

Johanna Björklund
Hillevi Helmfrid

Klimatsmart lantbruk – stor- eller småskaligt?

Erfarenheter från ett deltagardrivet forskningsprojekt

Skriften är resultat av forskning och genomgång av relevant vetenskaplig litteratur i den deltagardrivna forskningsgruppen ”Klimatsmart lantbruk – hållbara lösningar för framtiden” finansierad av Ebba och Sven Schwartz Stiftelse.

Deltagare i gruppen:

Kristina Belfrage, Ekeby försöksgård, Söderby, Norrtälje
Johanna Björklund, Centrum för uthålligt lantbruk, SLU
Eiwor och Anders Fransson, Tomeshult, Eriksmåla, Emmaboda,
Hillevi Helmfrid, Hållbar utveckling – Projekt och Perspektiv
Birgitta och Carl Höglund, Brinken i Trönö, Söderhamn
Börje och Helen Johansson, Hulta Norrgård, Linköping
Svante Lindqvist, Ubsola trädgård, Götene
Kristina Mattsson, Växplats Nybyn, Norrtälje
Dan Johansson och Britt-Inger Nilsson, Senneby trädgård, Vaddö i Roslagen
Hillevi Rundström, Sundviks Trädgård på Ljusterö i Roslagen
Inga Rundström, Ekeby försöksgård, Söderby, Norrtälje

Centrum för uthålligt lantbruk (CUL) bildades 1997 och avvecklades under 2010. En del av verksamheten togs över av EPOK – *Centrum för ekologisk produktion och konsumtion* som bildades 2010. Läs mer på www.slu.se/epok

Text: Johanna Björklund och Hillevi Helmfrid

Utgivare: Centrum för uthålligt lantbruk, SLU

Antal sidor: 40

Foton: iStockphoto.com, flygbesprutning på omslaget; Béatrice Falsen, radhacka med häst på omslaget och sid. 29; Eiwor Fransson, stengårdsgård på sid. 26–27; Carl Höglund, getmjölkning på sid. 27; Birgitta Höglund, Calle klappar kor på sid. 29.

Illustrationer: Fredrik Stendahl, www.ritaren.se

Tryck: Fyris-Tryck, Uppsala 2010

Papper omslag: Munken Lynx 240 g/m²

Papper inlaga: Munken Print White 15 90 g/m²

Nyckelord: Ekosystemtjänster, mångfunktionalitet, resliens, hållbarhet, klimat, biologisk mångfald, anpassad skala

ISBN: 978-91-576-9005-0

Sammanfattning

Storleksrationaliseringen som kännetecknar dagens livsmedelssystem är en konsekvens av de förhållanden som rått de senaste femtio åren: riklig tillgång till energi i form av främst fossila bränslen och ett relativt högt pris på mänskligt arbete. Många av de förutsättningar som format lantbruket fram till idag är på väg att förändras. Vilka är de nya förutsättningarna? Vilka skalor är lämpliga när förnybara resurser och ekosystemtjänster ska ersätta icke förnybara? När lantbruket i högre grad måste bidra till omkringliggande landsbygd? När ett livsmedelssystem som är resilient inför en mer komplex och oförutsägbart framtid behöver byggas? Vad innebär anpassad skala i ett klimat- och hållbarhetsperspektiv?

Få studier har gjorts i den industrialiserade delen av världen som belyser skalans betydelse för ett hållbart lantbruk. En ansats inom projektet Klimatsmart lantbruk, ett deltagardrivet forskningsprojekt, har därför varit att utgå från den teoriutveckling som gjorts internationellt och spegla dessa mot praktiska erfarenheter från Sverige och speciellt då i förhållande till livsmedelssystemets möjligheter att minska sin negativa klimatpåverkan. Underlaget till rapporten har tagits fram utifrån en genomgång av relevant vetenskaplig litteratur kring betydelse av skala och ekosystemtjänster samt guidade utforskande samtal mellan gruppens lantbrukare och forskare.

För att bygga resiliens är det viktigt att anpassa produktionen till en skala som gynnar den biologiska mångfalden och interaktionen mellan de ingående arterna. Ett heterogent landskap med många olika biotoper är generellt gynnsamt för biologisk mångfald, men skalan på biotoperna och deras karaktär avgör hur många arter, och vilka, det blir.

Om vi ska ersätta fossil energi och bibehålla en hög och jämn produktion behöver vi ta hjälp av lokala ekosystemtjänster och resurser. Ska naturliga fienden användas för att reglera skadegörare kan fälten inte vara för stora, ska djuren samla sitt eget foder måste besättningsens storlek anpassas till gårdens areal, ska stallgödsel återföras till åkern kan avståndet inte vara för långt och har landskapet en småskalig mosaik ger det effekter i skiftenas storlek som får betydelse för arbetsbehov, avkastning men också för de natur- och kulturvärlden som gården bidrar till. Men det är också så att lärkor trivs på lite större fält och en alldeles för liten skala i produktionen gör det svårare att investera i teknik som underlättar arbetet. Så det handlar om att hitta en skala som är anpassad till det man önskar och till de resurser man använder; en anpassad skala.

När mat ska produceras med lokala förnybara resurser behöver variationen i sorter och arter som odlas och raser som föds upp öka. Ju

större variation av sorter och raser som klarar olika förhållanden desto högre och säkrare skördar och djurproduktion kommer vi att kunna få i alla delar av landet. Desto mindre blir också känsligheten för framtida förändringar av klimatet. Idag är växtförädlingen internationell och sorter som förädlas fram ska fungera över hela Europa. Att ta fram och få en ny sort godkänd är dyrt och färre sorter som används på fler ställen är lönsammare än många lokala sorter. Detta har lett till en kraftig minskning av antalet arter och sorter som odlas och husdjursraser som används i produktionen.

Jordbruket bygger idag till stor del på ett linjärt flöde av växtnäring, vilket är den huvudsakliga anledningen till jordbrukets stora bidrag till övergödning och lustgasemissioner.

För att sluta kretsloppet mellan djur och växter igen behövs en kraftig omfördelning som upphäver den regionala specialiseringen mellan växtproduktion och djurproduktion i Sverige och detta har en stark relation till skala. Skalan på djurproduktionen behöver anpassas till lokala förhållanden för att möjliggöra resurseffektiva transporter. För att sluta kretsloppet mellan stad och land krävs också en anpassning av skalan i livsmedelsproduktionen, ju större andel av den mat vi äter som kommer från andra sidan jorden desto svårare blir det att sluta kretsloppet, transportavstånden blir orimliga och risken för smittspridning allt för stor.

Att ha en variation av grödor på samma fält under en tidsperiod, en tidsskala med andra ord, ger en variation på det organiska materialet och gynnar därmed en stor markbiologisk mångfald. Det gynnar till exempel mycorrhiza som är en viktig interaktion mellan växter och svampar som dagens konventionella lantbruk knappast drar nytta av. Mycorrhiza hjälper växten att ta upp fosfor och vissa svårupptagliga spårämnen genom sina vitt förgrenade rötter. Svampen skyddar också växten från angrepp av skadeframkallande svampar. I utbyte får svampen energi i form av kolhydrater.

