserar för detta bortfall. Så den odiskutabla miljönyttan med ökad mullhalt och minskad klimat-

påverkan måste avvägas mot lägre produktion och ökad miljöbelastning av insatsmedel som konstgödsel. Vem har makten över hur man ska komma fram till den ”bästa” kompromissen – om det ens går att hitta en sådan? Jag vet inte ens vad jag själv tycker utan en ingående analys av framtida möjligheter och begränsningar.

Denna typ av avvägningar mellan olika intressen kommer också att bli viktigare att förstå och hantera allteftersom planetens begränsningar blir tydligare. För några år sedan gjorde vi en studie av sex olika ekosystemtjänster (i bred mening) som olika aktörer önskar sig från den svenska skogsmarken, med hjälp av data från riksskogstaxeringen. Det resultat som fick mest uppmärksamhet var att vi fann att artrikedomen av trädarter var positivt relaterad till alla sex ekosystemtjänsterna – från biomassaproduktion, blåbärsproduktion och viltproduktionspotential till kolinnehåll i marken och två indikatorer på biologisk mångfald som vi eftersom det är ett politiskt

mål betraktade som en kulturell ekosystemtjänst. Det var alltså ett exempel på positiva samband mellan den vanliga biologiska mångfalden och viktiga ekosystemtjänster.

Men minst lika intressant tycker vi att det var att skogsproduktion visade ett negativt samband med flera av de andra ekosystemtjänsterna, främst blåbärs- och viltproduktion, men också kanske mer förväntat död ved som är viktigt för insektsmångfalden. Resultatet antyder att det kommer att vara mycket svårt att få ”mer av allt” från ett skogsbestånd, och att andra värden än skogsproduktion kanske behöver lyftas fram eftersom de inte enkelt går att kombinera med ökad produktion. Beroende på om vi anser att jakt eller bärproduktion eller biologisk mångfald är lika viktigt som massaved kommer vi att behöva sköta skogsmarken på olika sätt. Återigen ett svårt och elakartat problem eftersom alla-vinner-situationer inte är troliga – utom kanske på landskapskala där det bör vara möjligt att planera så att olika delar av skogsmarken sköts på olika sätt för att tillgodose olika intressen i samhället.

### **Olika varianter av intensifiering**

Ökade skördar och effektivare jordbruk kommer, om vi ska lära av historiska trender, att leda till ökad resursanvändning. Att läsa om dagens jakt på rekordskördar av vete kring 15 t/ha i Europa är nästan lika fasansfullt som att läsa om idrottsdopning. Det handlar om övergödning med konstgödsel, fler maskintimmar, mer mikronäringsämnen, stråförkortningsmedel och mer svamp- och insektsgifter. I iveren att slå rekord blundar man för miljöeffekterna på mark och vatten, och för att detta odlingsystem inte kan bli möjligt i en värld med knappa resurser. Höga skördar i Europa lär inte heller lösa matprob-

lemen i många utvecklingsländer, där skördarna är låga på grund av utarmade jordar och brist på basala resurser. Ett kilo konstgödsel skulle göra betydligt mer nytta där än i det rika Europa, men detta verkar inte möjligt i en ekonomistyrd värld.

Olika varianter på intensifieringstemat där hållbarhet och global rättvisa är mer i fokus är begrepp som ”hållbar intensifiering” eller ”ekologisk intensifiering” av jordbruket. Dessa bygger på en mer realistisk tilltro till teknikens möjligheter eftersom miljökraven är i fokus. De är mer inriktade på att utveckla existerande jordbrukssystem i hållbar riktning än att hoppas på nya oprövade högteknologiska system. Man tänker sig att ökade skördar med mindre miljöpåverkan kan uppnås med minskade insatsvaror genom anpassad ny teknik och bättre jordbruksmetoder som utnyttjar och gynnar bland annat ekosystemtjänster. Samtidigt finns också en förhoppning att värderingsförändringar ska leda till minskad efterfrågan på de mest miljö- och klimatskadliga produkterna och odlingssätten, och en rättvisare global fördelning av både mat och andra resurser.

### **Förvaltning av ekosystemtjänster**

Hur stor roll kan bättre förvaltning av ekosystemtjänsterna spela för produktionen i jordbruket? Eftersom skörden av till exempel vete eller korn beror dels av naturgivna förutsättningar som markbördighet och landskapets utseende, dels av bondens arbete och insatsvaror, samt av bidraget från olika ekosystemtjänster, borde det vara intressant att undersöka den relativa betydelsen av dessa faktorer för matproduktion. Förvånansvärt nog finns det mycket få studier av detta, och därför



utnyttjade jag data från vår studie av naturliga fienders betydelse för kontrollen av bladlöss (se ovan) för att få en grov uppskattning av dessa förhållanden. Jag kom fram till att den viktigaste faktorn för skörden inte förvånande var bondens arbete och mängden insatsvaror, i vårt fall bäst illustrerat av skillnaden i skörd mellan ekologiska och konventionella gårdar, där ekologiska hade cirka 50 procent lägre skörd. Var fältet låg i landskapet och den biologiska kontrollen bidrog också till att förklara skördenivån. De förklarade ungefär 20 procent var, varav en del var samvariation som beror på att småskaliga landskap hade högre biologisk kontroll. Den biologiska kontrollen var också viktigare på ekologiska än på konventionella som kan använda bekämpningsmedel mot bladlöss när det är bladlusår. Till slut uppskattade jag möjligheterna för ekologisk intensifiering till kanske 10 procent – den skörd man skulle kunna uppnå om den biologiska kontrollen var riktigt effektiv.

Vad gör man med dessa siffror? De kan tolkas på väldigt olika sätt, och det är förstås inte bara ekosystemtjänsten biologisk kontroll som bidrar till skörden – flera markbundna tjänster är också viktiga och mättes inte i undersökningen (deras bidrag försöker vi förstå för närvarande). Att konstgödsel ökar skörden av speciellt stråsäd är ingen nyhet, men användningen av konstgödsel i lantbruket är också en av de stora hållbarhets- och miljöfrågorna. Kanske förstår vi helt enkelt för lite av jordbruksproduktionens ekologi för att utforma hållbara produktionssystem.

### **Gemensam diskussion behövs**

Ändå antyder resultaten att det finns potential att utveckla produktiva hållbara odlingsystem som minskar

mängden insatsvaror och i stället utnyttjar ekosystemtjänsterna bättre. I dessa fall kan också odlingsystemanpassad ny teknik göra skillnad, även om den inte som med ett trollspö kan lösa de globala matproduktionsproblemen.

Jordbruksekologen Ford Denison hävdar i sin bok *Darwinian Agriculture* (2012) att möjligheterna att både designa komplexa förbättringar av växter och djur och förstå dessas konsekvenser är begränsade. I stället för att sätta tilltro till nya och oprövade tekniker borde jordbruksforskarna ägna mer tid åt att lösa faktiska problem i verkliga produktionsekosystem. Som jag ser det, hamnar vi då oundvikligen i ett antal elakartade problem kring markanvändning och teknik där olika värderingar och synsätt står emot varandra, och inga enkla lösningar finns, men en gemensam diskussion behövs för att åtminstone välja bort de dåliga lösningarna.

Användande av till exempel genteknik behöver anpassas till jordbruksystemen, i stället för att låta gentekniken bestämma och begränsa hur nya jordbrukssystem ska se ut och låsa in jordbruket i ett ohållbart högintensivt jordbruk, så som till exempel herbicidresistenta grödor har gjort. Ett i grunden hållbart odlingsystem borde kunna inkludera grödor som med modern genteknik erhållit vissa önskvärda egenskaper, som passar i systemet. Exempel på sådana egenskaper kan tänkas vara torktålighet, hög vatteneffektivitet eller frostresistens, som gör det möjligt att odla i extrema miljöer. Men ingen av dessa nya egenskaper lär lösa de globala utmaningarna kring jordbruksproduktionen utan drastiskt ökad tillförsel av insatsvaror. Att sätta all tilltro till teknikutveckling förefaller mig därför både blåögt

och kontraproduktivt. Vad jordbruket behöver i dag är både värderingsförändringar som leder till minskad miljöpåverkan, och att odogmatiskt pröva och förbättra olika produktionssystem. Det kommer inte att finnas ett system eller en teknik som passar överallt, utan det behövs en pluralistisk inställning till hur vi använder marken, som inkluderar en realistisk syn på framtidens möjligheter att producera mat för jordens – och även Sveriges – befolkning.

### **Ändrade matvanor ger ändrad markanvändning**

För att hantera både klimatförändringarna och matproduktionen i framtiden kommer vi därför att behöva ändra våra matvanor och värderingar kring vad vi äter, speciellt i de rika länderna. Det är inte hållbart att det kött vi äter huvudsakligen är baserat på spannmåls- och foderproduktion på åkermark, och köttkonsumtionen behöver även av klimatskäl minska. Sådana förändringar skulle förmodligen ha positiva effekter på ett antal andra saker, bland annat bättre folkhälsa. Betesmarker med stor biologisk mångfald skulle bli basen för djurproduktionen. Det skulle leda till större variation i jordbrukslandskapet och mer permanenta biotoper, som i sin tur gynnar ekosystemtjänster som biologisk kontroll och pollinering.

En studie från Sveriges lantbruksuniversitet av Elin Röös med flera (2016) visar att sådana förändringar av markanvändningen är praktiskt möjliga, skulle minska klimatpåverkan och i Sverige gott och väl kunna försörja kanske 13 miljoner människor. Med politiska styrmedel och värderingsförändringar i samhället verkar det alltså fullt möjligt att leva mer hållbart – men det krävs förändringsvilja och demokratisk planering i

samhället, snarare än att lämna över markanvändningen och matproduktionen till den kortsiktiga marknaden och den globala ekonomismen.

### **Markanvändning är en samhällsfråga**

Som jag beskrivit finns det många olika intressen som påverkar användningen av marken. Samhället har intresse av att viktiga samhällsfunktioner inte motverkas av att vissa intressen ges för stort utrymme, och att alla markens värden beaktas i planeringen.

Men vilka intressen finns det, och vilka intressen bör i ett hållbart samhälle ges störst utrymme? Det är förstås stora frågor att lösa, och utan ett långsiktigt perspektiv och en ingående diskussion i samhället är det omöjligt. Men det är kanske ändå av intresse att försöka förstå vilka värden och intressen som kan vara i centrum för diskussioner om användningen av marken (figur 1).

Det urval av värden som visas i figuren är givetvis inte fullständigt, och i konkreta situationer kommer vissa värden att framstå som viktigare än andra. Men det finns några saker att komma ihåg: en del värden är direkta, platsbundna och kan ge omedelbar vinst till den som äger marken, till exempel erosionskontroll, ekosystemtjänster, matproduktion (så länge vi vill ha mat producerad i Sverige) men också exploatering för till exempel bostäder eller köpcentra. Andra värden är långsiktiga men av nytta för den enskilde markägaren som värdesätter hållbarhet, som markens mullhalt eller långsiktigt hållbar produktion.

Ytterligare andra värden är storskaliga samhällsintressen som markägaren inte har något direkt egenintresse av att tillgodose, som till exempel dricksvatten, minskat kväve-



läckage och övergödning som påverkar vatten långt ifrån den plats där marken används, eller växthusgasutsläpp som har global påverkan. Vissa värden som hör ihop med industri och ekonomisk tillväxt anses vara viktiga ur ett samhällsperspektiv, men kan påverka markägaren negativt. Andra samhällsvärden som biologisk mångfald eller öppna landskap är mest svåra att hantera eftersom deras värden är snarast kulturella och svårångade.

Marken är uppenbarligen en arena där många intressen både samlas och står emot varandra – ett klassiskt elakartat problemområde. Som jag hävdar i denna uppsats behövs en pluralistisk syn på dessa frågor. Markanvändning är inte en fråga som kan lösas med ett enkelt ekonomiskt synsätt, utan olika intressenter måste på ett eller annat sätt tillgodoses eftersom marken både har ett egenintresse för individuella markägare, ett samhällsintresse som grunden för produktion av mat och andra råvaror, och ett intresse för

företag som inte nödvändigtvis tillgodoser varken enskilda individers eller demokratiska samhällsintressen.

Hur dessa avvägningar ska gå till för att också tillgodose de långa hållbarhetsperspektiven och kommande generationers intressen, det kan jag dock inte svara på, men det kan uppenbarligen inte heller andra viktiga aktörer i samhället. Dessa svårångade hållbarhetsproblem kommer förhoppningsvis att vara i centrum för diskussionerna om framtidens markanvändning.

### Lycka till ...

Ett nattfly har förirrat sig in i huset, det är inte anpassat till den moderna tidens ljuskällor. När det satt sig på skafferiväggen fångar jag det försiktigt i handen, jag kan känna dess oro när jag går mot dörren. När jag är ute på trappan och öppnar min hand flyger det iväg i den varma sommarnatten. Lycka till, säger jag tyst utan att hinna tänka. Sedan kan jag inte göra mer än hoppas.

## Vilka värden kan "marken" ha för olika intressenter i samhället?



Figur 1. Ett urval värden som olika intressenter kan tänkas vilja erhålla från "marken".

### **Lästips**

Bengtsson J. 2015. Biological control as an ecosystem service: partitioning the contributions of nature and human inputs to yield. *Ecological Entomology* 40(s1): 45-55.

Denison RF. 2012. *Darwinian Agriculture*. Princeton University Press.

Folke C m.fl. 1997. Ecosystem appropriation by cities. *Ambio* 26: 167-172.

Gamfeldt L m.fl. 2013. Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species. *Nature Communications*, ncomms2328.

Gomez-Baggethun E m.fl. 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics* 60: 1209-1218.

Rockström J m.fl. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461: 472-475.

Röös E m.fl. 2016. Limiting livestock production to pasture and by-products in a search for sustainable diets. *Food Policy* 58: 1-13.

Världsbanken 2012. 4° Turn down the heat - Why a 4° warmer world must be avoided. Rapport.

Öborn I m.fl. 2013. Scenario development as a basis for formulating a research program on future agriculture. *Ambio* 42: 823-839.

Öborn I m.fl. 2011. Fem framtidsscenarios för det svenska jordbruket. *Framtidens Lantbruk*, SLU.



# Hur använder vi jordens markresurs?

## Markanvändning och matproduktion i ekvatornära områden

Ingrid Öborn

**Globalt ökar efterfrågan på livsmedel, fibrer och bränsle på grund av en växande befolkning, pågående urbanisering och höjning av levnadsstandarderna i många låg- och medelinkomstländer. Detta sätter högt tryck på våra mark- och vattenresurser, på biologisk mångfald och andra naturresurser.**

Med snabb utveckling i många tillväxtekonomier ökar marknaden för kött- och mjölkprodukter snabbt, vilket ytterligare ökar trycket på naturresurserna. Till det kommer effekterna av klimatförändringarna med större vädervariationer och förekomsten av extrema händelser som ytterligare ökar trycket på jordens tillgångar. Det är i synnerhet utsatta grupper av människor i torra områden, längs kuster och i önationer som drabbas. För att möta dessa utmaningar pågår många diskussioner och aktiviteter på internationella, regionala och nationella politiska nivåer, i den privata och offentliga sektorn, inom forskning, bland utvecklingsaktörer, i det civila samhället och icke-statliga organisationer – och inte minst bland lantbrukets olika aktörer.

Millenniemalet som sattes upp för att uppnås 2015 handlade främst om utveckling för hälsa, jämlikhet och utbildning. Hållbarhetsfrågor och klimatförändringar var inte en del av den agendan. Efter millenniemalet har nu en ny agenda för global hållbar utveckling formulerats med sikte på att uppnås 2030. Temat för denna rapport "Mark – vatten – mat – miljö" berör ett flertal av dessa globala hållbarhetsmål och visar att jordbruksforskning för utveckling är en del av ett större sammanhang.

### Globala mål för hållbar utveckling till 2030

De globala målen för hållbar utveckling och en bättre värld för alla antogs i september 2015 vid FN:s möte i New York. Där enades världens ledare om 17 globala mål för hållbar utveckling som ska uppfyllas under de kommande 15 åren, det vill säga till 2030 (Sustainable Development Goals, SDGs). De handlar om att utrota extrem fattigdom (1), att avskaffa hunger genom att uppnå tryggad livsmedelsförsörjning, en bättre kosthållning och främja ett hållbart jordbruk (2), att minska ojämlikheter och orättvisor i världen (4, 5, 10), att skydda, återställa och främja ett hållbart nyttjande av landbaserade ekosystem, hållbart bruka skogar, bekämpa ökenspridning, hejda och vrida tillbaka markförstörelsen samt hejda förlusten av biologisk mångfald (15), att lösa klimatkrisen (13), med mera. De 17 hållbarhetsmålen kombinerar sociala, ekonomiska och miljömässiga aspekter av hållbarhet som är de tre pelarna i hållbar utveckling (tabell 1).

### Markanvändningen globalt

Drygt en tredjedel av jordens landyta (38 procent) används i dag till jordbruk, varav merparten är

*Ingrid Öborn höll hösten 2015 en föreläsning med titeln "Markanvändningen globalt – markanvändning och matproduktion i ekvatornära områden" inom föreläsningsserien "Marken – maten – miljön". Hon är professor i agrara odlingssystem, Inst. för växtproduktionsökologi, Sveriges lantbruksuniversitet, och för närvarande tjänstledig för att arbeta med internationell jordbruksforskning inom ICRAF – The World Agroforestry Centre – med högkvarter i Nairobi i Kenya.*

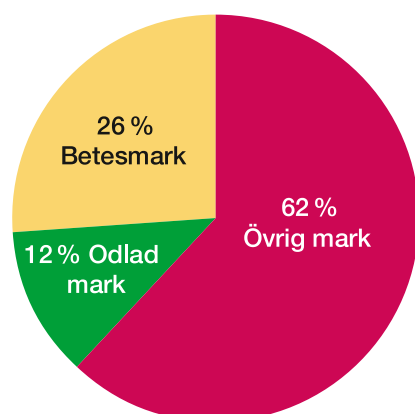
Tabell 1. Globala mål för hållbar utveckling till 2030 antagna av världens ledare i FN 2015 (se <http://www.concord.se/wp-content/uploads/globala-malen-svenska.jpg>)

- 1 Avskaffa all form av fattigdom överallt
- 2 Avskaffa hunger, uppnå tryggad livsmedelsförsörjning, uppnå en bättre kosthållning och främja ett hållbart jordbruk
- 3 Säkerställa att alla kan leva ett hälsosamt liv och verka för alla människors välbefinnande i alla åldrar
- 4 Säkerställa en inkluderande och jämlik utbildning av god kvalitet och främja livslångt lärande för alla
- 5 Uppnå jämställdhet och alla kvinnors och flickors egenmakt
- 6 Säkerställa tillgång till och hållbar vatten- och sanitetsförvaltning för alla
- 7 Säkerställa att alla har tillgång till tillförlitlig, hållbar och modern energi till en överkomlig kostnad
- 8 Verka för en inkluderande och långsiktigt hållbar ekonomisk tillväxt, full och produktiv sysselsättning med anständiga arbetsvillkor för alla
- 9 Bygga upp en motståndskraftig infrastruktur, verka för en inkluderande och hållbar industrialisering och främja innovation
- 10 Minska ojämlikheten inom och mellan länder
- 11 Städer och bosättningar ska vara inkluderande, säkra, motståndskraftiga och hållbara
- 12 Främja hållbara konsumtions- och produktionsmönster
- 13 Vidta omedelbara åtgärder för att bekämpa klimatförändringarna och dess konsekvenser
- 14 Bevara och nyttja haven och de marina resurserna på ett hållbart sätt i syfte att uppnå en hållbar utveckling
- 15 Skydda, återställa och främja ett hållbart nyttjande av landbaserade ekosystem, hållbart bruka skogar, bekämpa ökenspridning, hejda och vrida tillbaka markförstörelsen samt hejda förlusten av biologisk mångfald
- 16 Främja fredliga och inkluderande samhällen för hållbar utveckling, se till att alla har tillgång till rättvisa samt bygga upp effektiva och ansvarsskyldiga och inkluderande institutioner på alla nivåer
- 17 Stärka genomförandemedlen och återvitalisera det globala partnerskapet för hållbar utveckling

betesmark (26 procent) som ofta ligger i torrare områden, resten är odlad mark (12 procent) – se figur 1.