Erfarenheter från gruppen i vår studie visar också att skalan i förädlingsleden spelar stor roll för möjligheterna till så kallad lokal produktion. Lantbruk i en skala som gynnar mångfunktionalitet ger ett större bidrag och en bättre inpassning i en lokal bygd.

Mer forskning som tydligt fokuserar skalan i hållbar produktion behövs för att konkretisera anpassad skala för olika specifika situationer och för att ge underlag för policyanalys och -rekommendationer. För att forskningen ska bli användbar i praktiken och för att göra steget mellan forskning och faktisk förändring kort måste man prioritera deltagardriven och aktionsinriktad forskning där lantbrukare, beslutsfattare, forskare och kanske också i vissa fall konsumenter deltar på olika sätt.

Innehåll

Sammanfattning.....	1
Småskaligt eller storskaligt – vilket är ”bäst”?.....	4
Rapportens syfte och avgränsning	6
Metod	7
Klimatutmaningen.....	8
Kunskap om betydelse av skala	11
Anpassad skala för att bygga resiliens	13
Anpassad skala för att använda mångfald som redskap i produktionen	23
Anpassad skala för säkra och täta kretslopp	29
Produktivitetsbegreppet i det klimatsmarta lantbruket.....	32
Slutsatser.....	34
Litteratur och förklaringar.....	36

Småskaligt eller storskaligt – vilket är "bäst"?

I den industrialiserade delen av världen har storleksrationaliseringen av jordbruket och livsmedelssektorn pågått med oförminskad kraft sedan efterkrigstiden. Den pågår fortfarande och nu kanske snabbare än någonsin. Antalet djurgårdar har minskat med 80 procent sedan 1980 trots att vi äter mer kött än vi gjorde då. Andelen importerat nöt- och fläskkött har mer än fördubblats och utvecklingen har accelererat under de sista 10 åren. Gårdarna har blivit färre och större. Aktörerna inom livsmedelsindustrin blir också större, 60–70 procent av allt kött slaktas vid fyra anläggningar i Sverige och det mesta av det bröd vi äter kommer från två bagerier¹.

"The Economy of Scale" är ett begrepp som ger en nästan deterministisk syn på denna utveckling, det vill säga större är bättre i alla lägen. Economics of Scale är ett begrepp som används inom nationalekonomin för att beskriva fenomenet att den genomsnittliga kostnaden minskar när antalet producerade enheter ökar. För de flesta företag, stora som små, har detta varit en vägledande princip för överlevnad och lönsamhet. Samtidigt menar många, både lantbrukare och konsumenter, att den mindre skalan genererar värden som har stor betydelse för lantbrukets och livsmedelsförsörjningens hållbarhet.

Forskning som visar på värdet av småskaligt lantbruk finns främst i låginkomstländer. Där har man visat att småbruk ofta leder till hög produktivitet, livsmedelssäkerhet och trygghet². Bilden är paradoxal eftersom det storskaliga lantbrukets starka kort just anses vara hög produktivitet. Kan det vara så att man definierar produktivitet olika, och vilket produktivitetsbegrepp behöver vi använda när vi strävar efter att utveckla ett klimatsmart lantbruk? Få studier har gjorts i den industrialiserade delen av världen som belyser skalans betydelse för ett hållbart lantbruk. En ansats inom projektet Klimatsmart lantbruk har därför varit att utgå från den teoriutveckling som gjorts internationellt och spegla dessa teorier mot praktiska erfarenheter från Sverige och speciellt då i förhållande till livsmedelssystemets möjligheter att minska sin negativa klimatpåverkan.

Anpassad skala

En svårighet är att det inte finns någon skarp gräns för vad som är småskaligt och vad som är storskaligt. Enhet A kan exempelvis vara större än enhet B men mindre än enhet C. Men det intressanta är egentligen inte dessa jämförelser utan de värden som genereras eller går förlorade vid olika skala i produktionen. Vi vill därför introducera begreppet

anpassad skala och föra en diskussion kring vad som är optimal skala för olika aktiviteter, givet en anpassning till viktiga faktorer för hållbart brukande.

Skalbegreppet är även mångtydigt. Oavsett om vi talar om små- respektive storskalighet eller om anpassad skala i livsmedelsproduktionen avser vi skala ur olika aspekter. Ibland är det ägandeförhållandena vi avser, ibland storleken på brukningsenheterna eftersom en brukare kanske bara äger en bråkdel av den mark han/hon brukar och ibland är det fältstorleken. Dessa nivåer samverkar med varandra, men det är naturligtvis nödvändigt att hålla isär dem för den teoretiska analysen.

Storleksrationaliseringen som kännetecknar dagens livsmedels-system har onekligen lett till en effektiv användning av det som i vårt ekonomiska system är den begränsande resursen – arbete. Den allt större skalan är en anpassning till de förhållanden som varit rådande under de senaste femtio åren: riklig tillgång till energi i form av främst fossila bränslen och ett relativt högt pris på mänskligt arbete. Dessutom har vi i vårt land under denna period haft gott om mark och vatten och andra viktiga produktionsresurser vilket också har format det lantbruk vi har idag.

Många av de förutsättningar som format lantbruket fram till idag är på väg att förändras. Vilka är de nya förutsättningarna och vad innebär anpassad skala i ett klimat- och hållbarhetsperspektiv?

Rapportens syfte och avgränsning

Rapporten bygger på det arbete som gjorts inom det treåriga projektet Klimatsmart lantbruk, ett deltagardrivet forskningsprojekt finansierat av Schwartzstiftelsen. Syftet med projektet var att bidra till att besvara frågan om hur lokala ekosystemtjänster och resurser kan användas för att minska lantbrukets klimatpåverkan som en del i en vidare strategi att utveckla livsmedelsproduktionen i en hållbar riktning.

Tonvikten ligger på de resurser och tjänster som det agrara ekosystemet ger och nyttjar, men eftersom jordbruk är ett socioekonomiskt system kommer vi även att beröra lokala sociala resurser och tjänster när dessa påverkar eller påverkas tydligt av jordbruksekosystemet. Ett uttalat mål inom projektet har varit att med konkreta exempel visa på hur ekosystemtjänster kan användas, och redan idag används, för att ersätta fossilbaserade insatser. I denna utforskande process har begreppet anpassad skala vuxit fram. Anpassad skala framstår som ett användbart begrepp för att beskriva under vilka förutsättningar ett ekosystemtjänstdrivet lantbruk kan bedrivas.

Den här rapporten besvarar inte alla de viktiga frågorna om vad som är anpassad skala i den enskilda situationen. Syftet är främst att introducera begreppet och presentera en analysram kring det samt att redovisa de konkreta exempel som kommit fram i gruppens arbete. Avsikten med rapporten är att stimulera initiativ till ny forskning. Framtida forskning kan behöva precisera hur anpassad skala ska förstås i det enskilda fallet i olika delar av livsmedelssystemet. Det kommer också finnas behov av forskning som underlag för policybeslut för omställningen till ett klimatanpassat lantbruk där begreppet anpassad skala bör spela en central roll.

Metod

Underlaget till rapporten har tagits fram utifrån en genomgång av relevant vetenskaplig litteratur kring betydelse av skala och ekosystemtjänster. Forskaren i gruppen sammanfattade centrala slutsatser från litteraturgenomgången. Med utgångspunkt i dessa formulerade hon strukturerade frågeområden som guidade utforskande samtal mellan gruppens lantbrukare och forskare. Frågeområdena, som i sin tur delades upp i delfrågor, var: Vad är anpassad skala? Hur kan man använda mångfald som redskap i produktionen? Finns något att lära av forskning från låginkomstländer som visat att småskaligt lantbruk generellt är mer produktivt än det industriella? Vad är ett mångfunktionellt lantbruk?

Båda författarna har deltagit i samtalen och hjälpts åt att dokumentera, strukturera och bearbeta materialet. En triangulering av resultaten har gjorts genom att olika delar vid ett eller flera senare tillfällen gåtts igenom i hela eller delar av gruppen och kompletterats med reflektioner utifrån nya aspekter som kommit upp.³ En utförligare beskrivning av arbetssättet i den deltagardrivna forskningsgruppen finns i projektets slutrapport: Klimatsmart lantbruk – hållbara lösningar för framtiden. Slutrapport 2007-2009. I texten som följer redovisar vi kunskap från litteraturen och slutsatserna från de utforskande samtalen i gruppen tillsammans.

Klimatutmaningen

För lantbrukets del, liksom för hela samhället, handlar klimatutmaningen om två saker samtidigt. Dels behöver utsläppen av klimatpåverkande gaser kraftigt minska, dels behöver förmågan till anpassning stärkas så att livsmedelsförsörjningen tryggas även vid ett förändrat klimat.

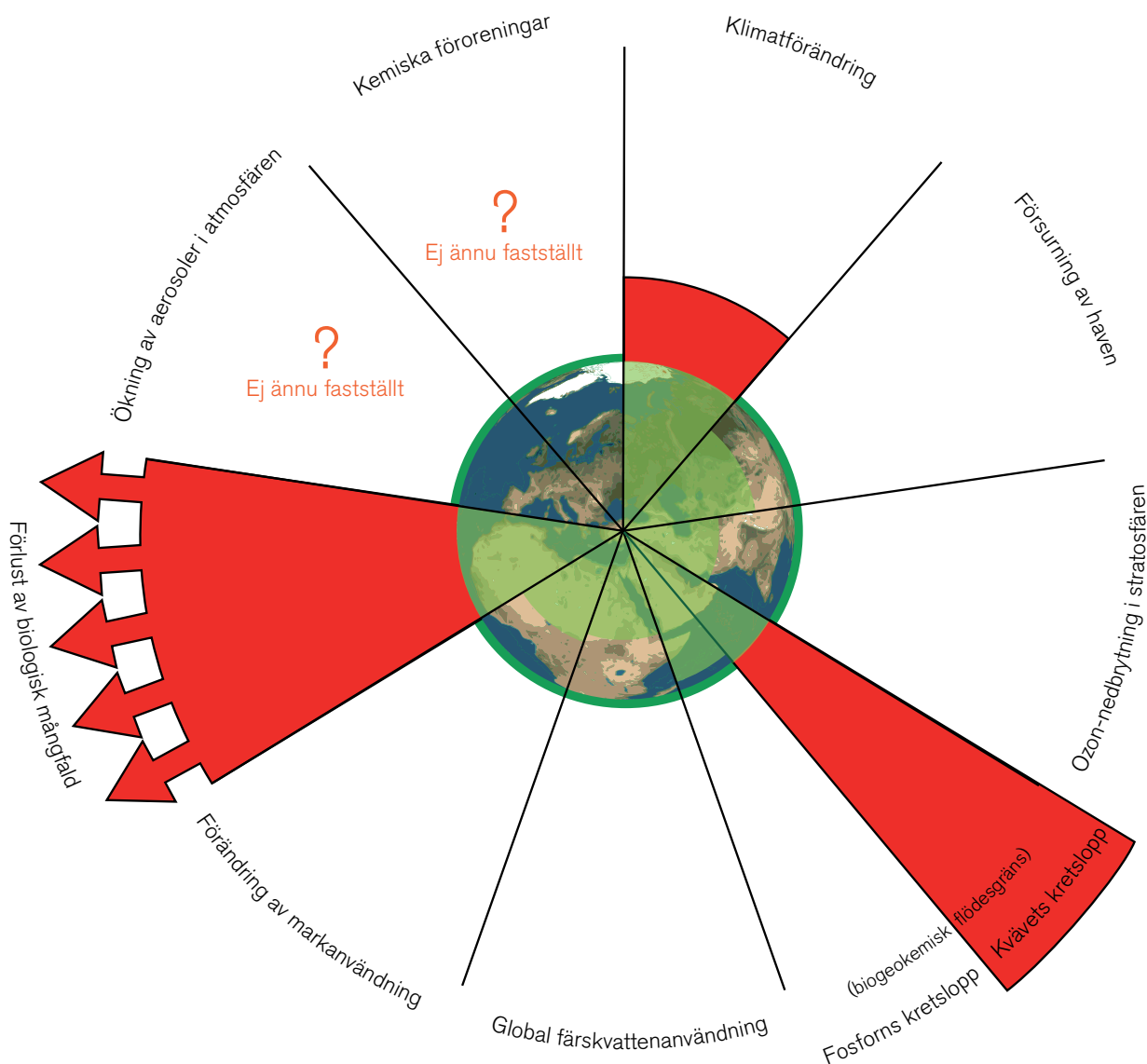
Klimatsmarta lösningar behöver sökas inom ramen för den vidare utmaningen om omställning till ett hållbart samhälle. Kort handlar det å ena sidan om respekt för och en anpassning till ekosystemens långsiktiga bärkraft och å den andra sidan om möjligheterna för alla människor att möta sina behov. Den här dubbla utmaningen väcker också frågor på en mer grundläggande nivå bortom det antropocentriska perspektivet. Studiens fokus ligger på lösningar för människan men taget i beaktande att vi är en del av ekosystemen och därmed ömsesidigt beroende.

Ekosystemens långsiktiga bärkraft

Framtiden ter sig allt mer oviss. Vi står inför stora komplexa globala miljöhot. Ekosystemen är dynamiska, plastiska och anpassningsbara, men det finns gränser. Vår kunskap om var dessa gränser går är liten och att söka definiera dem är spjutspetsforskning idag.

En färsk rapport visar att för tre av tio undersökta parametrar har människans påverkan redan överstigit den gräns inom vilken vi tryggt kan operera. Det gäller vår påverkan på jordens klimat, på kvävetets kretslopp samt den drastiska minskningen av biologisk mångfald⁴. Ohälsan hos globala ekosystem, till exempel deras produktionsförmåga, förmåga att förse oss med färskvatten och att mildra naturkatastrofer, är dokumenterad i en global FN-initierad genomgång gjord av 1 400 forskare; Millenium Ecosystem Assessment⁶. Bland annat visar rapporten att drygt 60 procent av alla ekosystemtjänster idag överutnyttjas. Eftersom förändringarna hänger ihop, så får en minskning av hållbarheten inom en parameter ofta till följd att hållbarheten också minskar inom flera andra. Den globala uppvärmningen är till exempel det största hotet mot den biologiska mångfalden idag, och vår stora påverkan på kvävetets kretslopp bidrar starkt till att öka utsläppen av växthusgasen dikväveoxid.