I stort har den globala arealen inte ökat de senaste decennierna, men

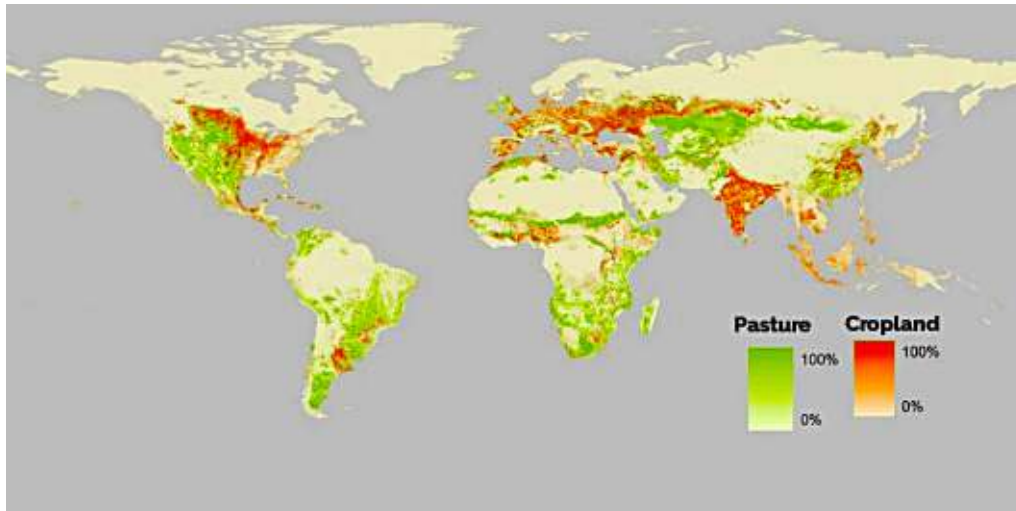
## Jordens totala landyta



Figur 1. Markanvändningen globalt (Källa: FAOSTAT)

lokalt kan det ha skett stora förändringar när sjunkande produktivitet och markbördighet har kompenseras med avskogning och uppodling av ny mark. Det finns nu inte mycket mer mark som kan odlas upp. Det som återstår är att förbättra befintlig odlingsmark och diversifiera och intensifiera produktionen. I torrare områden används marken främst för betesdrift, och med ökande klimatförändringar minskar dessa områden på grund av hetta och brist på regn. Fördelningen av odlad mark i förhållande till betad mark visas i figur 2.

Det pågår ett intensivt arbete med policyinterventioner, utveckling av



Figur 2. Fördelningen av odlad mark (röd) och betesmark (grön).  
Källa:  
<http://ourworldindata.org/data/food-agriculture/land-use-in-agriculture>

innovationer och entreprenörskap, forsknings- och utvecklingsinsatser på många håll i världen, till exempel inom CGIAR som är ett globalt forsknings-samarbete för en livsmedels-trygg framtid. CGIAR:s arbete syftar till att uppfylla FN:s globala mål för hållbar utveckling. Fyra mål på högre nivå som jordbruksforskningen kan ta itu med har formulerats: 1) minska fattigdomen på landsbygden, 2) öka livsmedelssäkerheten, 3) förbättra människors nutrition och hälsa, samt 4) verka för en mer hållbar naturresursförvaltning. Dessa mål syftar inte bara till ökad produktivitet och förvaltning av naturresurser utan också till att minska fattigdomen, till exempel genom ökade inkomster för småbrukare, och att bidra till bättre kost och hälsa.

### Markanvändning och matproduktion

Den stora frågan är hur vi kan möta de globala utmaningarna och bidra till att förverkliga hållbarhetsmålen. Multifunktionella landskap, hållbar intensifiering och diversifiering av jordbruket och klimatsmart produktion är begrepp som förs fram i debatten, men också genomförs i praktiken. Den övergripande frågan är hur man kan integrera ökad produktion och produktivitet med god

naturresurshushållning i syfte att uppnå ekonomisk, ekologisk och socialt hållbar och rättvis utveckling för alla (kvinnor, män och barn). Det finns förmodligen inte en lösning eller en modell som passar överallt. Vägen framåt kan snarare vara innovationer och anpassningar till det lokala sammanhanget som bygger på befintliga möjligheter och resurser och som uppfyller såväl kort- som långsiktiga behov.

Det pågår en debatt om huruvida bönderna ska 'dela mark med naturen' ("land sharing") eller 'skona mark för naturen' ("land sparing"), till exempel genom att integrera träd, grödor och animalieproduktion för att producera och använda ekosystem-tjänster, eller odla en del av marken mycket intensivt medan andra områden sätts åt sidan för bevarande (figur 3 a, b och c). Vägen framåt är kanske inte antingen eller, utan en kombination av de två metoderna, beroende på de lokala förhållandena.

Jordbrukets produktivitet i Afrika söder om Sahara har stagnerat på många håll och landsbygdsbefolkningen ökar, vilket har resulterat i markbrist och osäker livsmedelsförsörjning. Ökat tryck på naturresurserna ökar också sårbarheten för klimatförändringar. Trots att Afrika står för endast 3–4 procent av de



Figur 3 a. Landskap med majsmonokultur (till vänster) och multifunktionellt landskap med småbrukarjordbruk med träd, djur och grödor (till höger), Trans Nzoia, Kenya.  
Alla foton är tagna av Ingrid Öborn.



Figur 3 b. Diversifierad odling med träd och grödor, så kallad agroforestry ("land sharing").



Figur 3 c. Intensiv odling av majs som monokultur med Mount Elgon's nationalpark med bevarad skog i bakgrunden ("land sparing").



globala koldioxidutsläppen är det en av de regioner i världen som drabbas hårdast av klimatförändringarna. För att kunna öka produktiviteten och förbättra försörjningen på lång sikt måste nedåtgående trender i markens bördighet vändas för att skapa mer bärkraftiga och hållbara jordbruks-system.

Hållbara bruksmetoder praktiseras inom Kenya Agricultural Carbon Project (KACP) som sedan 2009 drivs av Vi Skogen tillsammans med lokala bondegrupper. KACP främjar hållbara bruksmetoder, vilket inkluderar agroforestry (användning av träd och buskar i traditionellt jordbruk) genom utbildning och rådgivning av bondegrupper och genom att sälja kol till den globala marknaden ("the voluntary

carbon market"). Programmet syftar till att kombinera kolinlagring genom träd och organiskt material (motverka klimatförändringarna), utveckla ett robustare jordbruk som är bättre anpassat till ett förändrat klimat, och framför allt att öka produktiviteten och inkomsten från jordbruket (figur 4). Forskning inom projektet har visat att förändringar i bruksmetoder har ökat avkastningen av majs med 50 procent (1:a skörd) och 30 procent (2:a skörd) jämfört med kontrollgårdar i området. Även självförsörjningsgraden av livsmedel och hushållens sparande har ökat. Dessutom har bönderna fått betalt för att binda kol och minska koldioxidutsläppen.



Figur 4. Vid Viktoriasjön i västra Kenya har förändringar i bruksmetoder inom "Kenya Agricultural Carbon Project" ökat avkastningen av majs och samtidigt bundit kol i form av biomassa (träd) och markens organiska material. Till vänster en gård med diversifierad produktion som inkluderar träd (bland annat akacia) och grödor. Till höger odlas kvävefixerande foderträd som häck mellan majs och grönsaker som bidrar till att öka markens organiska material, det vill säga binda kol. I grönsakerna odlas marktäckande grödor som minskar avdunstningen och gynnar markfuktigheten och samtidigt producerar organiskt material.

## Sammanfattning

Hur kan vi förbättra användningen av jordens markresurs?

- Hållbar intensifiering av lantbruket – ökad produktion på samma yta.
- Bättre resursutnyttjande – mark, vatten, näring och genetiska resurser nyttjas mer effektivt.
- Öka produktiviteten – mängden erhållen produkt per insatsmedel (utsäde, gödsel, foder, etc.) – för att möta efterfrågan på mat, foder, fibrer, bränsle och andra ekosystemtjänster.
- Diversifiering och/eller specialisering på gårdsnivå och i landskapet – matgrödor, avsalugrödor, djurhållning, andra inkomstgenererande aktiviteter anpassas efter plats specifika förutsättningarna.
- Utveckla företagande och entreprenörskap som drivs av efterfrågan och koppling till marknader. Ökad inkomst till jordbrukare, särskilt kvinnor och ungdomar.
- Anpassning till förändrat klimat – robusta brukningsmetoder för att minska risker.
- Minskade klimatförändringar genom att mer kol binds i markens organiska material och i träd och buskar, och genom reduktion av växthusgasemissioner.

## Lästips

Dixon J., Gulliver A., Gibbon D. 2001: Farming Systems and Poverty: Improving Farmers' Livelihoods in a Changing World. FAO and World Bank, Rome, Washington, DC.

<http://www.fao.org/DOCREP/003/Y1860E/y1860e00.htm>

FN 2015. The Heads of State meeting at UN in New York 25–27 Sept. 2015 decided on 17 Sustainable Development Goals (SDGs) 2030.

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/summit>;

<http://www.globalamalen.se/>

Hoang M.H., Namirembe S., van Noordwijk M., Catacutan D., Öborn I. 2014: Farmer portfolios, strategic diversity management and climate change vulnerability – comparative studies in Vietnam and Kenya. *Climate and Development* 6, 216–225

Minang P.A., van Noordwijk M., Freeman O.E., Mbow C., de Leeuw J., Catacutan D. (Eds.): 2015: *Climate-Smart Landscapes: Multifunctionality in Practice*. Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre (ICRAF)

<http://asb.cgiar.org/climate-smart-landscapes/index.html>

van Noordwijk M, Hoang M.H., Neufeldt H., Öborn I, Yatich T. (Eds): 2011. *How trees and people can co-adapt to climate change: Reducing vulnerability through multifunctional agroforestry landscapes*. Nairobi World Agroforestry Centre (ICRAF). 134 sidor.

[http://www.worldagroforestry.org/sea/publication?do=view\\_pub\\_detail&pub\\_no=BK0149-11](http://www.worldagroforestry.org/sea/publication?do=view_pub_detail&pub_no=BK0149-11)



Nyberg G., Knutsson P., Ostwald M., Öborn I. et al. 2015: Enclosures in West Pokot, Kenya: Transforming land, livestock and livelihoods in drylands. *Pastoralism* 5: 25

Rockström J, Steffen W, Noone K, Persson Å, Chapin FS, Lambin EF, Lenton TM, Scheffer M, Folke C, Schellnhuber HJ, Nykvist B, de Wit CA, Hughes T, van der Leeuw S, Rodhe H, Sörlin S, Snyder PK, Costanza R, Svedin U, Falkenmark M, Karlberg L, Corell RW, Fabry VJ, Hansen J, Walker B, Liverman D, Richardson K, Crutzen P, Foley JA. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472-475

Wekesa A. Jönsson M. 2014. Sustainable Agriculture Land Management – A training manual. Vi Agroforestry and We Effect, Nairobi ([http://www.weeffect.org/files/2014/11/We-Effect-SALM-Training-Manual\\_webb.pdf](http://www.weeffect.org/files/2014/11/We-Effect-SALM-Training-Manual_webb.pdf))

Öborn I., Magnusson U., Bengtsson J., Vrede K., Fahlbeck E., Jensen E.S., Westin C., Jansson T., Hedenus F., Lindholm Schulz H., Stenström M., Jansson B., Rydhmer L. 2011: Fem framtidsscenarier för 2050. Möjligheter och utmaningar för livsmedelsförsörjning och markanvändning. Uppsala, Sveriges lantbruksuniversitet. ISBN: 978-91-576-9023-4

Öborn I., Vanlauwe B., Phillips M., Thomas R., Brooijmans W., Atta-Krah K. (Eds): Sustainable Intensification in Smallholder Agriculture. An integrated systems research approach. Earthscan Food and Agriculture, Earthscan from Routledge. London (in press)

# Växtodling – ett kunskapskrävande uppdrag

Göran Bergkvist

Göran Bergkvist är agronomie doktor och forskar på agrara odlingssystem på Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi. Han höll sin föreläsning i serien Marken – maten – miljön den 30 september 2015.

Jordbrukets växtodling är basen för produktion av vegetabiliska livsmedel och foder till djur. Den samlade konsumtionen ger de yttre ramarna för växtodlingens utformning. För att tillgängliga resurser ska utnyttjas effektivt måste produktionen vara ekonomiskt bärkraftig, socialt acceptabel och ekologiskt uthållig. Detta kräver att odlingen anpassas till gårdens, marknadens och lantbrukarens förutsättningar.

Jordbruksekosystemen skiljer sig från de naturliga genom att de är målstyrda till människans nytta. I övrigt gäller samma principer som i alla ekosystem. Målstyrningen innebär att i stället för att de bäst anpassade arterna och individerna överlever och sprider sig, ges de arter som lantbrukaren vill ska överleva bäst möjligheter att klara sig. Alla åtgärder lantbrukaren utför i fältet syftar till att gynna de odlade arterna. I begreppet växtodlingssystem (figur1) ingår de odlade växterna och ogräsen, hur grödorna arrangeras i fältet, i vilken ordning de odlas (växtföljden), de odlingsåtgärder lantbrukaren genomför för att gynna grödan och de fältkanter som omger fältet. Fältkanterna är viktiga, då de är påverkade av

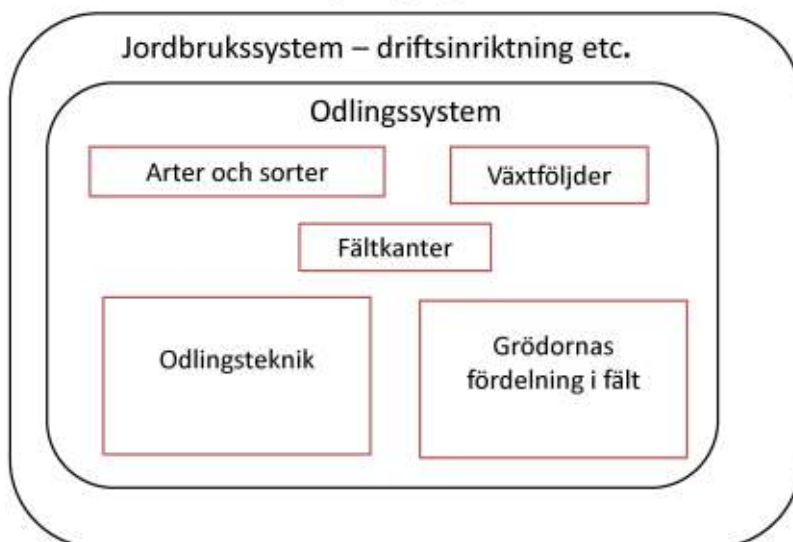
odlingen och då de påverkar förekomsten av ogräs, skadegörare och nyttoinsekter i fältet.

Hur väl odlingssystemet fungerar bestäms av samspelet mellan de ingående växternas egenskaper, skötseln och miljön på platsen. När odlingen ska optimeras måste lantbrukaren dessutom ta hänsyn till marknaden – ingen idé att odla det som inte efterfrågas – och den tillgängliga infrastrukturen i form av maskiner och arbetskraft.

## Framtidens utmaningar

Den kraftigt ökande befolkningen, den förbättrade levnadsstandarden och problem förknippade med förbrukningen av ändliga fossila resurser gör att behovet av produkter

## Redskapen på gårdsnivå



Figur 1. Dessa redskap använder lantbrukaren för att få god skörd.

## Välgödslat korn



## Ogödslat korn



från åkermark ökar. Samtidigt pågår erosion, näringsutlakning, försaltning, urbanisering och andra processer som minskar tillgången på bördig jordbruksmark. Det finns arealer som är möjliga att odla upp i framför allt Afrika och Sydamerika, men den bästa marken är redan uppodlad och en ökning av produktionen måste därför till stor del ske genom att avkastningen per ytenhet ökar.

Det enklaste sättet att öka avkastningen är att öka mängden tillförd hjälpenergi, främst kväve (figur 2 och 3). All tillförsel av hjälpenergi innebär miljöbelastning. Den stora utmaningen är att tillfredsställa mänsklig behov av livsmedel, energi och fiber från åkermark utan att det innebär att möjligheten att försörja kommande generationer försämras. Detta ska ske samtidigt som lantbrukarna ska konkurrera på en marknad.

Fördyrande odlingsåtgärder som genomförs för att förbättra jordbrukets ekologiska hållbarhet kan leda till att den ekonomiska bärkraften äventyras. Denna utmaning försöker lantbruket klara genom så kallad "uthållig intensifiering". Detta innebär att mer ska produceras utan att det innebär negativa effekter för miljön och markens långsiktiga bördighet. I begreppet ingår

"ekologisk intensifiering", vilket innebär att ekologiska processer utnyttjas för att producera mer nyttigheter samtidigt som användningen av insatsmedel minskar. I begreppet ingår också intensifiering av de ekonomiska och sociala systemen, till exempel effektivare marknad och förbättrade kunskaper, samt genetisk intensifiering som handlar om att förbättra odlingsmaterialet.

### Förutsättningar för odling i Sverige

Förutsättningarna för odling av jordbruksgrödor anses vara bäst när kvoten mellan den potentiella avdunstningen och nederbörden under ett år är mellan 0,5 och 2 samtidigt som årsmedeltemperaturen är högre än 6 °C. Förhållandet mellan avdunstning och nederbörd är inom intervallet för alla odlingsvärda jordar i Sverige, men jordbruket i Norrland är tydligt temperaturbegränsat. Norrut minskar antalet grödor som går att odla, och den genomsnittliga avkastningen sjunker. Det är till exempel bara på speciellt gynnsamma platser som det går att odla höstvetete i Norrland eftersom vete har svårt att överleva vintern. Odlingssäsongen är för kort för att odla åkerböna och vårvete till mogen skörd. (Figur 4 och 5)

Figur 2 och 3. I en välgödslad korngröda överlever många sidokott och många småax blir fertila, vilket leder till täta bestånd och långa ax som innehåller många kärnor.

Foto: Göran Bergkvist



De flesta bra odlingsjordar i Sverige är sedimentära jordar som bildades under sjö- eller havsytan efter den senaste istiden. Dessa jordar innehåller mycket näringsrika lermineral, har god vattenhållande förmåga och är därför ofta bördiga. Moränjordar är vanliga i Sverige, men är oftast inte speciellt lämpliga för ettåriga grödor. När moränen består av krossat urberg av gnejs och granit innehåller den grova jordpartiklar och är varken näringsrik eller speciellt vattenhållande. När ursprungsmaterialet är kalksten tillhör moränerna de bördigaste jordarna. Kalkstensmoränjordar finns framför allt i Skåne, Östergötland och Jämtland.

Våra kalla vintrar innebär också en del fördelar jämfört med längre söderut i Europa. Upprepad frost förbättrar markstrukturen på lerjordar och omöjliggör övervintring av en del ogräs och skadegörare som skulle kunna orsaka mindre avkastning.