Minskad påverkan på klimatet kräver att vi går över från att använda fossila energikällor till förnybara, eftersom användningen av fossil energi medför att vi pumpar upp koldioxid som lagrats i berggrunden. Om all denna koldioxid släpps tillbaka ut i atmosfären igen blir planeten obeboelig för högre former av liv, vilket den också var tidigt i jordens historia då koldioxidkoncentrationerna i atmosfären var betydligt högre än idag. Men redan en relativt liten höjning av koldioxidhalten påverkar det globala klimatet och därmed livsbetingelserna för alla nuvarande ekosystem.



Figur 1. Planetens gränser, det vill säga de ekologiska gränser vi måste hålla oss inom för att leva tryggt, utforskades av en grupp ekologer (Rockström m.fl. 2009). Tio gränser identifierades varav vi redan har överskridit tre; koldioxidhalt i atmosfären, förlusten av biologisk mångfald och inbindning av kväve i ekosystemen. Området innanför den gröna gränsen anser dessa forskare vara tryggt. När den gröna gränsen har passerats riskerar vi allvarliga och oåterkal- leliga förändringar i planetens livsunderhållande system. Bilden är ritad utifrån Rockström m.fl. 2009.

För att kunna leva helt på förnybara resurser behöver vi öka ekosyste- mens långsiktiga produktionskapacitet. En långsiktigt hög produktions- förmåga kräver att viktiga egenskaper och funktioner kan upprätthållas även vid ändrade omvärldsbetingelser, det vill säga systemen behöver ha en hög resiliens (se sid. 13). En viktig förutsättning för anpassningsbar- het är kretslopp, mångfunktionalitet och hög biologisk mångfald med många interaktioner mellan arter.⁷

Alla människors behov

Hållbarhetsutmaningen handlar inte bara om vårt sätt att hantera natur- resurserna. Alla människors rätt att möta sina behov ingår också i de vedertagna definitionerna av hållbarhet. Hållbarhet är alltså inte bara

hur våra försörjningssystem ser ut och hur vi hanterar naturresurserna. Lika mycket beror hållbarheten på rättvis fördelning mellan människor, grupper och nationer. En oavvislig konsekvens av detta är att den genomsnittlige svensken behöver minska sina anspråk på resursbasen, inte bara för att bidra till att vi håller oss inom ekosystemens bärkraft, utan också för att skapa utrymme för en global omfördelning. Denna aspekt behöver finnas med när vi utformar framtidens svenska jordbruk.

Utmaningen att möta alla människors behov och åstadkomma rättvis fördelning hänger nära samman med en annan viktig dimension av hållbarheten, nämligen delaktighet i beslutsfattande. Det finns olyckliga egenskaper i dagens globala ekonomiska system som får till konsekvens att de som förbrukar mest resurser automatiskt också har störst inflytande. Detta samband gäller på alla nivåer såväl för personer, företag, organisationer som nationer och inte bara i egenskap av marknadsaktörer utan även i formella beslutande församlingar. Den här rapporten kommer inte att behandla vidden av denna problematik, även om den är en viktig försvårande faktor för omställningen till hållbarhet.

Till problematiken om beslutsfattande hör också en fråga om beslutsunderlag. Genom vårt kraftfulla teknologiska kunnande och den globaliserade ekonomin har mänskligheten idag kraft att påverka stora skeenden med konsekvenser som inte är uppenbara eftersom de är förskjutna i tid och rum. Den moderna människan har idag redskap att påverka mer än vad våra sinnen än gång skapats för att kunna överblicka. Detta dilemma ställer krav på beslutsunderlag. Vi behöver vetenskapens hjälp för att förlänga våra sinnen. Men en viktig fråga är också hur vi bygger system med snabba och kännbara återkopplingar som är anpassade efter vad våra sinnen kan hantera.

Slutligen handlar hållbarhetsutmaningen på en mer fundamental nivå också om värderingar om vad som är en önskvärd utveckling för individen och för samhället, det vill säga vilka behov som vi bör försöka möta och även om mer grundläggande antaganden om människa och natur. Dessa viktiga dimensioner kommer inte att behandlas i denna rapport.

Kunskap om betydelse av skala

I ekosystem är skalan viktig. Strukturerna i ett ekosystem får olika betydelse i olika skala och processerna sker också i olika skala⁸. En död ekstam är till exempel en struktur som är helt livsavgörande för många insekter som är beroende av död ved, men en stormfälld skog ger en helt annan struktur och får en helt annan betydelse för de processer som sker än en enda fallen ek. I en stormfälld skog påverkas mikroklimatet, vattenflöden och vegetationen och andra arter börjar trivas i den öppna ytan än de som trivs i den mörkare skogen. Är ytan riktigt stor kan hela det storskaliga klimatet påverkas och förutsättningarna för skogen att själv återetablera sig försvinna. Förändringar i naturen är inte heller linjära och kontinuerliga, utan systemen buffrar så att ingen förändring syns förrän allt plötsligt flippar över och blir något helt annat⁹. I en skog samlas död ved tills en gnista lätt kan tända en skogsbrand. Grodorna i en pöl klarar torra somrar så länge det finns nya grodor tillräckligt nära för att flytta dit igen när pölen varit helt torr (Fig. 2, sid. 13). Därför är frågan om skala kritisk för att förstå och interagera med naturen på ett hållbart sätt. Olika resurser, tjänster och funktioner har olika tids- och rumsskalor. Fossil energi har en tidsskala som sträcker över miljoner år, vattnets kretslopp en rumsskala som är global, medan insektspollineringsring har en rumsskala på några kilometer samtidigt som den genetiska variationen hos våra pollinerare har utvecklats sedan liv uppstod.

Om man väljer att betrakta till exempel växtnärsflöden på fält-nivå, på gårdsnivå, på regional eller på global nivå är helt avgörande för de slutsatser man drar. Vad som kan se ut som ett litet flöde på fältnivå kan bidra till stora flöden på regional nivå. Exempelvis när en gård kontinuerligt tillförs nytt kväve genom handelsgödsel, foder eller biologisk kvävefixering genereras med tiden ett stort överskott. Överskottet leder förr eller senare till läckage någonstans i systemet, även om detta inte kan mätas på enskilda fält.^{10,11} På global nivå har människan dubblat inbindningen av kväve i det ekologiska systemet, något som ger en stor påverkan på världens alla hav och också på klimatet. Detta är inte möjligt att upptäcka vid mätningar på fält och gårdsnivå och troligen inte heller alltid på regional nivå. Det kan till och med vara så att en ökad odling av foder med hjälp av importerad handelsgödsel i en region, som sedan exporteras till andra regioner, kan leda till en total ökning på global nivå, och ändå i den enskilda regionen och på fältnivå se ut som en minskning.