## Växtföljdens betydelse

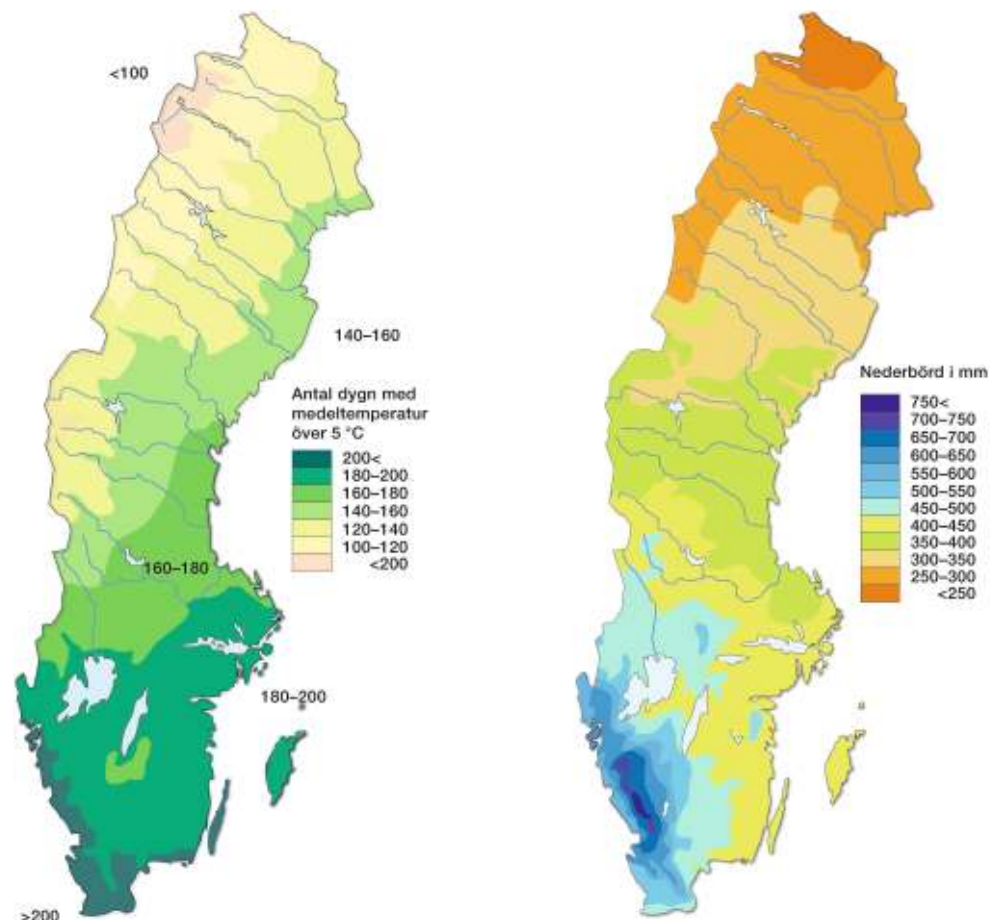
Grödors avkastning påverkas av i vilken ordning de odlas. Den effekt en gröda har på den efterföljande grödan kallas förfruktseffekt. Generellt gäller att närbesläktade grödor inte bör odlas direkt efter varandra, eftersom skadegörare då lätt sprider sig från gröda till gröda. De flesta grödor som inte är gräs drabbas dessutom förr eller senare av allvarliga sjukdomar om de återkommer för ofta i växtföljden. Till exempel drabbas ärtor lätt av ärtrottröta och raps av klumprotsjuka och de bör därför inte odlas oftare än vart sjätte till åttonde år.

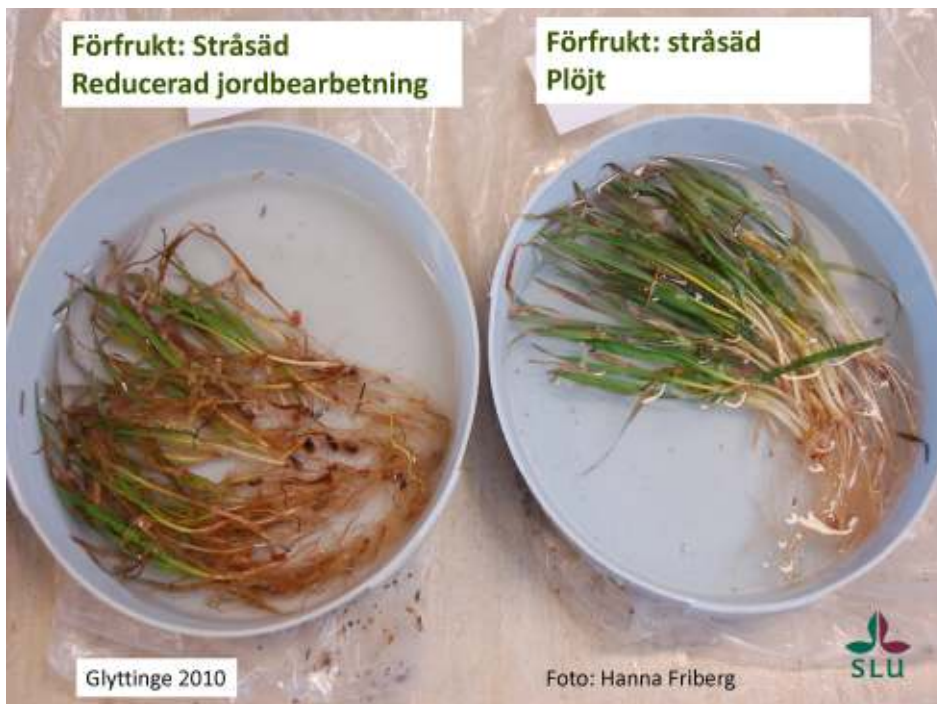
GräSENS sjukdomar är inte lika långlivade och därför räcker det med ett års avbrott med tvåhjärtbladig gröda för att avkastningen inte ska bli mindre. Gräsen vete, råg och korn, stråsäd som odlas för de näringsrika kärnornas skull, har ungefär samma sjukdomar och det hjälper därför inte

Figur 4. Antal dygn då medeltemperaturen överstiger 5 °C.

Figur 5. Nederbörd under vegetationsperioden.

Grafik: Pertti Salonen





Figur 6. När en närbesläktad gröda odlats före höstvetete är den mikrobiella miljön ogynnsam för höstvetetet, speciellt om man inte plöjer. Lägga märke till skillnaden i rötternas färg beroende på om jorden plöjts före sådd eller inte.

att växla mellan dessa. Havre angrips däremot inte av flera av de svampar som skadar övriga stråsädesslag och är därför en något bättre förfrukt till dessa. Det gäller dock bara om jorden vänts genom plöjning före sådd. På senare år har det blivit vanligt att så utan föregående plöjning (figur 6). Då är det viktigare att inte så stråsäd efter stråsäd, eftersom sjukdomar lätt sprider sig från den gamla till den nya grödan när växtresterna ligger kvar i ytskiktet. De sjukdomar som sprids på detta sätt, sprids lika lätt från havre som från övriga stråsädesslag.

Ingår det en flerårig gröda av klöver och gräs, det vill säga en vall, i växtföljden är detta speciellt gynnsamt. Vallen tillför organiskt material till jorden och dessutom, beroende på andelen klöver, mer eller mindre kväve. Detta ökar avkastningen från övriga grödor i växtföljden. I vallen förökas inte ettåriga ogräs och förrådet av frön från dessa arter i jorden kan minska. Detta kan i sin tur medföra mindre behov av kontrollåtgärder mot dessa arter i de ettåriga grödorna i växtföljden. De flesta

fleråriga ogräs som är problematiska i ettåriga grödor, utom kvickrot, kontrolleras också effektivt av en flerårig vall.

För att lantbrukaren ska kunna odla vall krävs dock att det som produceras kommer till användning. Förr hade i stort sett alla bönder djur som betade och som åt hö och ensilage. Numera ökar specialiseringen och många gårdar har inga djur, alternativt endast svin som inte äter gräs. Andra gårdar med intensiv mjölkproduktion odlar nästan bara vall och köper foderspannmål och proteinfoder, vanligen importerat sojamjöl. Detta innebär att vallens goda förfruktsegenskaper inte utnyttjas. På gårdarna utan djur odlas däremot bara ettåriga grödor. Att vallen ersätts av ettåriga grödor har negativa miljökonsekvenser, till exempel ökad risk för erosion och läckage av växtnäring till vattendragen. Landskapsbilden blir ensidigare när de betande djuren försvinner. Dessa faktorer behöver i miljödebatten balanseras mot den miljöskada som stor köttproduktion kan orsaka.

## Grödornas skötsel

De odlade grödornas avkastning beror på hur mycket ljus som faller in under odlingssäsongen, hur stor andel av det ljuset som grödorna fångar upp, hur effektivt det uppfångade ljuset omvandlas till biomassa och hur stor andel av biomassan som kan användas till mat eller foder. Mängden infallande ljus kan lantbrukaren inte påverka och effektiviteten i ljusomvandlingen bestäms av fotosyntesen som utvecklats under årmiljoner. Det har genomförts mycket forskning med målet att förbättra fotosyntesen, men framgångarna har varit små. Under senare år har dock sorter av stråsäd med spetsigare bladvinkel tagits fram. Detta medför att ljuset fördelas jämnare i beståndet och då kan en större andel av ljuset utnyttjas för produktion. Mer ljus kan samtidigt nå ogräs i beståndets botten vilket ökar behovet av effektiv ogräsbekämpning.

Lantbrukaren påverkar med sina odlingsåtgärder hur stor andel av det infallande ljuset som grödorna kan ta upp. Det görs genom att lantbrukaren ser till att marken är väl dränerad för att uppnå lagom proportioner av luft och vatten i jorden, bearbetar jorden väl, väljer en väl anpassad gröda, sår i rätt tid och med rätt utsädesmängd, gödslar och ser till att ogräs och skadegörare inte skuggar växterna eller förbrukar biomassa som redan är producerad. Förädlingens främsta bidrag har genom åren varit att ta fram sorter som är motståndskraftiga mot sjukdomar och att korta ner strået eller, i vissa fall, stjälken. Ett kortare och styvare strå gör det möjligt att gödsla grödorna med mer kväve utan att de faller, lägger sig, under sin egen tyngd. Kväve är ofta det näringsämne som begränsar avkastningen, och effekten på avkastningen av ett kortare strå är

därför till stor del indirekt, men ett kortare strå gör också att en större andel av den totalt producerade biomassan fördelas till kärnorna.

Det är viktigt att odlingsåtgärder utförs i rätt tid. Om vi tar vete som exempel kan avkastning delas upp i olika komponenter som går att påverka vid olika tidpunkter i grödans utveckling. Vetets avkastningskomponenter är antalet plantor per ytenhet, ax per planta, småax per ax, kärnor per småax och medelkärnvikten. De olika komponenterna kan delvis kompensera för varandra, till exempel genom att ett litet plantantal kan leda till många ax per planta. Lantbrukaren bestämmer plantantalet genom utsädesmängd och kvaliteten genom placeringen av utsädet. Antalet ax per planta kan påverkas genom att se till att det i samband med att det första skottet, huvudskottet, börjar sträcka på sig finns gott om växtnäring, främst kväve, tillgängligt för plantorna. Är det brist på resurser vid denna tid, dör många av de senast bildade skotten.

Nästa kritiska skede inträffar strax före den tidpunkt då grödans ax blir synligt. Brist på resurser vid denna tidpunkt leder till att många blom-anlag dör och antalet kärnor per småax blir litet. För att kärnorna ska bli stora krävs att grödan håller sig grön länge efter det att blommorna blivit pollinerade. Detta kan lantbrukaren påverka genom att före blomningen se till att grödan har riklig tillgång till kväve och att grödornas blad och ax inte förbrukas av skadegörare.

Dagens lantbrukare behöver sannerligen stor kunskap för att klara av sitt uppdrag.



# Kampen om marken hårdnar

Rune Andersson

Mänskligheten står inför stora utmaningar. Det handlar om allt mer svårhanterlig smittspridning, folkomflyttningar i spåren av klimatförändringar, sinande färskvattentillgångar i befolkningstäta delar av världen, omställning till en fossilfri energiförsörjning samt ökad matproduktion till en växande världsbefolkning. Utmaningarna kommer inte att kunna hanteras en i sänder utan behöver bearbetas samtidigt. I samband med det kommer stater att utsättas för stora påfrestningar med risk för konflikter länder emellan.

Över 90 procent av världens mat produceras på land och på marker som inte kan utökas då mer eller mindre allt redan är uppodlat. Ökningen måste alltså ske på befintlig areal eller mer sannolikt på krympande arealer till följd av brist på bevattningsvatten och konsekvenser av klimatförändringar. Halva jordens folkmängd finns i länder som överkonsumerar sina färskvattentillgångar. Huvuddelen används för jordbruksbevattning. Detta är naturligtvis ett ohållbart tillstånd som tvingar fram folkomflyttningar om inget görs. Konkurrensen om vem som ska ha rätt att disponera

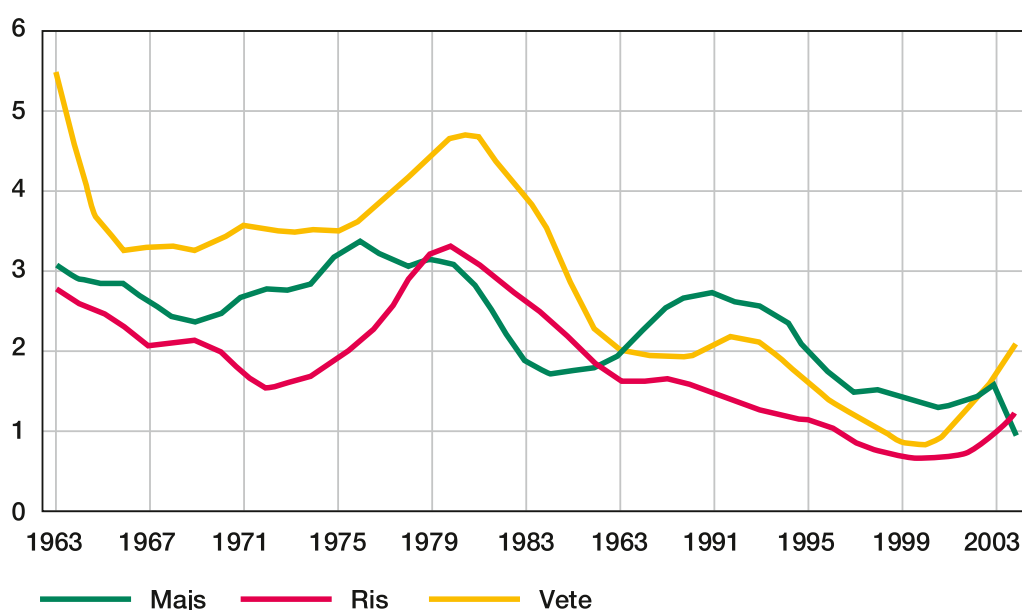
odlingsmarken kommer således att successivt skärpas. Sannolikt kommer just åkermarken i framtiden att uppfattas som den mest värdefulla naturresursen med långt större värde än vad till exempel oljan under det senaste århundradet har haft. Kina är ett exempel på ett land som sedan flera år börjat tillförsäkra sig odlingsmark i Afrika och Sydamerika – kampen om marken hårdnar.

## Räcker maten?

Med allt bättre odlingsmaterial, användning av mineralgödsel och effektiv bekämpning av ogräs och jordbruksgrödornas skadegörare har

Rune Andersson är professor emeritus i markvetenskap från Sveriges lantbruksuniversitet. Han höll sin föreläsning "Kampen om marken hårdnar" i serien Marken – maten – miljön den 16 september 2015.

Årliga skördeökningar (procent)



Figur 1. Skördeökningarna avstannar för världens tre viktigaste matgrödor: majs, ris och vete. Källa World Development Report, 2008.



Ekologiskt lantbruk ger låga skördar till följd av otillräcklig växt-näringsförsörjning och stora problem med svårbekämpade ogräs. Ekologiskt odlad spannmål som vete och korn på bilderna ger cirka 60 procent skörd jämfört med konventionell produktion där handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel används. Foto: Rune Andersson

avkastningen kunnat fördubblas under 1900-talets andra hälft. Men med ökad avkastning följer över tiden ett avtagande merutbyte. Det betyder att skördeökningen av ytterligare insatta produktionsåtgärder, till exempel ökad kvävegödsling, går mot noll. Detta har kunnat konstateras för de globalt sett mest odlade och för matförsörjningen viktigaste grödorna: majs, ris och vete (figur 1).

Även om den nuvarande globala mattillgången i stort skulle räcka för att också ge mat åt den cirka en miljard människor som i dag svälter främst på grund av otillräcklig köpkraft, kommer cirka 70 procent mer mat att behövas vid mitten av detta århundrade. Ökningen måste ske genom ökad avkastning på befintlig eller troligen mindre jordbruksareal än i dag.

Svensk officiell jordbruksstatistik visar att vid övergång till ekologisk odling sjunker avkastningen med mellan 20 och 60 procent. Mest sjunker skörden av potatis och oljeväxter och minst av de kvävefixerande baljväxterna och vallodling. Den sänkta avkastningen beror på otillräcklig näringsförsörjning och bekämpning av ogräs och skadegörare eftersom mineralgödsel och kemisk bekämpning inte tillåts i ekoodlingen. I dag åker den ekologiska odlingen snålskjuts på vårt vanliga

jordbruk genom att djurgödsel hämtas härifrån. Detta i strid med odlingsformens grundfilosofi att vara självförsörjande utifrån gårdens egna resurser och produktionsförutsättningar. Ju större areal ekoodlingen kommer att uppta, desto mindre blir således möjligheten att hämta näring från omgivningen. Ingen forskning kommer att kunna mer än marginellt ändra på ekoodlingens låga skördar, som skulle vara ännu lägre om man inte rundade det egna regelverket.

### **Åkermarken berör flera samhällsintressen**

Redan i ett närliggande framtidsperspektiv kommer all tillgänglig åkermark att behövas för produktion av mat- och fodergrödor. Men om den förhärskande dieten utvecklas mot en allt mer vegetarisk diet kan fler människor födas. Likaså kan en framgångsrikt utvecklad fiskodling, i varje land som har förutsättningar, reducera den produktion som jordbruket annars måste stå för. Framtida fiskodling kan då inte som nu baseras på vildfångad fisk. Forskning pågår om möjligheten att använda annan marin produktion till exempel alger, liksom att nyttja avfall från skogsindustrin för produktion av fiskfoder. Men även jordbruksgrödor finns i åtanke för detta.



Animaliska produkter kräver mer energi per producerad matenhet än vegetarisk mat. Fler människor kan födas med vegetarisk kost. Dessutom ger djurhållning och stallgödselspridning stora läckage av kväve till luft och vatten. Ändå behövs djur som nötkreatur, får och getter för att underhålla landskap och biologisk mångfald samtidigt som de omvandlar gräs och örter till mat åt oss.

Foto: Rune Andersson

Varje år förseglas åkermark under asfalt och betong till följd av samhällets ständigt växande behov av byggande och infrastruktur. I Sverige i likhet med andra länder bosatte sig människorna en gång där odling kunde bedrivas. Så sker än i dag, vilket betyder att vid ett samhälles expansion finns ofta ingen annan mark att tillgå än jordbruksmark. På det sättet försvinner i Sverige cirka 1 500 hektar åkermark årligen.

I samband med den pågående omställningen från fossil till förnybar energiförsörjning har energigrödor producerade på åkermark aktualiserats. Den största satsningen är salixodling som i dag omfattar cirka 15 000 hektar. I ett projekt som initierats av undertecknad har vi räknat ut hur stor energireserv som byggts upp i den förbuskning som länge har pågått av det svenska landskapet. En mer storskalig skörd av denna energiresurs skulle kunna ge arbetstillfällen, gynna den biologiska mångfalden, främja turism och rekreation – förutom att ge en energimängd på mellan 85 och 275 TWh. Uthålligt bedöms ett årligt

uttag på 5–10 TWh kunna göras från ytor som inte konkurrerar med vare sig mat- eller skogsfiberproduktion, nämligen väg- och järnvägskanter, åkerkanter, kraftledningsgator, igenvuxna åkrar och betesmarker samt tätortsnära marker.