En förändring i en skala ger återkopplingar i skalor med en mindre tids- och rumsutbredning och på lång sikt i större skalor¹². En liten mängd bekämpningsmedel som hamnar i ett dike påverkar samman-

sättningen av växt- och djurarter i vattnet. Knappt märkbar för oss, men på lång skikt kan det ge populationsförändringar som kan påverka bestånd i sjöar och vattendrag på stort avstånd. Vill vi arbeta aktivt med ekosystemtjänster i produktionen måste vi öka vår kunskap om vilka arter och funktioner som ligger bakom tjänsterna och hur dessa påverkas av förändringar i olika tids- och rumsskalor.

Livsmedelsproduktion har med undantag för den senaste korta perioden på cirka 50 år i Sverige, liksom i hela Västvärlden, alltid varit baserad på lokala resurser och tjänster. En stor del av världens befolkning får än idag mat från jordbruk som baseras på sådana resurser och tjänster. När de fossila resurserna togs i bruk inom jordbruket innebar det kortsiktigt en avlastning på de lokala ekosystemen som i många fall var hårt nyttjade. Försörjningstrycket på våra skogar (för ved, virke och foder), åkrar och ängar (för näringsämnen och organiskt material) minskade. Men de fossila resurserna som producerats i en avsevärt större tids- och rumsskala har samtidigt också förflyttat miljöproblemen till andra skalor. Exempel är de miljöproblem som är tydliga i regioner med fosforgruvor, oljeutvinning eller produktion av foder för export. Andra exempel är de där skalan är global så som övergödning av hav, klimatförändring och global utrotning av arter.

Den globala handeln med livsmedel har gett vissa länder en hög och stabil försörjning med mat och bidragit till en växande global ekonomi, men med förödande effekter på andra skalor då lokala ekonomier och kulturer slagits ut. Man vinner något men förlorar något annat, när skalan på livsmedelsproduktionen ändras. Det är angeläget att öka medvetenheten om önskade och oönskade effekter av olika storlek på skalor i livsmedelsproduktionen i en situation då människans ekologiska fotavtryck är så stort att praktiskt taget alla ekosystem på jorden påverkas¹³.

Vilken skala är lämplig för exempelvis ett livsmedelssystem, ett jordbruk, ett fält, en djurbesättning eller i beslutsfattandet när förnybara resurser och ekosystemtjänster ska ersätta icke förnybara? När lantbruket i högre grad måste bidra till omkringliggande landsbygd? När ett livsmedelssystem som är resilient inför en mer komplex och oförutsägbart framtid behöver byggas? Då blir lämplig skala beroende de specifika lokala förutsättningarna och sammanhanget. Det är detta som vår rapport vill belysa med bas i systemekologisk teori och i praktiska exempel framför allt på gårdsnivå.

I nästa kapitel följer en redogörelse där texten struktureras utifrån tre teoretiska begrepp, som alla är viktiga för att bygga hållbarhet i lantbruket: *resiliens*, *mångfald som redskap* och *kretslopp*. Genomgående ställs frågan om hur vi ska förstå begreppet anpassad skala i förhållande till dessa. Avslutningsvis diskuteras vilka implikationer resonemanget får för hur vi ser på begreppet ”produktivitet”.

Anpassad skala för att bygga resiliens

Resiliens hos ett system avser dess förmåga att klara av förändring och att också kunna vidareutvecklas¹⁴. Det innebär systemets förmåga att stå emot och anpassa sig till förändring utan att förlora sina grundläggande funktioner och sin struktur¹⁵. Resiliensbegreppet är en central del av hållbarhet eftersom det säger något om systemets förmåga att överleva och dess hållbarhet inför olika typer av förändringar.

Begreppet uppmärksammades inom ekologin under 1970-talet och används i stor utsträckning för att studera socio-ekologiska system, det vill säga system som inbegriper både mänskliga aktiviteter och ekosystem. Eftersom människan påverkar så många av jordens ekosystem idag och dessutom är helt beroende av naturen för sin överlevnad så är egentligen nästan alla system socio-ekologiska.

Ett resilient system har tre viktiga karaktärsdrag:

- 1) förmåga att buffra förändringar
- 2) förmåga till självorganisation
- 3) förmåga till anpassning och lärande¹⁶

För att kunna bedöma resiliensen måste man definiera vilka egenskaper och funktioner inom systemet som är viktiga att bevara. Vidare behöver man definiera vilka störningar man tror att systemet kommer att kunna utsättas för, som det därför är viktigt att systemet är resilient i förhållande till.

Figur 2. Resiliens kan illustreras som en kula i en dal. Kulan representerar ekosystemet och dalarna de olika förhållanden som råder. Kulan rullar inte ur dalen även om förhållanden ändrar sig ganska mycket (ekosystemet anpassar sig till förändringen). Men vid en viss punkt överskrids gränsen för hur mycket ekosystemet kan buffra och anpassa sig och då förändras det både snabbt och mycket. Man säger att det flippar till ett nytt tillstånd med helt andra egenskaper.

Om du klickar på bilden startar en animering som illustrerar hur ett ekosystem (den blå kulan) kan ändra tillstånd när de faktorer som påverkar systemet ändras och ett tröskelvärde överskrids. (Du kanske också måste klicka i ett alternativ som säger att du litar på dokumentet)

Inför FN:s världskonferens för hållbar utveckling i Johannesburg 2002 formulerade ledande forskare inom resiliensforskningen ett antal kriterier för att bygga resiliens¹⁷. Vi använder deras kriterier som struktur för detta avsnitt.

Reducera osäkerhet och samtidigt förvänta sig överraskningar

Detta är kanske det kriterium som har minst tydlig koppling till skala, eftersom det handlar mer om ett förhållningssätt än om konkreta riktlinjer. Eftersom världen är oförutsägbar så kommer vi aldrig, hur mycket kunskap vi än har, exakt kunna varken styra eller förutse vad som kommer att ske. En känd metafor för denna genuina oförutsägbarhet är Lorenz's fjäril som genom att fladdra med vingarna i Peking kan starta en orkan i USA. Allt hänger ihop och ytterst små förändringar någonstans kan förändra ett helt utvecklingsförlopp.¹⁸ Det handlar om att saker tillväxer exponentiellt, så väl bakterier, som växter, djur och människor. Det handlar också om icke linjära förlopp, först händer inget, sedan inget och sedan allt på en gång. En sjö buffrar de näringsämnen som rinner ut i den och vi som badar märker ingenting, men sedan plötsligt klarar sjön inte mer och förvandlas till en grön soppa och med en helt död botten. Man talar om tröskeleffekter, flippar och pulser och dessa sker naturligtvis på olika skalor.