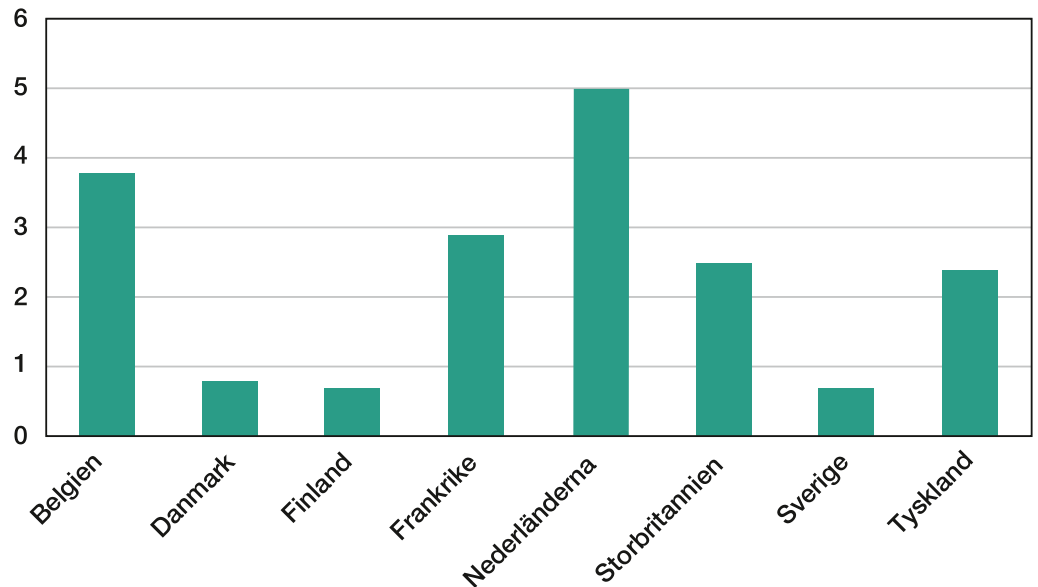
### **Markkvaliteten får inte äventyras**

Markens kvalitet handlar dels om dess bördighet, förmåga att avkasta en gröda, dels om dess renhet, frihet från ohälsosamma ämnen som kan tas upp av grödan. Dagens och framtidens matförsörjning handlar således inte bara om att få fram tillräckliga kvantiteter mat utan även om matens hälsomässiga kvalitet. Vårt humida klimat ger grödorna god tillgång på vatten, och ett lite kyligare väder ger mindre behov av skadegörarbekämpning (figur 2). Sverige har vid en internationell jämförelse mycket produktiva och rena jordar.

Undantag gäller jordarnas varierande innehåll av kadmium med ursprung i kadmiumbärande berggrund men också, och då med mer storskalig påverkan, atmosfäriskt nedfall och tidigare använda



Kg aktiv substans per hektar spannmål



Figur 2. Svenskt lantbruk använder jämförelsevis små mängder kemiska bekämpningsmedel.

kadmiumförorenade fosforgödselmedel. I varierande omfattning har vi genom åren också utifrån kretsloppsambitioner spridit det slam som avskiljs från vårt hushållspillvatten. Rötslammet innehåller kadmium men också en rad andra såväl oorganiska som organiska föroreningar. Trots omfattande åtgärder inom tätorternas källflöden finns alltså tveksamhet till att sprida sådant slam på livsmedelsproducerande åkermark. Teknik är under utveckling där avfallens nyttiga ämnen utvinns, främst fosfor. Här öppnas möjligheter till ett långsiktigt uthålligt kretslopp av näringsämnen mellan stad och land. Livsmedlen är den största källan till vårt samlade kadmiumintag och medelintaget ligger mycket nära den nivå som ger negativa hälsoeffekter. Frågan måste tas på större allvar än vad som nu görs.

Förbättrade kretslopp av växtnäring blir en allt viktigare del i den framtida livsmedelsförsörjningen. Fosfor hamnar till slut i sjö- och havsbottnar. Pilotstudier pågår om återförande av även denna fosfor.

### Tyckarlobbyism och pseudovetenskap vinner terräng

Framtidens samhällsbygge har inte råd eller tid att som i nuläget alltmer baseras på tyckarlobbyism och pseudovetenskap. Vetenskapen behöver återfå ett avsevärt större inflytande i politiska beslut och enskilda konsumenters produktval. Det gäller inte minst för att visa vägen för vår framtida livsmedelsförsörjning. Just vad vi ska producera och hur det ska ske har under de senaste årtiondena varit föremål för mycket tyckande med ideologiska förtecken. Den ekologiska produktionen och konsumtionen liksom miljörelsens motstånd mot genmodifierade grödor (GMO) är de tydligaste exemplen. Detta har inneburit att vägen mot en mer hållbar produktion i termer av ökad och stabil avkastning av hälsosam mat blivit onödigt krokig och kostsam och i grunden har fördröjts. Med ekomatens starka marknadsfäste och inflytelserika påhejare är en kurskorrigering nu svår att förverkliga. Handeln tjänar pengar och ansikten ska räddas.

Med en bättre vetenskaplig grund och en fullvärdig holistisk analys skulle inte satsningar på till exempel etanol som drivmedel och kommunala hundraprocentsmål för ekologisk mat i skolor ha kommit till stånd. I dag lägger stora biltillverkare ner tillverkningen av etanolbilar, men skadan i form av nedlagda landsortsmackar som avkrävdes etanolpumpar är redan skedd.

Att avläsa konsumenters efterfrågan och anpassa utbudet därefter är en osäker guidning mot ett mer hållbart samhälle i all synnerhet som man i exemplet ekologisk konsumtion är felinformerad när det gäller påstådda fördelar för miljön och den egna hälsan (Kirchmann med flera, 2014). Som konsument har man dessutom liten möjlighet att göra långsiktiga bedömningar av konsekvenserna av sina konsumtionsval.

### **Hållbarhetsarbetets strategi**

Sveriges goda förutsättningar för produktion av hälsosam mat bör fullt ut tillvaratas. Sedan några år tillbaka har vår självförsörjningsgrad sjunkit från nära full egenförsörjning på 1970-talet till nuvarande knappa 50 procent. Detta innebär dels att vi genom vår matimport bidrar till miljöbelastning i andra länder där produktionen inte är lika miljöanpassad som i vårt land, dels att vår matförsörjning i orossituationer blivit alltmer osäker.

Matsvinnet i Sverige ligger på cirka 25 procent och uppgår i åtminstone delar av USA till uppemot 50 procent. Det borde ha åtgärdats för årtionden sedan. Respekten för maten och de resurser som har gått åt för dess produktion, processning och transport i alla led måste återtas med inledande insatser i barnens uppfostran.

Den vetenskapliga grunden för samhällets utveckling är som redan

framhållits synnerligen viktig. Dagens kunskap visar att en fortsatt satsning på ekologisk odling inte har bättre förutsättningar till långsiktig hållbarhet än vårt vanliga jordbruk, i flera avseenden till och med sämre. Alla i dag öronmärkta forskningsmedel ämnade för särskilt utpekade produktionsformer, till exempel så kallade ekologiska, bör som jag ser det snarast upphöra. Forskningen kan med fördel vägledas av ett antal formulerade kännetecken på vad som karakteriserar ett hållbart växtodlingssystem respektive animalieproduktion, men bör direkt undvika att peka ut ett enda slutligt hållbart produktionssystem. Kunskapsökandet och hållbarhetsarbetet är en resa utan slut, och det gäller inte bara vägen till en långsiktigt hållbar livsmedelsförsörjning utan alla samhällsfunktioner. För mig framstår det som osannolikt att det jordbruk som vi i dag har och som mejslats fram under sekler skulle vara helt fel. En mer realistisk framtidsbild är att vi lyckas hitta bättre alternativ till de bristfälliga metoder som ännu inte rättats till, alltså att vi med fokuserad kraft fortsätter hållbarhetsarbetet i vårt vanliga lantbruk.

I linje med detta bör inga särskilda statliga stöd ges till vissa produktionsformer, som till exempel ekologisk produktion där man endast får halv skörd och där de miljömässiga vinsterna är otydliga för att inte säga obefintliga jämfört med vårt vanliga jordbruk. Miljöanpassningen har här nått mycket långt, väglett av decennier av framgångsrik åtgärdsforskning. Ekologisk produktion och marknad bör stå på egna ben. De högre produktionskostnaderna bör fullt ut synliggöras i form av högre produktpriser. Om det finns konsumenter som är övertygade om produkternas överlägsenhet, trots



Rune Andersson är en av författarna till boken *Den ekologiska drömmen*, utgiven av Fri Tanke förlag år 2016.

avsaknad av vetenskapligt stöd, är de rimligen beredda att betala vad produkten kostar att producera. Forskningen har visat att de riktade miljöstöden till specifika motåtgärder som betesdrift på naturbetesmarker för den biologiska mångfaldens skull, anläggande av våtmarker som kvävefällor, odling av fånggrödor som insådd i spannmål etcetera är avsevärt mer kostnadseffektiva och bör prioriteras.

Staten kan forma miljö- och resurshushållningsmål men bör avstå från att peka ut och ge statligt stöd

till vissa produktionsformer. Staten bör inte heller sätta upp konsumtionsmål för produkter där samhällets gemensamma miljö- och hälsomässiga nytta inte har kunnat beläggas vetenskapligt.

### Lästips

H. Kirchmann, L. Bergström, T. Kätterer, R. Andersson, *Den ekologiska drömmen – myter och sanningar om ekologisk odling*, Fri Tanke förlag 2016.



# Så kan åkermarken fånga mer koldioxid

Thomas Kätterer

**Kollagret i marken är mycket stort, och åkermarken är viktig i kolets kretslopp. Jordbruket är en del av problemet men även en del av lösningen när det gäller klimatpåverkan.**

Att producera tillräckligt med mat av hög kvalitet till en växande världsbefolkning på ett uthålligt sätt är en av våra stora utmaningar under de närmaste årtiondena. God odlingsbar mark är en begränsad resurs.

Odlingsmarken hotas av överutnyttjande som leder till erosion och försaltning, av bebyggelse och infrastruktur och av behovet att producera fibrer och bränslen i stället för livsmedel. Produktionsökningen som kommer att behövas framöver måste därför ske på samma eller mindre yta än den vi odlar i dag.

För att begränsa miljöpåverkan och inte ytterliga utarma den biologiska mångfalden bör vi även producera våra förnödenheter med mindre insatsmedel och med socialt och ekonomiskt uthålliga metoder. Vad det gäller klimatpåverkan är jordbruket en del av problemet men även en del av lösningen.

## Jordbruket påverkar kolets kretslopp

Ungefär en fjärdedel av växthusgaserna som kan hänföras till mänsklig aktivitet har direkt eller indirekt med jordbruket att göra. När skog eller betesmark omvandlas till åker, som det har skett i stor omfattning i framför allt tropikerna under de senaste 30 åren, så är det inte bara kollagret i vegetationen som förflyttas till atmosfären, utan det är även kolförrådet i marken som minskar.

Kolförrådet i marken är mycket

stort, ungefär tre gånger så stort som all koldioxid i atmosfären. Kol är huvudbyggstenen i allt liv på jorden. Organiskt material generellt, så även markens mull eller humus, består till ungefär hälften av kol. Hur stort kolförrådet i marken är på en viss plats styrs av balansen mellan tillförsel av organiskt material och dess nedbrytning. Koltillförselns storlek bestäms av fotosyntesen, den process i gröna växtdelar i vilken koldioxid och vatten omvandlas med hjälp av solljus till socker och syrgas. I växten används sockret tillsammans med näringsämnen som tas upp ur marken, för att syntetisera en mångfald av organiska föreningar. Hur stor fotosyntesen är styrs av gödsling, bevattning, växtskydd och brukarens skicklighet.

Bindningen av koldioxid i biomassa innebär att halten i atmosfären minskar, vilket är jordbrukets principiella sätt att påverka atmosfärens sammansättning. Jordbrukaren bestämmer hur mycket av det fixerade kolet som slutligen når marken genom att välja en viss gröda och hur mycket av skörderesterna som lämnas kvar i fält. Nedbrytningen i marken kan påverkas genom bevattning, dikning och jordbearbetning, men bara till viss del och inte i samma utsträckning som produktionen. I första hand styrs nedbrytningen av temperatur och vattenhalt i marken. Är det varmt och lagom fuktigt så bryts organiskt

*Thomas Kätterer är professor i systemekologi på Sveriges lantbruksuniversitet. Han höll sin föreläsning "Åkermarken är en viktig växthusregulator – så kan åkermarken fånga mer koldioxid" den 28 oktober 2015.*

material ner väldigt snabbt. Däremot går det långsamt när marken är kall eller torr. Bördiga marker, skickliga jordbrukare och många soltimmar under sommarhalvåret leder till att jordbruksgrödorna i Sverige producerar relativt bra. Nedbrytningen går ganska sakta under vinterhalvåret. Detta är orsaken till att kolförrådet i svenska jordar är förhållandevis högt jämfört med till exempel Afrikas jordar.

### Kolförrådet i den svenska jordbruksmarken har ökat

Frågan är då om det är möjligt att höja kolförrådet i svensk jordbruksmark ytterligare för att fastlägga kol och därmed minska koldioxidhalten i atmosfären. Vår forskning visar att så är fallet. Kolhalten i den svenska jordbruksmarken har ökat under de senaste 25 åren. Det visar resultaten från miljöövervakningen som är återkommande rikstäckande inventeringar av jordbruksmark. Ökningen av markkolet motsvarar ungefär 4 procent av samtliga utsläpp av växthusgaser som redovisas i den svenska klimatrapporteringen. Från många andra europeiska länder, såsom Norge, Finland, Belgien, England och Wales, har det kommit rapporter om minskande kolhalter i jordbruksmark.

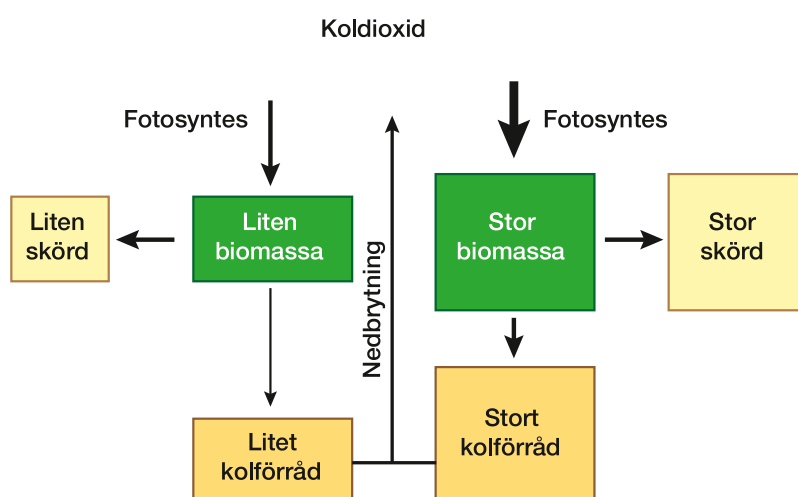
Ökande vallareal var den främsta orsaken till den observerade kolin-

lagringen i de svenska jordarna. Odlingen av vall har ökat med 250 000 hektar, eller 23 procent, under de senaste 25 åren. Under samma tid har dock antalet mjölkkor minskat. Överskottet av hö konsumeras av ett växande svenskt hästbestånd, som därmed inte bara ger jordbrukarna en ny marknad, utan också ger fördelar för jordbruksmarken och klimatet. Mest har vallodlingen ökat i storstadsregionerna där antalet hästar har ökat mest. Orsaken till att vallar höjer markens kolförråd är att fleråriga växter, i motsats till ettåriga växter som spannmål eller oljeväxter, producerar stora mängder underjordisk biomassa och därmed ökar inlagringen av kol i mullen (figur1).

Den positiva effekten av fleråriga växter har också visat sig vara betydande i regioner med få djur där man är specialiserad på växtodling men där så kallade fånggrödor ingår i växtföljden. Fånggrödor, eller mellangrödor, har använts med gott resultat i framför allt södra Sverige under 10–15 år i syfte att minska utlakningen av kväve från jordbruksmark. Vanligtvis har rajgräs använts som insädd i huvudgrödan på våren. Rajgräset växer och tar upp kväve huvudsakligen under hösten, efter det att huvudgrödan har skördats.

Genom att förlänga perioden av fotosyntes ökar fånggrödorna inlagringen av atmosfäriskt kol i växtmaterial som sedan blandas in i jorden. Våra forskningsresultat visar att ungefär en tredjedel av det kol som tagits upp i fånggrödan kommer att lagras in i marken. På detta sätt ökar kolförrådet i jorden, och kolet kommer att för lång tid vara borta från atmosfären. Kolinlagringen motsvarar ungefär ett ton koldioxid per hektar och år där fånggröda

Figur 1. Kolförrådet i marken styrs främst av fotosyntesen. Fleråriga växter är effektiva på att fånga upp kol.



odlas. Tyvärr har dock fånggröde-arealen minskat förra året på grund av uteblivet miljöstödet.

På många håll i världen pågår växtförädling i syfte att utveckla fleråriga jordbruksgrödor. Det återstår många problem, men om man lyckas så kommer det att finnas fleråriga spannmålsslag i framtiden med minskat behov av årlig jordbearbetning och sådd. Detta kommer också att leda till minskad utlakning av näringsämnen och minskad klimatpåverkan.

### Ekologisk odling ger sämre kolinlagring

Ökad produktion av biomassa leder till ökad kolinlagring i marken. Skötselåtgärder inom jordbruket som ökar produktionen är därför också bra för klimatet. Det positiva sambandet mellan gödning och kolinlagring har visats i många långliggande fältförsök. Svenska försök visar att det fastläggs ungefär 4 kilo koldioxid i marken för varje kilo kvävegödsel. Dessa 4 kilo kompenserar mer än väl den klimat-effekt som produktion och transport av kvävegödsel ger upphov till.

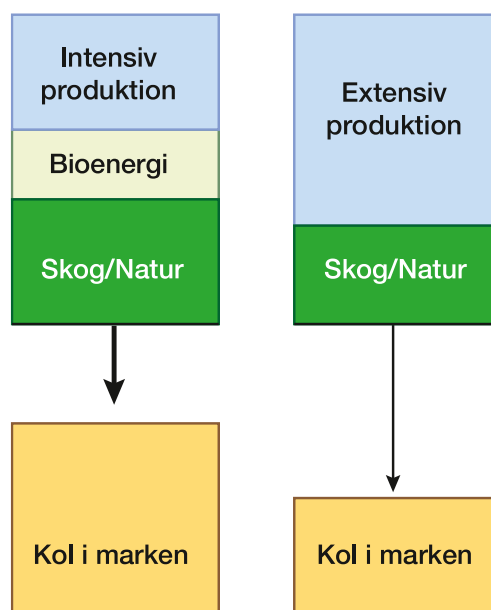
Odlingssystem som leder till lägre skördar, som till exempel sker vid uteslutande av mineralgödsel inom den ekologiska odlingen, leder till lägre kolförråd i marken och är därför inte klimatsmarta. För att producera samma mängd produkt som vid konventionell odling måste dessutom mer mark tas i anspråk vid ekologisk odling. På global nivå räcker dock inte odlingsmarken till för det. Lägre avkastning per yta leder därför i slutändan till att maten odlas någon annanstans och mera mark måste odlas; i värsta fall leder detta till uppodling av naturliga skogar eller gräsmarker som det har skett under de senaste decennierna i framför allt tropiska och subtropiska områden på

södra halvklotet. Den negativa klimatpåverkan av dessa indirekta effekter av låg produktivitet är ofta mycket större än dess direkta effekt på marken där odlingen sker (figur 2).

### Skörderester kan användas mer klimatsmart

Återföring av skörderester till marken ökar också kolförrådet i marken. Det har visat sig att skörderester i regel inte är lika effektiva i att öka kolförrådet i marken som växternas rötter. Dessutom kan skörderester användas för att producera bio-bränslen som kan ersätta fossila bränslen och härigenom minska utsläppen av koldioxid. Energin i halmen från ett hektar höstvetet till exempel räcker till för att producera kvävegödsel till 12 hektar vete. För att hålla en viss kolhalt i marken kan det därför vara klokare att exportera halmen för att producera bioenergi och i stället odla en fånggröda än att lämna halmen i fält efter en spannmålsgröda utan fånggröda. Ett system där man dessutom skördade fånggrödan sent på hösten för att

### Arealbehov för att producera en viss mängd



Figur 2. Låga skördar leder till att mera mark behövs för att producera samma mängd jordbruksprodukter. Mindre areal är då tillgänglig för alternativ markanvändning. Eftersom kolhalterna i åkermarken i regel är lägre än i skogs- och betesmarker minskar kolhalten om andelen åkermark minskar.



producera biogas och sedan förde tillbaka rötresten som gödselmedel skulle vara ännu bättre för klimatet och resurshushållningen.

Externa organiska resurser som inte används i dag inom jordbruket har en viss men begränsad potential för att öka kolförrådet i marken. På grund av föroreningar används i dag bara en liten andel av rötslammet från våra reningsverk inom jordbruket. Om allt slam skulle föras tillbaka till jordbruket och fördelades jämnt över all svensk åkermark skulle kolförrådet i marken öka med mindre än 10 kilo kol per hektar, eller motsvarande 37 kilo koldioxid. Detta är en väldigt låg siffra, och klimatfördelarna måste vägas mot riskerna vid återföring. Dessutom finns det alternativa metoder att utvinna näringsämnen i rötslammet som sedan kan föras tillbaka till jordbruket för att därmed ersätta mineralgödsel med kretsloppsgödsel.

Att sluta kretsloppen mellan stad och land är något vi måste bli bättre på i framtiden, och det finns många tänkbara vägar som vore resurseffektiva och klimatsmarta. Till exempel kunde man utvinna fordonsgas ur skörderester genom förgasning och återföra restprodukten, så kallat biokol, till jordbruksmarken. Detta skulle förmodligen resultera i att markens kolhalt ökade mer än om vi skulle ha lämnat skörderesterna kvar i fält. Vilka system som kommer att tillämpas i större skala i praktiken beror i slutändan på ekonomin. Å andra sidan är jordbruket redan i dag mycket beroende av bidrag. Nya klimatfokuserade miljöstödet och i viss mån kloka omprioriteringar av redan existerande bidrag kunde snabbt leda till stora klimatvinster.

# Bortom debatten om genetisk modifiering

## Vetenskap och växtförädling för ett hållbart jordbruk

Du är känd för att vara tydlig om vad som är rätt och fel inom ditt ämnesområde, sa Jan Fagius när han hälsade Torbjörn Fagerström välkommen till tisdagsföreläsningen den 8 mars 2015. Grönwallsalen var fullsatt när Fagerström inledde genom att deklarerar sin ambition med föreläsningen – att de av oss åhörare som var oroliga för genetiskt modifierade organismer (GMO) skulle gå hem mindre oroliga efter föreläsningen.

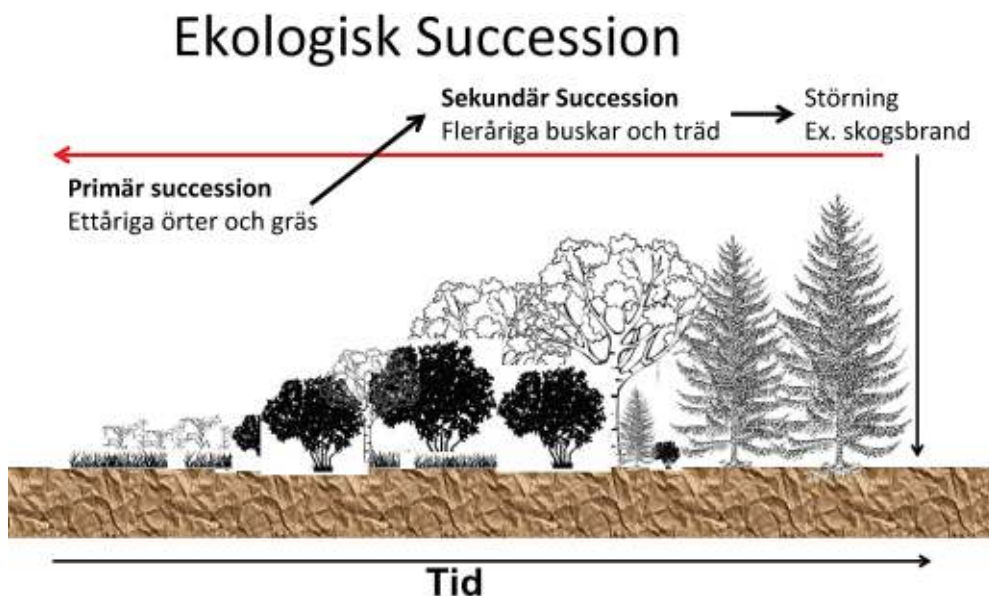
Vi fick vara med om en underhållande och tankeväckande timme, med pedagogisk argumentering om varför människans bruk av naturresurserna också borde omfatta möjligheterna att använda genteknik för vårt bästa, på ett för naturen skonsamt sätt.

### Jordbruk är att störa och styra naturen

Tanken att man kan bedriva jordbruk på ett naturligt sätt är fåfänglig, inledde Torbjörn Fagerström, det måste man inse. Det går inte att odla vete i en granskog, utbytet blir för dåligt. Låter man naturen ha sin

ostörda gång så blir det slutliga resultatet av den ekologiska successionen en täckande skog (figur 1). Jordbruk går ut på att störa successionen, att gå tillbaka till dess tidiga stadium, där ettåriga växter dominerar. Nästan alla våra kulturväxter är ettåriga och de flesta är gräs, trots att 80 procent av gräsen är fleråriga. Våra förfäder valde växtarter som var lätta att domesticera, där man kunde spara lätthanterliga frön till kommande år och inte behövde lägga möda på att lagra rötter och andra mer svårhanterliga produkter. Valet blev då ettåriga gräs.

*Torbjörn Fagerström är professor emeritus i teoretisk ekologi vid Lunds universitet och har varit prorektor vid Sveriges lantbruksuniversitet. Han höll en tisdagsföreläsning om genetisk modifiering den 8 mars 2016.*

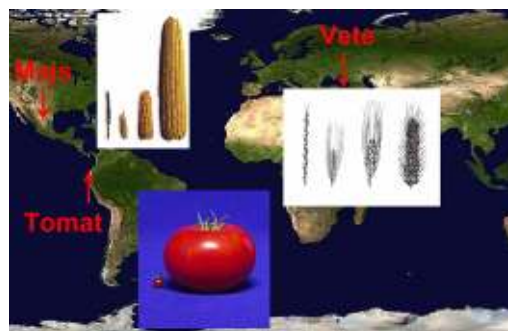


Figur 1. Utvecklingen över tiden av opåverkad natur.



Figur 2. Jordbrukets utveckling över tiden.

Jordbruket ska utvecklas på vetenskaplig grund. Torbjörn Fagerström presenterade nu det första av sina pedagogiska "ta hem"-budskap: Vi ska med vetenskap och beprövad erfarenhet styra jordbruket dit vi vill. Därefter fick vi en snabbkurs i jordbrukets utveckling från domesticering, över förädlingsrevolution och revolutionerande odlingsmetoder till dagens biotekniska revolution (figur 2). Domesticeringen började för cirka 10 000 år sedan med riset i Östasien, vetet i Mellanöstern och majsens i Mellanamerika. Sedan följde en lång period av primitivt förädlingsarbete, som innebar att bönderna kontinuerligt valde de bästa varianterna för sina odlingar, utan tillgång till någon kunskap om genetik. I början av 1900-talet kunde man dra nytta av Mendels upptäckt av lagarna för nedärvning och därmed blev förädlingsprocessen mycket mer effektiv och målinriktad (figur 3). I mitten av 1900-talet fick man nya kunskaper



Figur 3. Traditionellt förädlingsarbete har förbättrat våra bruksväxter oerhört mycket.

om arvsmassans funktion och om den arvsbärande DNA-molekylen. Nu erbjuder sig möjligheter att med hjälp av genteknik förstärka och försvaga befintliga egenskaper. Dessutom kunde man överföra egenskaper mellan arter som till och med är avlägset besläktade.

Gentekniken medför större exakthet än de tidigare förädlingsmetoderna. Den gör det möjligt att klippa ut just den egenskap man är ute efter, utan att dra med sig mindre önskvärda egenskaper (figur 4).

### Finns det grund för att vara rädd för GMO?

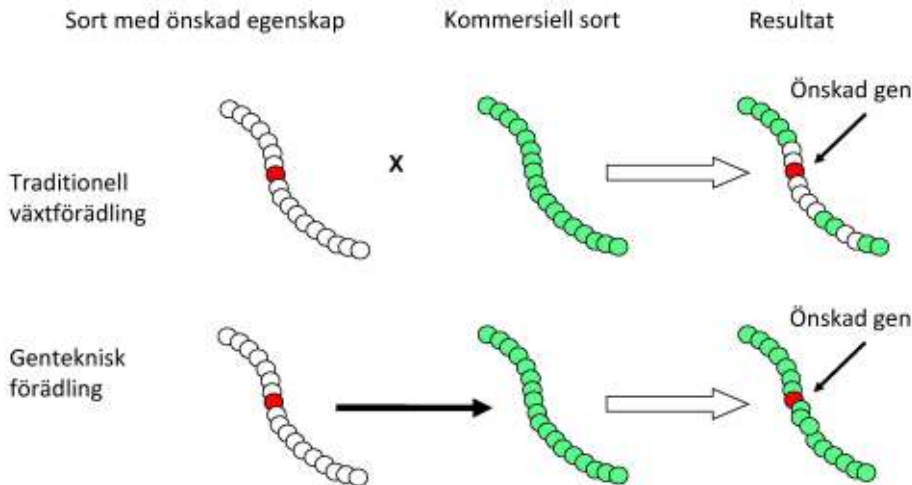
Det var dags för "ta hem"-budskap 2a: Uppfattningen att GM-grödor är ett hälso- och miljöproblem saknar vetenskapligt stöd. Omfattande riskforskning, rigorösa riskkrav och mer än 15 års erfarenhet har inte kunnat ge belägg för att dessa grödor skulle medföra de risker och problem som befarats.

Dock bör budskapet modifieras med ett tillägg, "ta hem"-budskap 2b: Oskicklig användning av GMO kan förstås ge problem. Det krävs att man använder sig av "Good Agricultural Practice", eller på gammaldags svenska – god lantmannased. Man kan jämföra med problemet med antibiotikaresistens inom medicinen, där oskicklig användning av antibiotika har ställt till med stora problem med resistenta bakterier.

### GM-grödor odlas över hela världen

I dag odlas GM-grödor på en yta som är hundra gånger större än den svenska åkerarealen, motsvarande 10 procent av den globala arealen. Det handlar främst om soja, majs, bomull och sockerrör. När det gäller soja och bomull utgör GMO hela 80 procent av den globala odlingen. Det är värt att notera att för några år sedan blev den





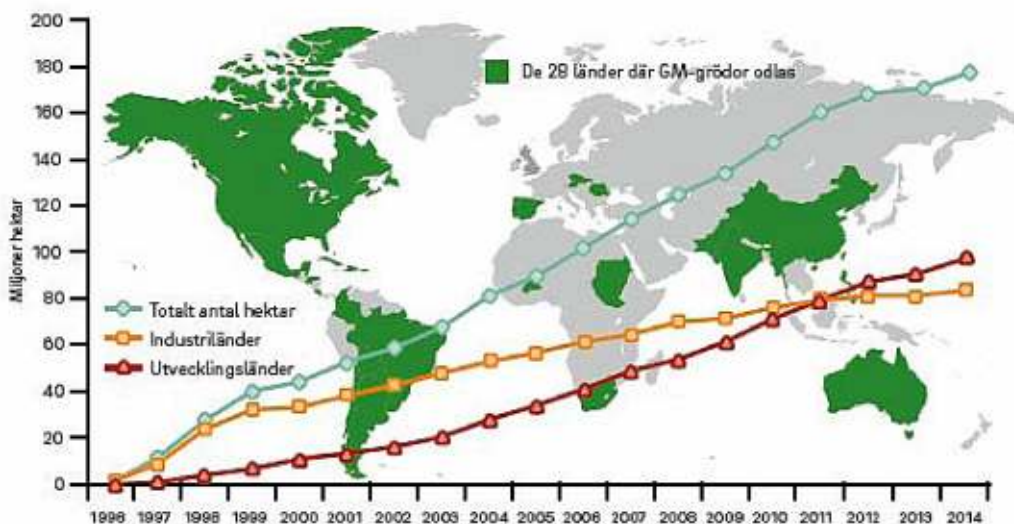
Figur 4. Traditionell förädling tar med sig oönskade egenskaper, medan gentekniken klipper exakt.

GMO-odlade ytan i u-länderna större än de industriella ländernas (figur 5). För det mesta handlar det om grödor som är resistent mot skadeinsekter och mot bekämpningsmedel. Men det finns också grödor som med hjälp av genteknik har berikats med vitamin A (kassava, majs, sötpotatis, ris) eller järn (bönor). Det "Gyllene riset" har tillförts vitamin A och har genom sin spridning räddat synen på miljontals människor.

Företaget Monsanto har kritiserats för att ha monopoliserat försäljningen av utsäde för GM-grödor och för att göra oskäliga vinster på den marknaden. Om man tittar på hur vinsterna fördelar sig mellan bönder,

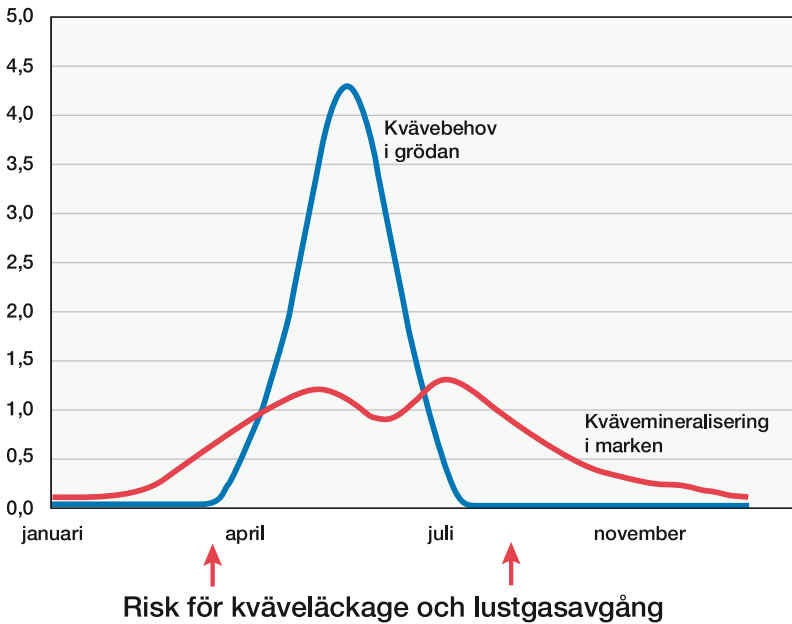
livsmedelsindustri/konsumenter och Monsanto när det gäller GM-soja får man en mer komplex bild. I USA, som har mycket starka patentlagar, tar Monsanto hem 57 procent av vinsten, medan de sydamerikanska bönderna kammar hem nästan 90 procent – de struntar i patentlagstiftningen! I resten av världen, där Europa ingår, förlorar våra bönder eftersom de måste konkurrera med den billigare importerade GM-sojan, samtidigt som EU:s lagstiftning hindrar dem från att själva odla sådan soja.

Efter detta övergick Torbjörn Fagerström till att ge några exempel på hur svenska forskargrupper med hjälp av



Figur 5. Den globala odlingen av GM-grödor i 28 länder från 1996 till i dag i industri-länder, utvecklings-länder och totalt. Källa: Clive James, 2012.

Kg kväve per hektar och dag



Risk för kväveläckage och lustgasavgång

Figur 6. Kväve lakas ut därför att grödans behov och leveransen från marken inte är synkroniserade. Diagrammet gäller höstvetet odlat på Ultuna i Uppsala.

Figur 7. Jerry Glover får här assistans av kung Carl Gustaf med att visa upp rotmassan hos det perenna präriegräset. Foto: Peter Sylwan

bioteknik försöker lösa problem inom jordbruket och hitta nya vägar för att bruka våra naturresurser.

### Övergödning och kväveläckage

Algblomningen i våra vatten har länge varit besvärande och ansetts bero på övergödning med påföljande kväveläckage. Boven i detta drama är egentligen inte gödningen utan att odlingsmarken ligger plöjd och naken halva året, då kvävet läcker ut till omgivande vatten. Bonden måste sedan gödsla för att ersätta det kväve som urlakats.

Det bästa sättet att undvika detta läckage vore att binda kvävet i en stor rotmassa över den icke-odlingsbara

perioden. Forskaren Jerry Glover har lyckats överföra gener från ett flerårigt präriegräs med stor rotmassa till våra ettåriga sädeslag (figur 7). Bonden behöver därmed inte höstplöja, kvävet finns kvar i rotmassan över vinterhalvåret. I framtiden kommer vi sannolikt att använda oss av fleråriga sädeslag i allt större utsträckning.

Man har räknat ut att denna förändring i odlingsmetod skulle minska kväveläckaget från svenska marker med 25 procent, motsvarande 12 000 ton per år. Dessutom får man som sidoeffekt att ett ton koldioxid binds i rotmassan. Ingen annan växtodlingsinsats har så stor miljöeffekt.

### Brunröta i potatis orsakade svält på Irland

I mitten av 1800-talet drabbades Irland av sju års potatismissväxt, orsakad av *Phytophthora infestans*, potatisbladmögel som orsakar brunröta (figur 8). En miljon irländare svält ihjäl och lika många utvandrade. Brunröten finns i hela världen och kan orsaka ett bortfall på 80 procent av skörden. Antingen accepterar man denna skördeförlost eller också är man hänvisad till intensiv bekämpning med svampgift, 12–15 gånger per sommar i våra trakter.

Det finns dock andra möjligheter. Den Tysklandsbaserade koncernen BASF har med bioteknik lyckats få fram en sort, Fortuna, som har fått en gen från en vildväxande potatissort från Anderna som är naturligt resistent mot brunröta. Detta är ett bra exempel på en miljögagnelig tillämpning av genteknik eftersom man slipper använda miljögifter. Men eftersom EU inte accepterar GMO så är Europa fast i kemikalieberoendet.

### Den fotosyntetiska fabriken

”Ta hem”-budskap 3: Växter är fotosyntesdrivna kemiska fabriker och





vi blir allt bättre på att styra produktionen i den fabriken. Om vi lyckas bejaka detta påstående innebär det inget mindre än en revolution, slog Torbjörn Fagerström fast.

Fabrikens bränsle är koldioxid och vatten, som genom fotosyntesen ger cellulosa. Med hjälp av molekylära tekniker kan denna omvandlas till diverse biologiska produkter. Ny teknologi kan återvinna, separera och rena produkterna till förädlade produkter av högre värde. En miljon kubikmeter ved produceras varje dag i de svenska skogarna, vår ojämförligt största råvaruresurs. Det är löjligt att koka papper av denna resurs, sa Torbjörn Fagerström.

Björkved till värme representerar det lägsta värdet i värdepyramiden, medan sofistikerade läkemedel hamnar i toppen (figur 10). Visionen skulle kunna vara att Europa blir en bioekonomi, baserad på den fotosyntetiska fabriken.

Vi fick också några exempel på värdefulla produkter som framställts i "fabriken" med användning av ny teknik. Jens Nielsen på Chalmers har tagit hjälp av bakterier och jästceller för att få fram smörjoljor och fetter (figur 11). Rodomiro Ortiz på SLU har domesticerat fältkrassingens för liknande syften. Leif Bülow från Lunds tekniska högskola har lyckats producera hemoglobin i växter och genom att processa detta ytterligare med bakterier och jäst få fram ett blodersättningsmedel som är mer stabilt och mindre toxiskt än de som vi traditionellt använder. På flera håll optimerar man produkter så att de är anpassade för en effektiv avfallshandling.