Livet på jorden är en perfekt ordning, men på kanten till kaos¹⁹. Bara några promille högre syrehalt på jorden skulle räcka till att allt skulle brinna och med bara några promille mindre skulle vi inte kunna andas. Allt detta kan vi aldrig kontrollera exakt, utan måste lära oss mycket om och förhålla oss till. När vi blir allt fler på jorden måste vi bygga samhällen som samspelar med naturen på ett sätt som ökar resiliensen i alla de processer och för de funktioner som vi behöver för att överleva och må bra.

Bevara biologisk mångfald i alla dess former

Mångfald innebär en försäkring, och är avgörande för ett systems förmåga att buffra och anpassa sig. Arter som vi dag inte ser någon direkt "nytta" av eller som utför samma funktion som en annan, vanligare, art, kan bli avgörande i en framtid med varmare klimat eller med ändrade näringsförhållanden i haven. Forskare börjar också förstå att det inte handlar om mångfald hur som helst utan att det är samspelet mellan de olika arterna som är viktigt. Ju fler interaktioner desto mer resilient system.²⁰

Det finns omfattande forskning kring orsakerna till den dramatiska förlusten av biologisk mångfald i jordbrukslandskapet som pågått sedan efterkrigstiden och fortfarande pågår²¹. Att faktorer samverkar står alldeles klart. En viktig faktor är förlusten av specifika livsmiljöer (habitat)²².

Ett landskap med en småskalig landskapsmosaik kan hysa fler arter än ett enahanda storskaligt landskap just för att det finns många flernischer där olika arter kan finna sin plats. Det behövs en mångfald av

Figur 3. Ett småskaligt landskap har en mosaik med många olika biotoper där olika arter kan trivas.



Figur 4. I ett storskaligt landskap finns färre biotoper. Just variation i landskapet är en viktig faktor för en hög biologisk mångfald.

habitat på många olika skalor. En variation i fuktighetsförhållanden eller i kvaliteten på det organiska materialet i jorden ger en variation i mikroorganismer och en variation i gräsets höjd ger livsförutsättningar för helt olika arter av växter, insekter och fåglar. Olika grödor ger förutsättningar för olika populationer av ogräs där i sin tur olika insekter och fåglar finner föda. Fälts storlek spelar roll för vilka vilda djur som trivs där och påverkar också förekomsten av kantzoner där örter och insekter trivs.²³

Små fält gynnar ett stort flertal av vilda arter. Det beror bland annat på att fältkanterna blir långa i förhållande till fältytan²⁴. Intressant nog tycks detta samband mellan storlek och arter gälla inte bara i fråga om fältstorlek utan även för gårdsstorlek. I en svensk studie från Uppland var mångfalden större på gårdar som var mindre än 50 ha än på gårdar

som var större än 150 ha.²⁵ Det kan finnas flera skäl till att detta samband finns, trots att det rent teoretiskt borde vara möjligt att bygga mångfald även på en större gård. En möjlig förklaring kan hänga ihop med att den mindre gården gör andra ekonomiska överväganden än den stora och att det påverkar val av insatsmedel, maskinpark, växtföljder och kanske till och med på lång sikt även fältstorleken i landskap med i övrigt liknande mosaik. På den mindre gården finns ofta ekonomiska motiv att sprida risker och det var också något som lyftes fram i utforskande samtal i forskningsgruppen vars arbete rapporten baseras på *"Med många olika grönsaker blir det alltid något"*.

Att sälja sina produkter lokalt tycks också gynna mångfalden på gården, både den odlade och den vilda.²⁶ En förklaring kan vara att konsumenternas önskemål om ett brett sortiment stimulerar fram en odlad mångfald som också gynnar en vild.

EU:s gemensamma jordbrukspolitik (common agricultural policy, CAP) bidrar idag till att standardisera produktionsmetoderna i hela EU vilket urholkar resiliensen då mångfalden av växtföljder, tänkesätt, metoder och lösningar minskar. Med regioner som har olika jordbrukspolitik, med lantbrukare som har utrymme att tänka och göra på olika sätt finns flera handlingsvägar när förutsättningarna ändras snabbt. För att kunna upprätthålla en större variation behöver också fler vara inblandade i livsmedelsproduktionen. Fler bönder, fler förädlingsföretag, fler grossister och fler butikskedjor skulle ge en större variation av lösningar och ska det vara fler, behöver varje enhet vara mindre.

I det utforskande samtalet i gruppen framhölls att det ekonomiska utrymmet att testa nya saker behöver vara större, man måste tillåta flera varianter. Idag gynnar EU-ersättningarna för biologisk mångfald i vissa fall paradoxalt nog enfald. Lantbrukarna nämnde regeln om ett maximalt antal träd i en hagmark för att få ersättning som ett exempel på det. Varje hagmark har sin unika karaktär som man måste utgå ifrån.

Sammanfattningsvis gynnar såväl den mindre fältstorleken som den mindre gårdsstorleken biologisk mångfald som är viktig för resiliensen. Resiliensen stärks också i system som gynnar en mångfald av lösningar eftersom många små enheter ger många fler varianter än få stora vilket ger större valmöjligheter, samtidigt som en enskild förändring inte får så stora konsekvenser. Fler människor inblandade i livsmedelsproduktionen ger också större variation i tänkesätt och lösningar och därmed ökad mångfald och resiliens.

Bygga mångfunktionalitet i alla dess former

Ekosystem kännetecknas av mångfunktionalitet där ingenting finns till bara för ett enda behov. Varje del i ett ekosystem fyller flera funktioner och varje funktion kan upprätthållas på flera sätt. Denna iakttagelse ligger också till grund för permakulturens²⁷ tumregel för resiliens som säger att varje element i ett människodesignat produktionssystem bör stödja minst tre funktioner och varje funktion bör kunna upprätthållas på minst tre sätt.

Liksom biologisk mångfald utgör mångfunktionalitet en försäkring mot omvärldsförändringar eftersom den utgör en ”möjlighetsbank” för nya lösningar. På så sätt är mångfunktionalitet viktig för ett systems resiliens. Detta gäller både ekologiska och socio-ekologiska system.

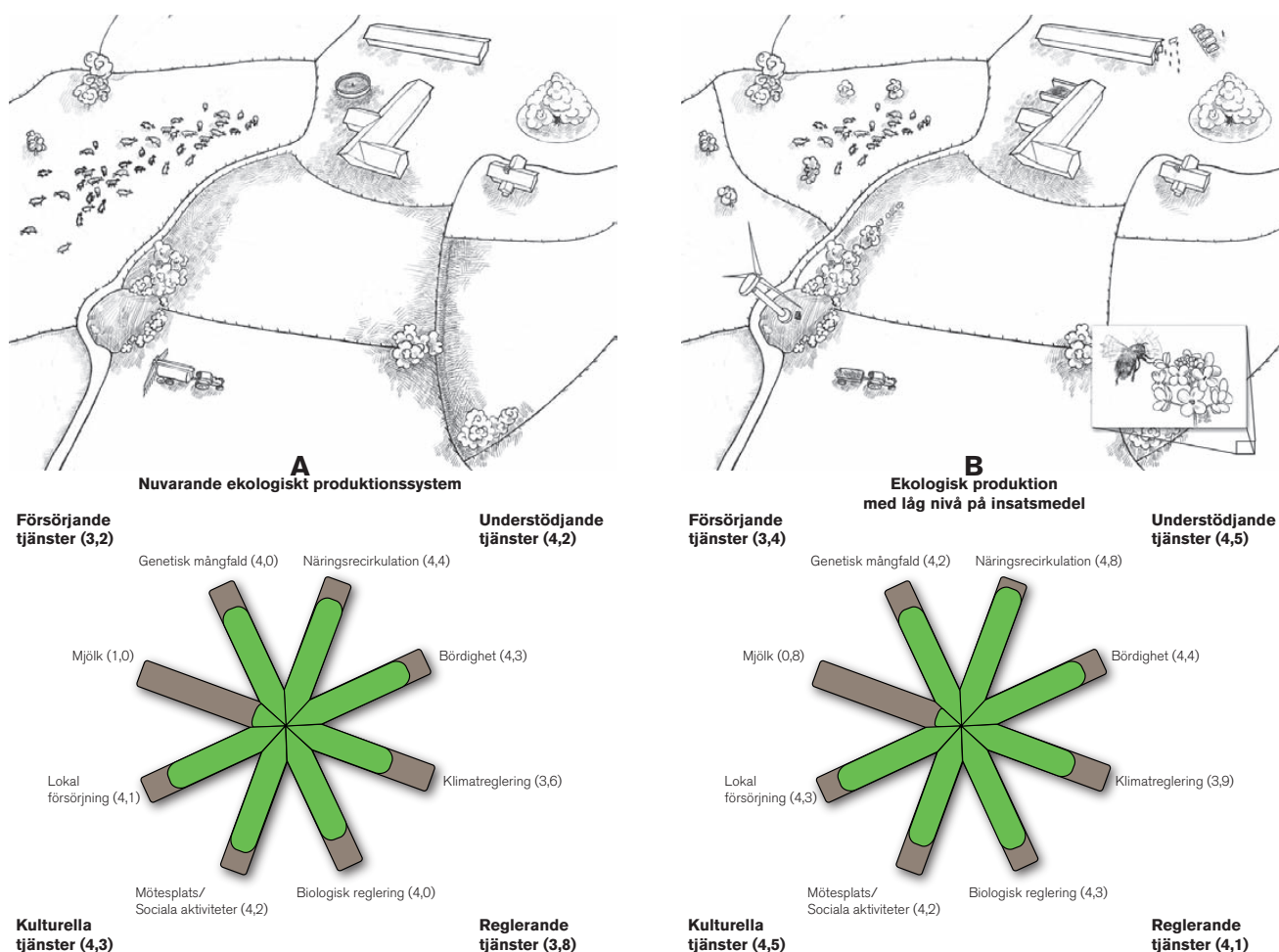
Ett lantbruk som optimerar kring en enda produkt, exempelvis mjölk, är mer sårbart för yttre förändringar, exempelvis mjölkpriset. Många produktionsgrenar på en gård ger riskspridning och möjligheter till anpassning. Men en och samma produktionsgren kan också vara mångfunktionell. Mjölkproduktionen kan bedrivas på ett sätt som samtidigt gynnar sociala nätverk, en sällsynt ört, inbindning av kol och nedbrytning av restprodukter. Det mångfunktionella lantbruket optimerar inte ensidigt kring en enda dimension utan producerar lagom mycket av de funktioner och produkter som är önskvärda för att optimera hela systemet till att använda tillgängliga resurser på ett effektivt och hållbart sätt.

En studie av fåglar i det europeiska jordbrukslandskapet visar en dramatisk och pågående minskning av antalet individer av vanliga fågelarter. Det går en skarp linje mellan de länder som tillämpat CAP och de som står utanför detta system, hos de senare ser man inte denna minskning. Den förklaring som ges i studien är den ensidiga fokuseringen på avkastning som både lett till en likriktning av lantbruket och ett åsidosättande av lantbrukets övriga funktioner, det vill säga minskad mångfunktionalitet. Den minskade mångfunktionaliteten har också drivit upp skalan.

När djuren själv samlar in sin föda bidrar de med arbetskraft och sprider sin gödsel samtidigt som de ger mjölk, kött och/eller ägg. Djuren kan också vara viktiga för ogräs- och skadereglering. Höns kan äta svampar och andra skadegörare i växthus ellerfluglarver på gödselstackar. Grisar kan äta kvickrötter och får, kor och hästar kan reglera varandras parasiter genom sambete. Denna sorts tjänster är svårt att nyttja i mycket stora djurbesättningar.

Mångfunktionalitet ska inte bara förstås på gårdsnivå utan även på samhällsnivå. Ett diversifierat lantbruk som säljer sina produkter lokalt, omhändertar lokala restprodukter och skapar lokala arbetstillfällen är mångfunktionellt i lokalsamhällets perspektiv. Här produceras inte bara mat utan såväl ekologiska, ekonomiska som sociala tjänster. Det specialiserade storskaliga lantbruket har å andra sidan i allmänhet få kopplingar till lokalsamhället.

Lantbruk i en skala som gynnar mångfunktionalitet ger ett större bidrag och en bättre inpassning i en lokal bygd. Har man en ensidig och stor produktion av en produkt, till exempel mjölk, ägg eller spannmål behövs en stor marknad för att få avsättning och då finns inga ekonomiska motiv att sälja en liten andel lokalt. Man har ofta också en maskinpark som är specialiserad för den produktion man har och då behöver man inte och kan inte dela maskiner med grannar. Har man en stor gård kanske man är den enda som har aktiv drift i bygden och behöver därför söka utanför sitt närområde för samtal, råd och annat gällande verksamheten³⁰. En studie från USA visade att fler små och

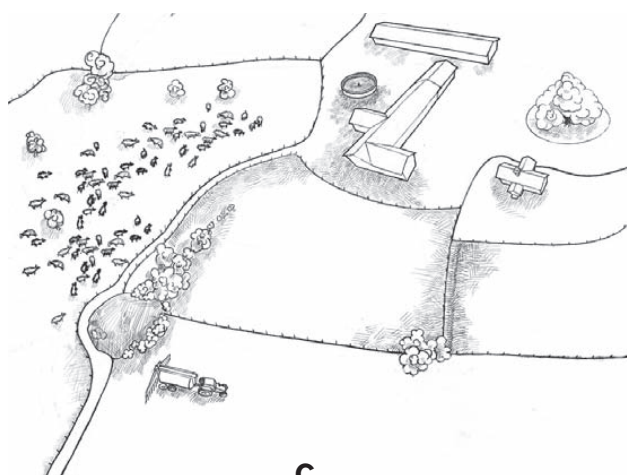


medelstora lantbruk ger mer ekonomiskt och socialt till en bygd än få större³¹. Man studerade effekten av storleksrationalisering inom grisproduktion i Iowa och visade att få stora besättningar ger färre arbetstillfällen, mer hälsoproblem och kräver mer omfattande och kostsammare miljökontroll än många små.