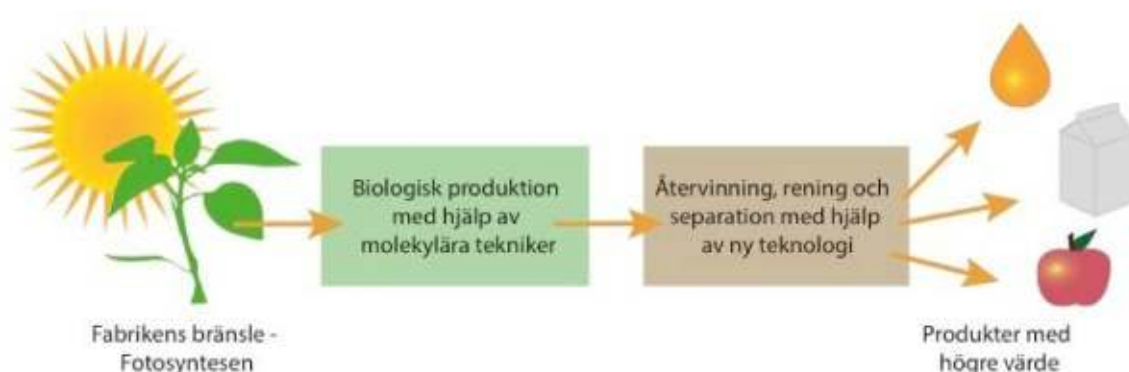
### Politik och regelverk fördröjer utvecklingen – särskilt i Europa

I Europa håller man nu på att nedrusta kompetensen för växtförädling. EU agerar destruktivt och prohibitivt

Figur 8. Potatisbladmögél och brunröta kan ge stort skördebortfall. I Europa är vi beroende av kemikalier för att bekämpa den. Men det finns en resistent potatissort framtagen med hjälp av genteknik.

Foto: Anna Åsman

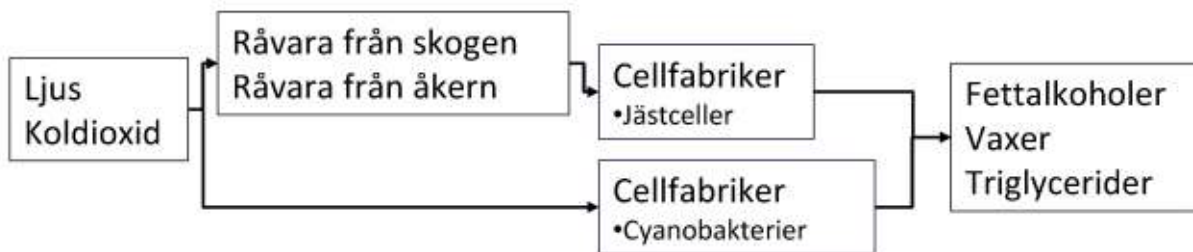
Figur 9. Den fotosyntesdrivna kemiska fabriken.



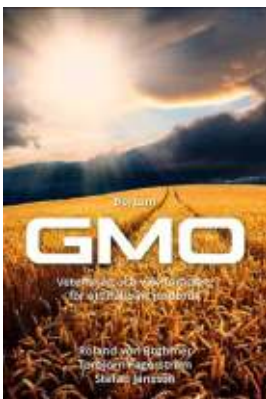




Figur 10. Värdepyramiden för produkter som kan utvinnas ur cellulosa.



Figur 11. Bioteknisk produktion av värdeskapande ingredienser. Källa: Jens Nielsen, Chalmers



Torbjörn Fagerström är en av författarna till boken *Bortom GMO* som gavs ut på Fri Tanke förlag år 2015.

när det gäller GMO, sa Torbjörn Fagerström. Man har en kommitté som beslutar vilka grödor som får odlas inom EU (Standing Committee for Food and Animal Health of the European Union). Den som söker tillstånd att odla en GM-gröda får ansöka till EU och får själv göra en riskvärdering, som utvärderas på vetenskaplig grund av European Food Safety Authority (EFSA). Därpå får varje land rösta om de godkänner ansökan eller ej. Sverige röstar alltid ja om EFSA har gett grönt ljus, liksom England, Nederländerna och några till. Men det hjälper inte, eftersom de flesta länderna, bland andra

Österrike och Luxemburg, i regel säger nej trots att det inte finns något vetenskapligt belägg för en sådan slutsats.

Torbjörn Fagerström avslutade sin föreläsning med sitt sista "ta hem"-budskap: Lyssna inte på osaklig kritik! Lyssna på vetenskapen! Han avtackades med långa applåder, trots att han valt att illustrera vetenskapens säte med en provokativ bild av Lunds universitet.

*Referat av Lennart Prage som är medlem i Senioruniversitetets arbetsgrupp för rapportserien.*

# Lantbruket en viktig del av samhället

Erik Westholm

Erik Westholms föreläsning avslutade serien om Marken – maten – miljön. Den handlade om lantbruket som de övriga i serien. Men han målade landsbygdens förändring med lite bredare pensel än övriga föredragshållare. Han började med en reflektion över sin ”hemmaplan”: Sveriges lantbruksuniversitet, SLU.

SLU är ett universitet av hög klass som står sig mycket bra i internationella jämförelser. Det har fantastiska möjligheter; erbjuder studenter en bred och hög tvärvetenskaplig kompetens. Det är ett sektorsuniversitet, arbetar ofta tätt ihop med näringarna och med inriktningen att hjälpa näringarna att utvecklas. Det är lösningsinriktat och dess huvudfråga är: Hur ska vi bäst kunna sköta det här hektaret? Jag ser ett universitet som ganska framgångsrikt hjälper till. Och det är förstås viktigt. Vad gör vi här och nu? Hur utvecklar vi dagens jordbruk? Hur vårdar vi vår produktion, vår konkurrenskraft, våra jordar och våra bönder? Det sker nu mycket viktig utveckling kring produktionen och det finns en optimism kring många delar av jordbruket. Det ser vi i SLU:s strategiarbete.

## Öppen reflektion och mindre tvärsäkerhet

Men med FN:s hållbarhetsagenda och Parisavtalet om klimatomställningen bakom oss så kommer det inte att räcka. De globala utmaningarna produceras av människor. Vi behöver se kunskapen om naturen och om samhället tillsammans. Det kommer att fordras en stark och fri samhällsvetenskap inom det här fältet. För en samhällsvetare blir frågan mera i stil med: Vad kan komma att hända med detta hektar? Vilka intressen, vilka

krafter, vilka aktörer riktar sig mot detta hektar? Vi behöver öppen reflektion, och kanske mindre fastspikade sanningar, mindre tvärsäkerhet kring olika sätt att bedriva jordbruk. Och vi kommer att behöva ompröva våra produktions- och konsumtionsmönster i grunden. Vi behöver mod för att ställa om; låt oss kalla det transformativt mod. Nu handlar det om att kunna kliva av de beroendestigar som har trampats upp under 150 år.

Det fordrar att universitetet har en stark självständig roll, för samhället är fullt av aktörer och institutioner som bromsar omställning, som vill fortsätta med det som deras historiska uppgift bygger på. SLU uppfattas i dag som *för* genetiskt modifierade organismer (GMO) och *mot* ekologisk odling. Det här är avgörande för SLU:s framtid. Vi får ingen bra forskning i lantbruksvetenskap om vi inte låter frågorna vara öppna för empiriska studier. Lantbruksforskning har i dag ingen position i forskarvärlden.

## Konsten att inte veta – men på vetenskaplig grund

Framtidens Lantbruk vid SLU är en tvärvetenskaplig forskningsplattform för att ställa dessa annorlunda frågor. Där är själva uppgiften att tänka långt fram i tiden och över ämnesgränserna. Det passar bra in på hur

*Erik Westholm är gästprofessor på Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Stad och Land. Han är också knuten till Institutet för Framtidsstudier. Han höll sin föreläsning för Senioruniversitet den 25 november 2015.*

moderna framtidsstudier brukar beskrivas: som ett sätt att se olika alternativ inför framtiden, att ge kunskap om handlingsalternativ som står till buds. Ibland kallas framtidsstudier för konsten att inte veta, men på vetenskaplig grund.

Uppdraget är att arbeta med jordbrukets framtidsfrågor och att göra det tvärvetenskapligt. Vi ska locka ut forskarna ur de hålur som de grävt i sina specialiteter och skapa aktiviteter över gränserna mellan alla ämnen. Vi gör det både med egen forskning, med doktorandkurser, med seminarier; alltid de långa tidsperspektiven och de stora utmaningarna. Och vi försöker göra det utåtriktat med bland annat konferenser i olika delar av landet.

Hur rustar vi kunskapsmässigt för att klara lantbrukets framtid? Vilka krav ställs på forskning och utbildning? Där står vi mitt i en pågående och nödvändig brytningstid.

Det senaste året har diskussionen om det svenska jordbruket haft en framskjuten plats i medierna. Diskussionen har gått efter flera linjer. Den har handlat om knorren på grisarna, om vår låga självförsörjningsgrad, om antibiotikaanvändningen, om idisslarnas klimatpåverkan, om GMO, om ekologiskt jordbruk, om mat och hälsa och djurvälstånd. Om behovet av strategi för Sveriges livsmedelsförsörjning. Att vi måste fundera en gång till på varför jordbruket i Sverige är viktigt. Och om de cirka 10 miljarder kronor som årligen går via EU till svenskt jordbruk, och som de flesta partier vill minska, ta bort eller åternationalisera.

Under 2015 fick vi också en utredning om det svenska jordbrukets konkurrenskraft, en satsning på en svensk livsmedelsstrategi och en ny parlamentarisk landsbygdsutredning.

## Ny spelplan kring jordbruket

Alla dessa diskussionsämnen bildar inte precis något vackert klingande ackord. Tvärtom är de fulla av motsättningar. Det ställs många krav på jordbruket. Men diskussionen pekar på ett ökande intresse för matproduktionens villkor, ett intresse som jag tror har kommit för att stanna. Det ska vi vara tacksamma för. Jordbruket är av central betydelse för att undvika krig och konflikter, för biodiversitet, för landskap, landsbygd – och för möjligheterna att bromsa klimatförändringen.

Den stökiga debatten hänger ihop med att det håller på att växa fram en ny spelplan kring jordbruket. Den följer en mer allmän omprövning. Det första är att vår syn på framtiden har förändrats. De globala utmaningarna kring befolkningstillväxt och ekonomisk tillväxt, energifrågan och klimatförändringen har vi känt till men skjutit på framtiden. Nu flyttar de här frågorna in i dagens jordbruksdiskussion. Det finns en förväntan på att trycket på mark ökar i världen, och att alla biobaserade produkter uppvärderas. Det föder både oro och förhoppningar; och det gäller bland annat matproduktionen. Jordbrukets framtid blir en viktig fråga.

Det är inte bara det att framtiden har komprimerats in i nutid. Det är också det rumsliga, vår geografi. Nästan ingen fråga är svensk längre, vare sig vi pratar om politik eller marknader så tänker och agerar vi både lokalt och globalt. Det här går hela vägen ner till den enskilde bonden som följer vetepriiset i Asien för att kunna prissäkra årets skörd. Och ändå – allt jordbruk är plats-specifikt, lokaliserat, beroende av en samling av unika förhållanden.

Vi behöver en ny grön revolution för ökad produktion av livsmedel. Men den måste också lösa flera andra



problem, till exempel växthusgaserna och den biologiska mångfalden. När vi måste lösa både dagens och framtidens frågor och vara både lokala och globala bjuds det på många paradoxer som gäller bland annat klimatfrågan, konkurrenskraften och idisslarnas roll.

### Klimatfrågan

Klimatförändringen har vuxit från ett litet orosmoln vid horisonten till att nu förmörka himlen för många generationer framåt. När Världsbanken presenterade sin rapport om att vi är på väg mot 4 graders uppvärmning så ordnade vi genast en temadag på SLU kring vad detta kan betyda för svensk matproduktion. Och vad våra myndigheter gör för att förbereda eller hindra en sådan utveckling.

Klimathotet i globalt perspektiv ser nu förskräckande ut. I Sverige ser det ut som att vi i ett medellångt perspektiv kan få bättre produktionsförutsättningar med högre avkast-

ning, längre odlingsäsong och så vidare. Vårt jordbruk kan alltså bli viktigare på sikt, spela större roll i en värld som behöver mer mat.

### Konkurrenskraften

Vårt jordbruk måste vara konkurrenskraftigt för att överleva. Så enkelt är det. Om vi inte kan sälja grisköttet så kommer vi inte att ha några grisar, och då spelar det ingen roll hur bra de har det.

Men vi får inte agera som om det fanns en frihandel byggd på likvärdiga villkor världen över. En sådan frihandel fordrar mycket stark politik för att fungera. Annars blir den en tävling ner mot botten när det gäller djurvälstånd, antibiotika, biologisk mångfald och klimatomställning. Enbart frihandel kommer inte att ge oss ett lantbruk som håller i längden eftersom ett sådant lantbruk har kostnader som inte prissätts på en fri marknad.

Kornas existens är djupt rotad i mänsklig kultur, skriver Erik Westholm.

Foto: Rune Andersson







Odlingsrösen i  
Storvreta.  
Foto: Mats Wilhelm



## Idisslarnas roll

Vi vill ha kvar våra öppna landskap i Mellansverige. Vi vill värna om kött- och mjölkproduktionen. Den spelar stor roll för landsbygdens livskraft i delar av Mellansverige. Vi vill äta svenskproducerat kött, helst från naturbetesmarker i vår närhet.

Och samtidigt visar fler och fler studier att den ökande köttkonsumtionen står för alltför stor del av växthusgaserna. Det ser ut som om vi inte kan nå tvågradersmålet utan en radikal omläggning av den globala dieten. Det finns olika uppfattningar, men min poäng är att visa hur svårt det blir när vi måste hantera både flera geografiska nivåer och flera olika tidsdimensioner. Kornas existens är så djupt rotad i mänsklig kultur att det fordras en enorm omställning av vårt tänkande för att vi ska erkänna kossan skyldig. Det möter motstånd på alla nivåer. Men det finns exempel på värderingsförändringar som kommer snabbt och plötsligt, frigör sig som en ispropp i en smältande älv.

Intressant i sammanhanget är att IARC (International Agency for Research on Cancer, WHO:s informationsorgan för cancer) just klassat konsumtion av processat kött som cancerframkallande samt rött kött som troligen cancerframkallande. Det här innebär att det även finns hälsomässiga skäl att minska produktion och konsumtion av kött.

## Komplexa forskningsfrågor

Så här krångligt är det, så svårt är det att slå fast vad som är bäst, så komplexa är de problem som forskningen ska hantera. SLU har några studier på gång. En handlar om möjligheterna att förbättra proteinförsörjningen. Och olika koster utvärderas när det gäller ekonomi, miljö, påverkan på landskapet och en rad andra aspekter

och jämförs sedan med nuvarande kostmönster.

En studie handlar om det svenska lantbrukets strukturomvandling. Påfallande lite har gjorts kring detta sedan vi gick med i EU. Det finns faktiskt ingen tydlig bild av vad som har hänt med till exempel gårdarnas storlek och antal, och med produktionens inriktning i olika delar av landet.

## Upplandsbönderna – en slags samhällsvetare

Vi på SLU har också gått ner på gårdsnivå med intervjuer med lantbrukare. Vi tog ut en provyta i Uppland, från det storskaliga slättjordbruket och in emot skogen och besökte varje gård. Hur ser deras framtid ut? Vad styr deras beslut? Vi kommer inte långt med teorin om "economic man". *Homo economicus* finns inte. Det har att göra med att det är så otroligt grumligt vad som är ekonomiskt vettigt inom jordbruket. Man måste ha tilltro till det man satsar på. Grannarna är viktiga, och maskinparkens statusvärde är viktigt. Mycket av detta handlar om att det är så svårt att avgöra vad som är ekonomiskt optimalt, och att det varierar beroende på arealer, markslag och bördighet.

På systemnivå finns det en enorm tilltro till ekonomisk effektivitet, men vi hittar inte riktigt motsvarigheten till detta bland Upplandsjordbrukets bönder. De är kan man säga idéburna och idén är ofta väldigt personlig. Maskiner, skala och livssituation måste matcha. Nästan alla har extern arbetskraft för att parera ojämna insatser. Det är ett livspussel. Det handlar bland annat om alternativa inkomster, familjesits och arvtagare. Inga praktiker är intresserade av det mest effektiva produktionssättet.



Ingen bryr sig om modellösningar. I stället handlar det om en sammanvägning av en mängd olika förhållanden och värden. Vilken vardag vill man ha? Djurskötsel eller inte? Lantbruk är heltid hela livet. Man värderar tid mer än pengar, men måste ha tillräcklig inkomst för sin livssituation.

Bönderna vill lösa energiproblem och miljöproblem. Deras yrke är verkligen ett kunskapsyrke. De läser mycket, de är i fronten. Och de reflekterar över lantbrukets många funktioner. De bönder som har

överlevt till nu är inte bara experter på jordbruk. De behärskar både politik och marknader, de klarar ofta att hantera både korta och långa perspektiv, och de ser sin plats i en större värld. De är faktiskt en slags samhällsvetare. Intervjuerna kan ibland ge intryck av att lantbrukarna redan har gått igenom den process som lantbruksforskningen står inför. Bönderna är kunnigare än universiteten som är alltför specialiserade. Bönderna pratar om ett mycket större system än vad forskarna gör.

# Den ohållbara vattenanalfabetismen

Malin Falkenmark

Vatten är livets blod. Ingen klarar sig utan vatten mer än några dagar. Detta gör den omfattande vattenanalfabetismen hos allmänheten obegriplig och i längden förödande. Man ser inte hur miljöproblemen hänger ihop via vattnets många samtidigt funktioner.

Människan kan inte leva utan vatten – själva människokroppen utgörs till 70 procent av vatten. För en person på 60 kg motsvarar det fyra fulla tiolitershinkar. Nomader vandrar mellan vattenhål. Samhället klarar sig inte utan vatten som hela tiden måste tillföras för hushåll, industri och kraftproduktion. Djur och växter är lika vattenberoende som människan. Växtproduktionen är vattendriven; vatten är den ena råvaran vid fotosyntesens produktion i bladen av växtmassa, koldioxid ur luften är den andra.

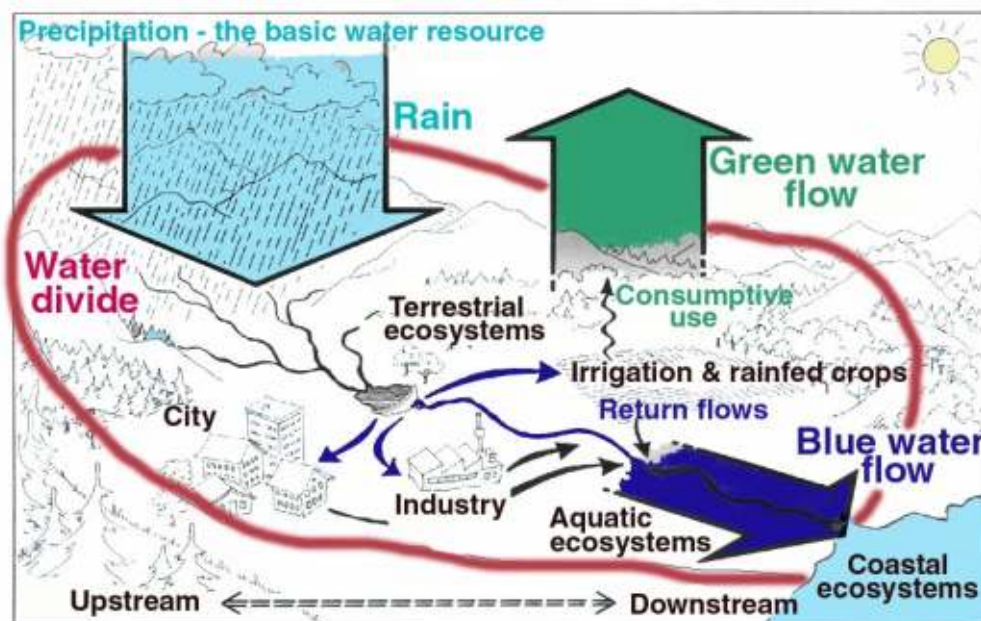
Våra barns framtid är uppenbarligen genuint beroende av hur vattnets kretslopp mellan hav, atmosfär och kontinenter då kommer att te sig. Väsentligt är exempelvis att förstå att vattnet aldrig "tar slut". Det kommer

alltid nytt regn som bildar nytt vatten i marken, i grundvattenlagren och i vattendragen. Däremot växer jordens befolkning i storlek med ytterligare 2 miljarder redan till år 2050, framför allt genom den ökade medellivslängden. Tillväxten är dessvärre störst i vattenfattiga områden på de torra breddgraderna. Där är hunger och fattigdom också störst, och där är det svårast att ordna basal vattensäkerhet.

## Vattnet i naturen

Landskapets vattenmoduler är avrinningsområdena där vatten hela tiden är på vandring mellan vattendelaren i höjdområdena och utloppet i dalens nedströmsände. Regnvattnet tar två vägar ut från avrinningsområdet (figur 1): som

Malin Falkenmark är professor i internationell hydrologi. Hon höll under våren 2012 en tisdagsföreläsning med rubriken "Vatten inför 2000-talet, globala utmaningar och möjligheter".



Figur 1. Regnvattnet tar två vägar genom ett avrinningsområde: som vätskeformigt "blått vatten" via vattendrag och grundvatten mot utloppet, och som "grönt vatten" via markvatten och avdunstning mot atmosfären. (Källa: SIWI)

grönt vatten via markvatten och avdunstning till atmosfären, och som blått vatten i vattendrag och grundvattenlager mot utloppet. Ingenjörerna sysslar mestadels med blått vatten och ordnar bland annat så att det genom vattenledningar leds till och från industri, städer och samhällen. Jord- och skogsbrukare sysslar med grönt vatten i marken från infiltrerat regn, vatten som sugs upp av växternas rötter, transporterar näringsämnen upp genom stammen/stjälken till bladytorna, där tillväxten äger rum och vatten och koldioxid förenas till ny växtmassa genom fotosyntes.

I internationella flodsystem som exempelvis Nilen kan vattenberoendet utlösa intressekonflikter mellan befolkningarna uppströms och nedströms. Egypten känner sig exempelvis hotat av att utvecklingen i länderna uppströms i både Etiopien och runt Viktoriasjön kommer att reducera mängden vatten i Nilen som rinner in i Egypten.

I torra savannområden i exempelvis Afrika kan torrperioder till och med tvinga människor att ge sig av mot närliggande fuktigare områden, där de ibland hamnar i konflikt med den lokala befolkningen som i till exempel Darfur. I jordbrukslandskap kan torrperioder då skörden fallerar till och med utlösa självmordsepidemier bland bondebefolkningen som ser sin ekonomi hotad.

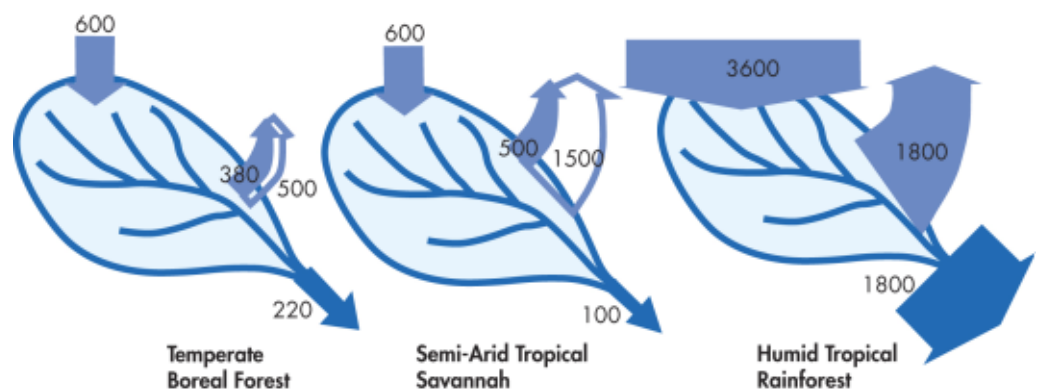
## Vatten och utveckling

Det är viktigt att förstå de stora hydroklimatiska skillnaderna mellan olika regioner i världen och deras olika konsekvenser för svårigheterna att ordna vattenförsörjning och jordbruksproduktion – mellan måttligt med vatten i tempererade områden, ”för lite” vatten i arida och semiarida områden, och ”för mycket” vatten i regnskogsområdena (figur 2).

En fundamental svårighet för samhällsekonomisk utveckling i stora områden är nederbördens variabilitet, det vill säga hur den varierar mellan våta och torra perioder under året respektive mellan olika år. I stora områden råder monsunklimat med regntid då regn kan förekomma och torrperioder utan något regn. För att säkra ekonomisk utveckling måste man hitta sätt att bemästra den här växlingen mellan våta perioder med flöden och översvämningar, och torra perioder med torka och svält. Erfarenheten tyder på att det helt enkelt krävs en grundläggande vattensäkerhet för att en samhällsekonomisk utveckling ska komma igång.

Man kan i princip skilja på tre kategorier av länder (figur 2): de som har ”besegrat” sina hydrologiska utmaningar (de rika industriländerna), de som i sin fortsatta utveckling är ”hindrade” av hydrologiska svårigheter som översvämningar eller omfattande vattenförorening (gäller många av

Figur 2 visar tre avrinningsområden med stora skillnader mellan nederbörd, potentiell avdunstning (”atmosfärens törst”, vita pilen), verklig avdunstning (blå böjda pilen) samt resulterande avrinning i vattendragen. I de humida tropikerna kan den stora nederbörden tillgodose hela ”atmosfärens törst”. Den verkliga avdunstningen är därför lika stor som den potentiella. I de arida tropikerna kan däremot bara en bråkdel av ”törsten” tillgodoses och nästan varenda vattendroppe avdunstar.





BRIC-länderna), och de som alltjämt är ”fångar” under sina hydrologiska förhållanden (de fattiga länderna i jordens torrområden varav flertalet i Afrika söder om Sahara).

Vad händer då de närmaste 50 åren? Befolkningstillväxten fortsätter, framför allt genom den ökande livslängden; det tillkommer ytterligare runt 1 miljard i Afrika och 1 miljard i Asien. Flertalet av dessa kommer att bo i städer. Resultatet blir att behovet av vatten ökar stort till hushåll, industri och kraftproduktion – men framför allt till matproduktion.

### **Vatten och matproduktion**

Matproduktionen kräver mycket vatten – upp till 1 300 m<sup>3</sup> per person och år beroende på bland annat mängden kött i dieten och jordbrukets produktivitet. Det motsvarar cirka 70 gånger hushållens vattenbehov, där man kan klara sig på 50 liter per person och dygn. Merparten av vattnet till matproduktionen är grönt vatten, det vill säga infiltrerat regn som växterna förser sig med från jorden. Om jorden är för torr bevattnar man genom att tillföra blått vatten från vattendrag, sjöar eller grundvatten.

Inför framtiden måste vi alltså räkna med att mycket stora mängder vatten behövs för att odla tillräckligt med mat för den växande världsbefolkningen. Många tätbefolkade länder kommer inte att klara detta. De kommer att behöva importera det som saknas. Därför måste vi räkna med att handeln med mat måste mångfaldigas redan långt före år 2050.

En annan viktig fråga gäller hur man kan skydda vattenberoende ekosystem från nedbrytning genom mänsklig verksamhet i landskapet. Terrestra ekosystem (skogar, savanner) är växtsamhällen som

livnär sig på grönt vatten i marken, medan akvatiska ekosystem i våtmarker, sjöar och vattendrag lever i vattenområden fyllda med blått vatten. Utmaningen nu gäller att vi lyckas ta oss vidare från gårdagens tänkande att söka svar på frågan varför ekosystemen ska skyddas, till dagens behov att söka svar på frågan vilka ekosystem som i första hand måste skyddas och hur det i verkligheten ska gå till.

### **Vatten och klimatförändring**

Klimatförändringen drabbar jordens befolkning framför allt via vattenfenomen. Vi lever inte i atmosfären, vi lever i landskapet dit vattnet kommer i form av nederbörd. Vi drabbas därför via tätare och mer extrema regnflöden, översvämningar och allt svårare torrperioder, genom ändrad vattentillgång, ändrat grundvattenstånd, ändrat sjövattnestånd, ändrad vattenkvalitet och så vidare.

För att begränsa den pågående klimatförändringen krävs det att olja som tas från djupa jordlager och som förstärker den globala uppvärmningen ersätts med förnybart bränsle (till exempel biobränsle) – för att undvika att hela tiden fylla på atmosfären med mera koldioxid och förvärpa klimatförändringen. Men produktionen av sådant biobränsle måste konkurrera med matproduktionen om det åtkomliga vattnet.

### **Möjligheter**

Även om problemen kanske verkar överväldigande har vi lärt av historien att människan är synnerligen uppslagsrik och ytterst skicklig på att anpassa sig. Här ska bara nämnas några få av alla de möjligheter vi har att i enskilda länder nu navigera på ett sådant sätt att vattenutmaningarna kan bemästras.

*Möjlighet 1.* Minska jordbrukets vattenförluster. De betydande men samtidigt onödiga vattenmängder som genom förluster av olika slag går åt till matproduktion måste undvikas: vattenförluster på grund av usel markvård (till exempel att regnet inte infiltrerar utan rinner av som häftiga flöden, eller att jordens vattenhållande förmåga inte underhålls utan regnvattnet rinner rakt genom rotzonen), samt slöseri med mat som ruttar oanvänd i avsaknad av kylanläggningar eller som i onödan slängs i hushåll och på matställen.

*Möjlighet 2.* Säkra att vitala ekosystem är friska. Det innebär att både säkra minimiflöde i vattendragen och minsta acceptabel vattenkvalitet – båda med tanke på de akvatiska ekosystemen, och att begränsa avskogning och markomvandling med tanke på störning både av de terrestra ekosystemen och av atmosfärens generering av ny nederbörd.

*Möjlighet 3.* Föreina olika former av vattenanvändning eller vattenpåverkan genom att balansera olika intressen. För detta krävs en vattenförvaltning med integrerad överblick över avrinningsområdet i landskapet och de förändringar som sker där. I vårt område ska det ske inom ramen för EU:s ramdirektiv för vatten.

*Möjlighet 4.* Förmågan att vara smarta när det gäller balansen människa–samhälle–ekosystem. Människan är välutrustad när det gäller intelligens, simultankapacitet, påhittighet och möjligheten att lära sig balansera olika intressen. Men det kräver att vattenanalfabetismen utrotas och att grundläggande vattenförståelse breder ut sig i samhället.

## Sammanfattning

- Vattenkretsloppet är biosfärens blodomlopp. Det binder samman alla vattenrelaterade fenomen och aktiviteter. Vattnet tar aldrig slut; det förnyas hela tiden genom ny nederbörd.
- Människa och ekosystem lever på samma vatten: det som cirkulerar i vattenkretsloppet.
- Vattnet rör sig innanför landskapets vattendelare, dels som "blått" vätskeformigt vatten i vattendrag och grundvattenlager, dels som "grönt" vatten i markzonen och vidare genom växterna tillbaka till atmosfären. I atmosfären rör det sig med vindarna som ångflöden på väg att kondenseras till ny nederbörd i områden dit vinden för dem.
- Utmaningarna utgörs av befolkningsökning, tillräcklig matproduktion för den växande befolkningen och för att utrota hunger och undernäring, intensifierad odling av biobränslen för att ersätta fossila bränslen som orsakar klimatförändring, samt den störande oföretagsamheten inför allt mer omfattande vattenförorening.
- Det gäller att utveckla en konstruktiv syn på skyddet av ekosystem – från varför till vad och hur – att inse de stora möjligheterna att nyttiggöra vattenförluster samt människans betydande intelligens, smarthet och anpassbarhet.

För nästa generation är det fundamentalt med en tydlig vattenförståelse. Att detta inte redan är en del av allmänbildningen är helt enkelt obegripligt.

## Vatten – tillgång och efterfrågan

*Eva Willén*

God tillgång till vatten av hög kvalitet anses som en självklarhet i Sverige. Det pågår ett kontinuerligt arbete för att göra något åt kvalitetsbrister hos råvatten, bland annat inom jordbruket för att åtgärda urlakning av näringsämnen och bekämpningsmedel. I globalt perspektiv gör ineffektiv vattenanvändning att grundvattenmagasin töms, vattenflöden påverkas eller torrläggs och sötvatten försaltas. Det viktigaste för att klara vattenbehovet framåt är att öka effektiviteten i jordbrukets vattenanvändning.

Tillgång till vatten har haft stor betydelse för var människor har valt att bosätta sig. Världens tidiga kulturer uppstod i anslutning till stora floder som Eufrat, Tigris, Nilen, Ganges och Gula floden. I Sverige var det särskilt Mälardalen, Bråviken med sjösystem liksom Västgötaslätten med Hornborgasjön som tidigt var attraktiva boendemiljöer, liksom vissa kusttrakter. Markens bördighet, närheten till goda transportleder samt tillgången till hälsosamt vatten har haft avgörande betydelse.

Skandinavien är lyckligt lottat när det gäller tillgångar på färskvatten. Det gäller också stora delar av norra Asien, Kanada och områden som har

stora vattendrag inom sina gränser, som Amazon- och Kongofloderna. Påtagliga bristområden är många sydliga länder i Europa liksom de flesta afrikanska länder och södra Asien. Särskilt på de två sistnämnda kontinenterna används vatten till största delen för jordbruksändamål eftersom befolkningsutvecklingen är så expansiv. Detsamma gäller för en så regnfattig kontinent som Australien, där framför allt de östra kustområdena är kraftigt uppodlade. I den mest industrialiserade delen av världen går det i stället åt mycket vatten till industrisektorn och hushållen.

*Eva Willén är docent i akvatisk växtekologi. Hon ledde våren 2016 tillsammans med Anders Wilander studiecirkeln "Bara vanligt vatten, eller?".*



I Etiopien är det långt till vatten i många områden. Här bevattnas djur i ett vattenhål.  
Foto: Eva Willén



### Vattensamarbete mellan länder

Många vatten delas mellan länder, något som skapar konflikter men också stimulerar till samarbeten. Det finns mer än 260 gränsöverskridande floder och sjöar i världen och cirka 200 akviferer med grundvatten som berör flera länder. (En akvifer är en geologisk bildning som lagrar grundvatten med så stor kapacitet och genomsläpplighet att grundvatten kan utvinnas i användbara mängder.) Särskilt vanligt är detta i Afrika, Asien och Europa. Exempel på välkända floder som i sitt lopp passerar och nyttjas av flera länder är Donau i Europa, Mekong i Asien och Nilen i Afrika. Trettionio länder har mer än 90 procent av sitt territorium inom ett eller flera gränsöverskridande vattensystem. Här är det nödvändigt med samarbeten för att undvika konflikter och nå stabilitet och regional utveckling. Samarbeten är också gynnsamt då det gäller att få medel till investeringar för att behålla eller höja vattenkvaliteten och hämma exploatering av biologiska resurser, till exempel fisk.

Trots detta uppstår det ofta konflikter som beror på att det saknas mer konkreta och detaljerade krav på vattenfördelning, vattenkvalitet och åtaganden som olika länder ska leva upp till. När det gäller grundvatten är det särskilt viktigt att ha arrangemang för att kontrollera och reducera föroreningar och ålägga gemensamt ansvar för inblandade nationer. Här har Förenta Nationerna utarbetat konventioner som uppdateras kontinuerligt ([www.unece.org/env/water](http://www.unece.org/env/water)).

### Tillgång och kvalitet brister i många länder

Vattenanvändningen i världen har ökat allt mer. År 2025 beräknas 1,8 miljarder människor få knapphet på vatten på grund av brist på källor med tjänligt vatten eller för att de saknar ekonomiska resurser att skaffa ett hälsosamt vatten. För 40 procent av världens befolkning är vattenbristen allvarlig redan nu.

Åttio procent av sjukdomarna i utvecklingsländer beror på ofullständig behandling av dricksvatten



Hälften av råvattnet i Sverige kommer från ytvatten. I Uppsala infiltreras vatten från Fyrisån i Tunåsen norr om stan, och bildar konstgjort grundvatten. Bilden är från en del av Fyrisån som ligger söder om stan.  
Foto: Birgitta Johansson

eller ingen behandling alls. Det finns internationella normer för vattenkvalitet utarbetade med hänsyn till människans hälsa och med riktlinjer för sjukdomsalstrare som bakterier, virus, protozoer och parasitiska maskar, men också för kemiska substanser (World Health Organization 2011). Där ges också råd om riskbedömning i speciella situationer, som vid långa transporter av vatten, vid matproduktion och vid katastrofer.

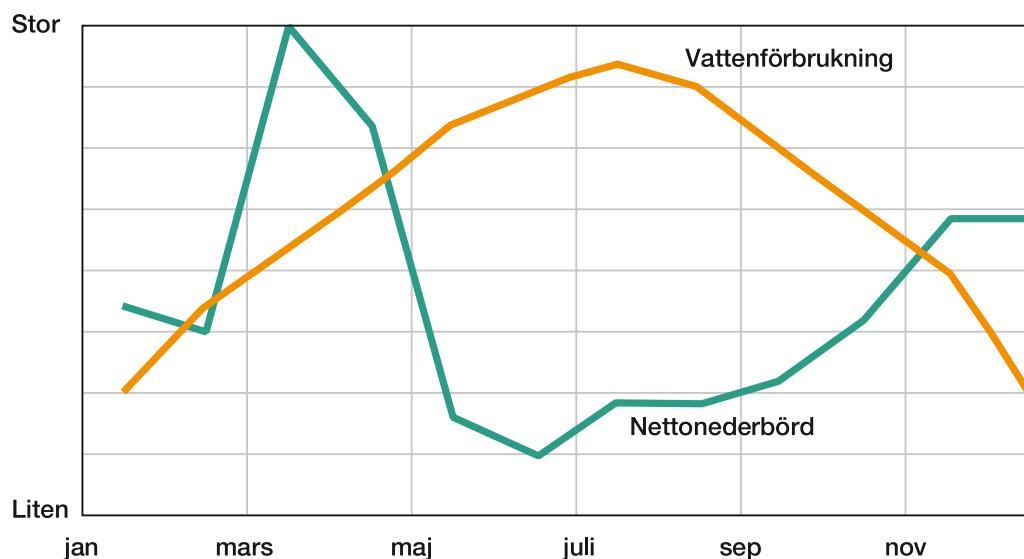
WHO har också gjort beräkningar som anger att 20 liter vatten per person och dag ska betraktas som bastillgång som egentligen inte räcker till fullt ut när det gäller hygien och tvätt. För detta behövs 50 liter och inte lång gångväg till tappkran. För att inte på något vis äventyra hälsa och för hushållet viktiga funktioner betecknas 100 liter som optimalt.

### Oftast god vattentillgång i Sverige

I vårt land är vattenanvändningen 160 liter per person och dygn, och vi är i regel väl försedda med vatten av god kvalitet både för hushålls- och rekreationsändamål. Hälften av det vatten vi använder tas från sjöar eller rinnande vatten (ytvatten) och den andra hälften från grundvatten eller ett infiltrerat konstgjort grundvatten.

Exempel på en ort med infiltrerat grundvatten är Uppsala, där vatten från Fyrisån infiltreras i Tunåsen för att förstärka grundvattentillgången. För att jämna ut Fyrisåns flöde pumpas i sin tur vatten från sjön Tämnaren till Fyrisån.

När det gäller tillgång till grundvatten kan det i vissa befolkningstäta områden i vårt land uppstå brist framför allt sommartid då grundvattenbildningen är liten och behovet av vatten är stort. Nettonederbörden (nederbörd minus avdunstning) kan sommartid vara mindre än vattenuttaget och då finns det risk för sinande brunnar i kustnära områden eller på öar som då får saltvatteninträngning i brunnar och ökad bakterietillväxt (figur 1). Exempel på attraktiva turistområden med tidvis ansträngda grundvattenmagasin är delar av Stockholms och Blekinges kuster och skärgårdar samt vissa regioner på västkusten. I takt med ökad exploatering av populära kustområden kommer det att behövas krafttag för att rädda dricksvattenförsörjningen och hejda ett oreglerat uttag av grundvatten. Det är också av vikt att ställa stränga krav på avloppshantering för att undvika att bristfälligt renat avloppsvatten infiltrerar till grundvattnet.



Figur 1. Nettonederbörd och vattenanvändning i kustnära områden i mellersta Svealand. Källa: Dricksvattenförsörjning i kustnära områden (SGU, [www.sgu.se](http://www.sgu.se)).

## EU-normer för vattenkvalitet

I riktlinjer för dricksvattenkvalitet används i första hand koliforma tarmbakterier som ett mått på bakteriella föroreningar. Denna bakterietyp tjänar som en indikator för många andra sjukdomsalstrare även om det finns tydliga gränsvärden för många organismer. Den sjukdomsframkallande formen av *Escherichia coli*, som tarmbakterien heter, ska inte finnas alls i dricksvatten. I rekreationsvatten som stränder av sjöar och hav finns också gränsvärden för denna bakterie som ska vara mindre än 100 per 100 ml vatten om badplatsen ska anses tjänlig.

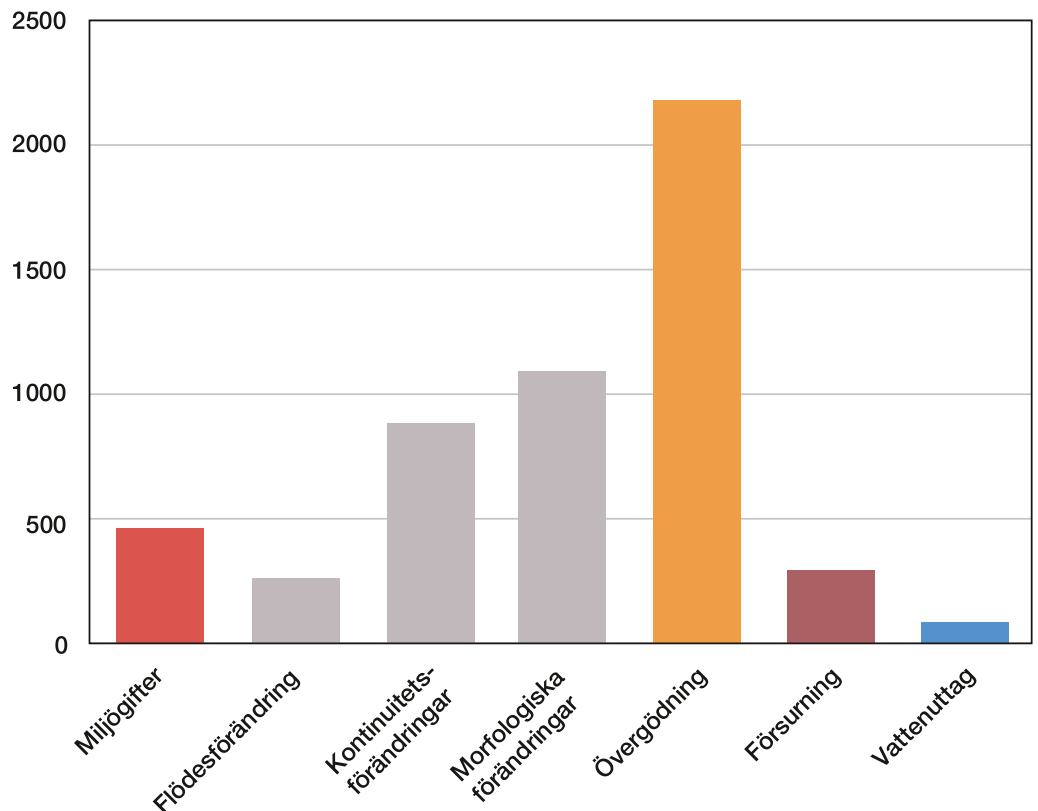
För att klassificera kvaliteten på vattenförekomster för länder inom EU har särskilda normsystem utarbetats där fokus särskilt är inriktat på hur tillståndet är för den levande delen av ekosystemen, den så kallade ekologiska statusen. Man använder för bedömningen ett antal indikatorer som speglar olika delar av närings-

kedjan i ett vatten från små planktonorganismer till fisk. Dessutom bedöms också bland annat kemiska faktorer. Syftet är att alla vatten inom EU ska nå god vattenkvalitet. Om inte detta kan uppnås ska diverse åtgärder sättas in för att i görligaste mån minska miljöproblemen inom en given tidsram.

För grundvatten bedöms dess kemiska status. Av våra grundvattenförekomster når 98 procent god kemisk status. För de brunnar som har sämre vattenkvalitet är det i regel vissa kväveföreningar (nitrater) och växtskyddsmedel som har för höga koncentrationer.

I avrinningsområden i Sverige med mer än 5 procent jordbruksmark uppnår så mycket som 80 procent av vattnen inte god ekologisk status (figur 2). Främst är det övergödning som förekommer, det vill säga vattnen har för stor koncentration av näringsämnen som fosfor och kväve. Det gör att det biologiska

Antal vattenförekomster



Figur 2. Miljöproblem i områden med mer än 5 procent jordbruksmark. Ur Jordbruksverkets rapport 2012:22.



livet påverkas på olika sätt. Exempel på sådana effekter är att känsliga arter konkurreras ut och toleranta arter massutvecklas vilket ger störande effekter i hela ekosystem. Dessa områden är också våra befolkningstätaste med stora tätorter där människan under lång tid har utsatt vattnen för stark påverkan. Det har inte bara skett genom tillförsel av avloppsvatten utan även genom ingrepp som reglerat vattenflöden och till och med förändrat utseendet av hela vattendrag.

### Åtgärder för minskat näringsläckage

I takt med att kraven på reningsåtgärder successivt har skärpts sedan 1970-talet vid avloppsbehandling och behandling av industriavfall har också näringsbelastningen på sjöar och vattendrag minskat. Men rehabiliteringen av starkt påverkade vatten kan ta lång tid och ibland krävs drastiska och kostsamma ingrepp för att uppnå god vattenkvalitet – något som det finns erfarenhet av i ett mindre antal slättsjöar.

Åtgärder för att minska näringsläckage från jordbruket har alltmer kommit i fokus och Jordbruksverket har analyserat kunskapsläget och kommit med förslag till åtgärder som berör bland annat hantering av diken, återställande av rätade vattendrag, upprättande av kantzoner med vegetation som tar upp näring från omgivande marker, stabilisering av växttäcken och åtgärder för att minska erosion genom anpassad gödning och reducerad jordbearbetning.

### Viktig miljöövervakning

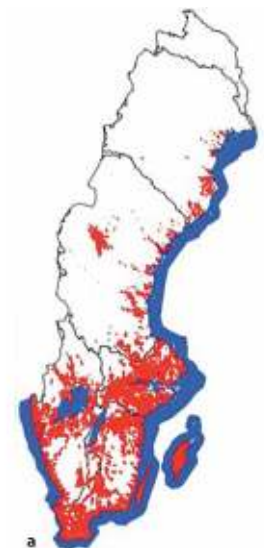
En kontinuerlig övervakning av ett lands färskvattensresurser är mycket viktig så att kvalitetsförändringar upptäcks och kan åtgärdas. I vårt

land har sådan övervakning förekommit kontinuerligt sedan 1965, först i olika forskningsprojekt men sedan 1978 inom ramen för uppdrag från Naturvårdsverket och den sedan 2011 etablerade Havs- och vattenmyndigheten. Det datainsamlade materialet är tillgängligt på nätet för allmänheten att ta del av och vid intresse på olika sätt bearbeta ([www.slu.se/miljoanalys/statistik-och-miljodata](http://www.slu.se/miljoanalys/statistik-och-miljodata)).

Det krävs många års data för att man ska kunna skilja mänsklig påverkan från väder- och klimatstyrda förändringar, därför är systematisk övervakning nödvändig. I många utvecklingsländer är stimulans till sådana prioriteringar och program viktiga liksom att etablera kontroll över vattenkvalitetssänkande utsläpp.

### Bekämpningsmedel i många vattentäkter

Att det förekommer bekämpningsmedelsrester i grundvatten och ytvatten i Sverige har blivit allt mer uppmärksammat. För att belysa kunskapsläget i grundvatten visar en undersökning som går tillbaka 30 år i tiden och gäller grundvatten till vattenverk att fynden huvudsakligen domineras av substanser som inte längre är tillåtna, som 2,6-diklorbensamid och atrazin som haft stor användning för att bekämpa oönskad vegetation. Dessa substanser har dock inte använts så mycket i jordbruket som inom andra sektorer (industri, vägförvaltning, järnvägen, kommuner). Växtskyddsmedel som fortfarande är godkända inom jordbruket, som ogräsmedlet bentazon, har återfunnits i en mycket liten del av grundvattentäkterna. Det är vanligare att hitta rester i enskilda brunnar, och halterna är högre där än i råvatten till vattenverk. Under den värderade 30-årsperioden har också rester av



Figur 3. Avrinningsområden med vattenföremkomster som har miljöproblemet övergödning, där mer än 5 procent av ytan består av jordbruksmark. Ur Jordbruksverkets rapport 2012:22.

bekämpningsmedel som överstiger gränsvärden minskat och fanns bara i 2 procent av vattenverken på senare år, medan de fanns i 10 procent av de enskilda brunnarna.

Gränsvärdet för bekämpningsmedel i färdigt dricksvatten och i grundvatten är en halt på 0,1 µg/l för enskilda substanser och en summahalt för olika bekämpningsmedel på 0,5 µg/l. Gränsvärdena är inte satta för att de ska indikera en giftighetsgrad utan vill snarare visa att bekämpningsmedel inte ska finnas i dricksvatten. Ur toxisk synpunkt behöver det därför inte vara farligt att dricka ett vatten som har högre halter än gränsvärdet, men hur människor påverkas långsiktigt av ett eller en kombination av bekämpningsmedel vet man lite om. Livsmedelsverket har emellertid bedömt att vid gränsvärdet 0,1 µg/l vatten av enskilda ämnen finns det en god säkerhetsmarginal för akuta eller kroniska effekter.

Under 2015 gjordes som ett regeringsuppdrag en nationell screening av bekämpningsmedel i ytvatten och grundvatten, i första hand i jordbruksintensiva regioner som Skåne, Halland, Västergötland, Östergötland och Mälardalen (Boström med flera 2016). Regioner med mer än 40 procent åkermark i sina avrinningsområden prioriterades samt enskilda dricksvattenbrunnar



För att skydda sina vattentäkter arbetar kommunerna med vattenskyddsområden, som ibland är svåra att få till eftersom många intressen ska vägas samman.

Foto: Birgitta Johansson

där. I ytvatten påträffades minst en bekämpningsmedelsrest i alla prover, och det vanligaste var 8–10 substanser. Cirka 20 procent av alla prover i ytvatten (sjöar) hade halter av flera substanser som nådde gränsvärdet för summahalt på 0,5 µg/l eller högre. I 45 procent av alla proverna fanns enstaka bekämpningsmedelssubstanser i halter som var lika med eller överskred gränsvärdet 0,1 µg/l. Dessa vatten är alltså olämpliga att använda som dricksvatten utan rening. I enskilda brunnar fanns betydligt mindre substanser, och det vanligaste var att man inte hittade några bekämpningsmedel alls. Men i 20 procent av brunnarna fanns enstaka bekämpningsmedel i halter som nådde eller översteg gränsvärdet. Några brunnar (11 procent) hade fler än ett bekämpningsmedel i halter som var lika med eller översteg gränsvärdet. I ytvatten dominerade ogräsmedlen bentazon, glyfosfat och dess nedbrytningsprodukt, samtliga godkända i dag för jordbruket.

Man har kunnat se stora skillnader mellan de olika regionerna. Skåne var det landskap som hade störst belastning av bekämpningsmedel i sjöar, men det är också här som 40 procent av landskapets yta är jordbruksmark. Sextio procent av försåld mängd bekämpningsmedel används här.

Det är viktigt att påpeka att halterna av funna substanser i ytvattentäkter uppmättes innan vattnet hade passerat vattenverket och genomgått rening. De satta gränsvärdena gäller däremot dricksvatten som kommer ut i kranen. När det gäller brunnsvatten är brunnägaren själv ansvarig för kvaliteten på sitt dricksvatten och är inte på samma sätt bunden till gränsvärden som ska gälla för kommunalt vatten till allmänheten.



I Sverige har vi gott om vatten av bra kvalitet, och kontrollen av dricksvattnet är effektiv.

Foto: Birgitta Johansson

### **Vatten ska användas effektivt**

Tillgång till vatten av hög kvalitet anses som en självklarhet hos oss, och vi har effektiv kontroll av vårt dricksvatten. Ett kontinuerligt arbete pågår för att åtgärda vattenkvalitetsbrister, och just nu står jordbruket i fokus för att så mycket det går åtgärda urlakningsförluster av näringsämnen och bekämpningsmedel. Här återstår fortfarande ett arbete.

I ett internationellt perspektiv behöver jordbruket producera 60 procent mer mat vid mitten av detta århundrade till en växande befolkning, och det kommer att ge stora påfrestningar på sötvattensresurserna. Jordbrukssektorn står nu för mer än 80 procent av världens vattenkonsumtion. I vårt land står jordbruket bara för 4 procent av det totala vattenuttaget som riksgenomsnitt, men det är stora regionala skillnader inom landet. Så använder Skåne, som

har 40 procent av sin yta som åkermark, mer än 35 procent av sina vattenresurser till jordbrukssektorn, mestadels för bevattning.

Många länder i Europa är redan nu hårt belastade när det gäller vattenuttag. Malta, Italien, Spanien, Belgien och Cypern är sådana exempel, men Frankrike, Polen, Tyskland och Turkiet har också problem tidvis.

I ett världsperspektiv ger ineffektiv vattenanvändning upphov till att akviferer töms, att vattenflöden påverkas eller torrläggs och att sötvatten försaltas. I Förenta Nationernas program 2015 "Water for a sustainable world" sägs att den viktigaste ingången för att klara vattenbehovet är att öka jordbrukets produktivitet genom ett effektivare vattenutnyttjande så att vattenförlusterna minskar kraftigt och att mer föda produceras per enhet odlad yta.



### Referenser

- Boström G., Lindström B., Gönczi M. och Kreuger J. 2016. Nationell screening av bekämpningsmedel i yt- och grundvatten 2015. SLU, Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel rapport 2016:1.
- Bång M, Carlsson-Ross C., Börling K., Wallentin J., Karlsson L., Larsson M. och Fredriksson F. 2012. Jordbruket och vattenkvaliteten. Kunskapsunderlag om åtgärder. Jordbruksverket rapport 2012:22.
- Fölster J., Johnson R., Futter M. & Wilander A. 2014. The Swedish monitoring of surface waters: 50 years of adaptive monitoring. *Ambio* 43 ss. 3–18.
- Hyenstrand, Åke. 1981. Excavations at Helgö VI. The Mälaren area. Kungliga Vitterhets-, Historie- och Antikvitetsakademien. Stockholm.
- Larsson M., Boström G., Gönczi M. och Kreuger J. 2014. Kemiska bekämpningsmedel i grundvatten 1986–2014. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2014:15.
- Statistiska Centralbyrån 2012. Vattenuttag och vattenanvändning i Sverige.
- World Health Organization (WHO) 2011. Guidelines for drinking-water quality .4th edition. WHO Geneva, [www.who.int](http://www.who.int)).
- UN Water 2015. The United Nations world water report: Water for a sustainable world.

## Summary

### **The land we inherited – and how we use it**

#### **Land – water – food – environment**

During the autumn of 2015 the Uppsala Senior University offered a lecture series entitled Land – food – environment, a topic that highly concerns us all. Our welfare and economy are affected by the processes in the ecosystem. The editorial board of this report series therefore decided that report no 20 would cover that lecture series.

The population of the earth increases constantly and is expected to reach over 10 billion around year 2050. How will earth be able to feed us all when more and more land is used for other purposes than food production? How will farmers be able to increase their harvest without endangering the environment? Farmers of today must have solid knowledge about agriculture to effectively manage their task. Are genetically modified crops a solution to the problem? And what about ecologically produced food? Is it better for our health, for the environment? These are some of the issues discussed in this report.

Agriculture is a small but important part of our society, locally and globally. Both perspectives are to be found in the report. The arable land is, apart from producing food, also a greenhouse controller since it can capture carbon dioxide, so important to reduce the speed of climate change.

Water supply is closely linked to land use. Therefore we have added some articles about that. They show water's role for food production, health, environment as well as for politics.







## Rapporter från Uppsala Senioruniversitet

- 1 Uppsala Pensionärsuniversitet 1979–1989 (1989)
- 2 Uppsala Pensionärsuniversitet 1989–1994 (1994)
- 3 Anhörigvård och anhörigstöd i Uppsala. Rapport från en forskningscirkel inom Uppsala Pensionärsuniversitet. Av Maj Aldskogius, Ragnar Bergling och Nils Hellzén (2001)
- 4 Vad hände egentligen den tid vi själva var unga. Redovisning av ett studiecirkelarbete höstterminen 1999–vårterminen 2000. Cirkelledare: Per Malmberg (2002)
- 5 Att bli och vara pensionär – en ljusnande framtid? Pensionären – en enastående resurs. Rapport från två studiecirkelar hösten 2001 sammanställd av cirkelledaren Maj Aldskogius (2002)
- 6 Äldre – en resurs på arbetsmarknaden. Rapport från ett idéseminarium i Uppsala den 27 augusti 2003 anordnat av FoU-centrum äldre och Uppsala Pensionärsuniversitet i samarbete med SPF och PRO, Uppsala. Sammanställd av Maj Aldskogius, Birgitta Hedman och Rune Hedman (2003)
- 7 Uppsala Pensionärsuniversitet 25 år 1979–2004 (2004)
- 8 Seniorerna – en tillgång här och nu! Seminarium med anledning av 25-årsjubileet 2004 (2004)
- 9 Färöarna. Rapport från en studiecirkel och studieresa 2006 (2007)
- 10 Uppsala Senioruniversitet 30 år. Åren 2004–2009 (2009)
- 11 Herrarnas kokbok. Rapport från studiecirkelar i Matlagning för herrar 2005–2008 (2010)
- 12 Uppsala Senioruniversitet – en framåtblick. Rapport från USU:s Visionsgrupp 2011 (2011)
- 13 Kvinna och konstnär. Rapport från studiecirkel om kvinnors konst 2010 (2011)
- 14 Äldres rätt till lika villkor i samhället. Ett forskningsorienterat projekt inom Uppsala Senioruniversitet (2012)
- 15 "Tag och skriv". Tjugo år med Uppsala Senioruniversitets Skrivarstuga (2012)
- 16 Entusiasm och engagemang. Språkcirkelar vid Uppsala Senioruniversitet (2013)
- 17 Equal Opportunities for Senior Citizens. Report from a conference (2013)
- 18 Uppsala Senioruniversitet 35 år. Åren 2009–2014 (2014)
- 19 Fokus på Mellanöstern. Ur Uppsala Senioruniversitets program 2011–2015 (2015)
- 20 Jorden vi ärvde – vad gör vi med den? Mark – vatten – mat – miljö (2016)

Rapporter kan beställas från USU:s sekretariat: 018-24 35 01 eller [usu@usu.se](mailto:usu@usu.se).  
En del av rapporterna kan laddas ner på [www.usu.se](http://www.usu.se).



Uppsala  
Senioruniversitet