Erfarenheter från gruppen i vår studie visar att skalan i förädlingsleden spelar stor roll för möjligheterna till så kallad lokal produktion. Intresset för lokal produktion är stort idag, men definitionerna otydliga och hindren många. I idealfallet ska hela kedjan från insatsmedel till produktion, förädling och konsumtion ske inom ett avgränsat geografiskt område. Men ofta felar någon av länkarna i den här kedjan. Inte sällan är det just förädlingsleden som saknas. Till exempel kan en småskalig köttproducent sälja kött till sin granne men djuren har däremellan färdats 30 mil till slakteriet och tillbaka.

Att omstrukturera förädlingsleden till en skala som är anpassad för lokala och regionala livsmedelskedjor är en viktig åtgärd för att kunna öka lantbrukets mångfunktionalitet i ett samhällsperspektiv. Samtidigt kan transporter minska, kretsloppen slutas bättre och matsuveräniteten öka (se nedan). Ett sådant system ökar också modulariteten (se nedan). Det skulle långsiktigt gynna lantbruket om jordbruksstödet successivt styrdes om från producenterna till de aktörer som vill bygga upp,

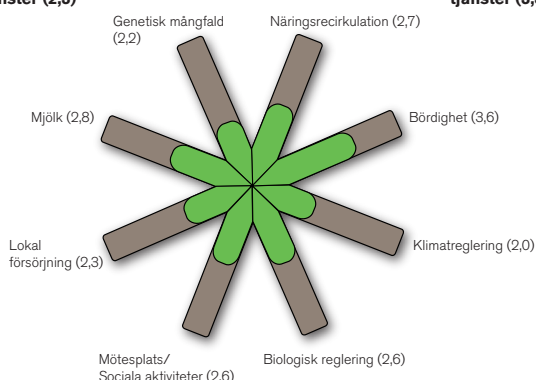
Figur 5. Ett nytt sätt att beskriva mångfunktionaliteten på en gård är att använda "ekosystemstjärnor", där genereringen av olika ekosystemtjänster poängsätts från 1 – 5 (då 5 är max). Här är detta gjort för en ekologisk mjölkgård med stor självförsörjning av foder och tre driftsalternativ. A) Dagens drift, B) Ekologisk mjölkproduktion och hög självförsörjningsgrad av foder och energi, (fortsättning på nästa sida)



C
Ekologisk produktion optimerad
med avseende på avkastning

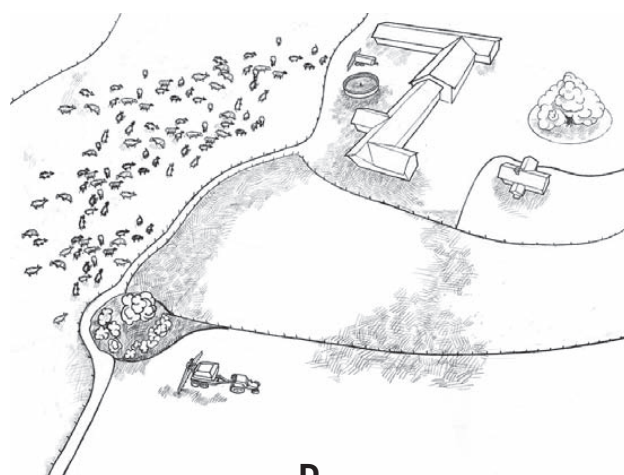
Försörjande
tjänster (2,3)

Understödjande
tjänster (3,3)



Kulturella
tjänster (2,4)

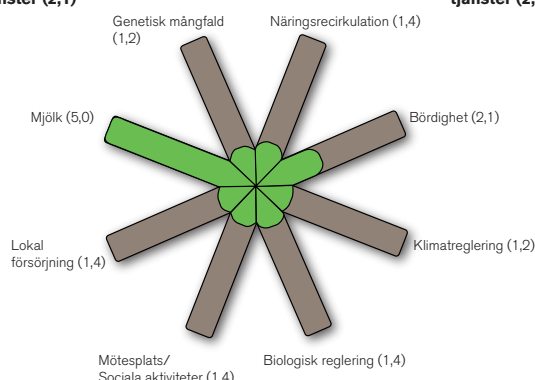
Reglerande
tjänster (2,5)



D
Konventionell produktion optimerad
med avseende på avkastning

Försörjande
tjänster (2,1)

Understödjande
tjänster (2,2)



Kulturella
tjänster (1,4)

Reglerande
tjänster (1,3)

(Figur 5 forts.) C) Ekologisk mjölkproduktion med hög mjölkavkastning, D) Konventionell mjölkproduktion med hög mjölkavkastning. Viktade medelvärden har räknats fram för varje kategori tjänster; försörjande, understödjande, reglerande och kulturella. Ovan illustreras hur de olika driftsalternativen kan tänkas se ut.

återskapa eller bibehålla småskalig förädling och lokal distribution.³²

Bland lantbrukarna i gruppen finns bland annat erfarenheter av att driva ett fårslakteri i form av en ekonomisk förening, ett bymejeri (som bara används av en gård), ett lådsystem för direkt distribution av grönsaker till kunder, samarbete direkt med konsument i grönsaksodling och av att bygga upp ett delägt produktionskök för småskalig livsmedelsförädling. Grönsaksodlarnas erfarenhet är att direktförsäljning tar mycket tid och system med gemensam försäljning därför är att föredra. Detta kräver att det finns fler odlare med detta intresse inom ett område.

Lantbrukarna gör reflektionen att det finns vissa trösklar för att en bygd ska överleva som handlar om möjligheten att upprätthålla grundläggande lokal service så som skola, butik, med mera. Lokala förädlingsföretag kan skapa arbetstillfällen som avgör om en bygd överlever och blomstrar eller dör ut. Som ett gott exempel nämndes ett "stort" getostmejeri med 20 anställda som bidrar till att öka efterfrågan på getmjolk och därmed gynnar gethållningen inom ett stort område. Osten därifrån distribueras dock över hela landet. Som jämförelse nämndes det lilla gårdsmejeriet som sysselsätter en person (deltagare i gruppen) och distribuerar sina varor inom en omkrets av fyra mil. Fördelen är anpassningen till den lokala marknaden. Nackdelen är att denna produktion är mer arbetsintensiv och att arbetet blir mer bundet då det inte delas av fler.

Bygga in snabba, rättriktade och kännbara återkopplingar

En återkoppling kan liknas vid en signal om effekten av en process eller aktivitet tillbaka till dess källa. Återkopplingar fungerar som kontrollmekanismer i både ekologiska och sociala system. De kan vara både positiva (förstärkande) och negativa (försvagande). Populationstillväxt är ett exempel på en förstärkande ekologisk återkoppling, då nya födslar ökar populationen som i sin tur ökar antalet nya födslar. Brist på föda är i sin tur en negativ återkoppling på samma exponentiella tillväxt.

Intensifiering, specialisering, långa avstånd, koncentration och likriktning är trender som minskar möjligheten att skapa korta och effektiva återkopplingar i livsmedelssystemet. De försvårar möjligheten att föra signaler om negativa ekologiska och sociala effekter av en viss typ av produktion till dem som fattar viktiga beslut.³³

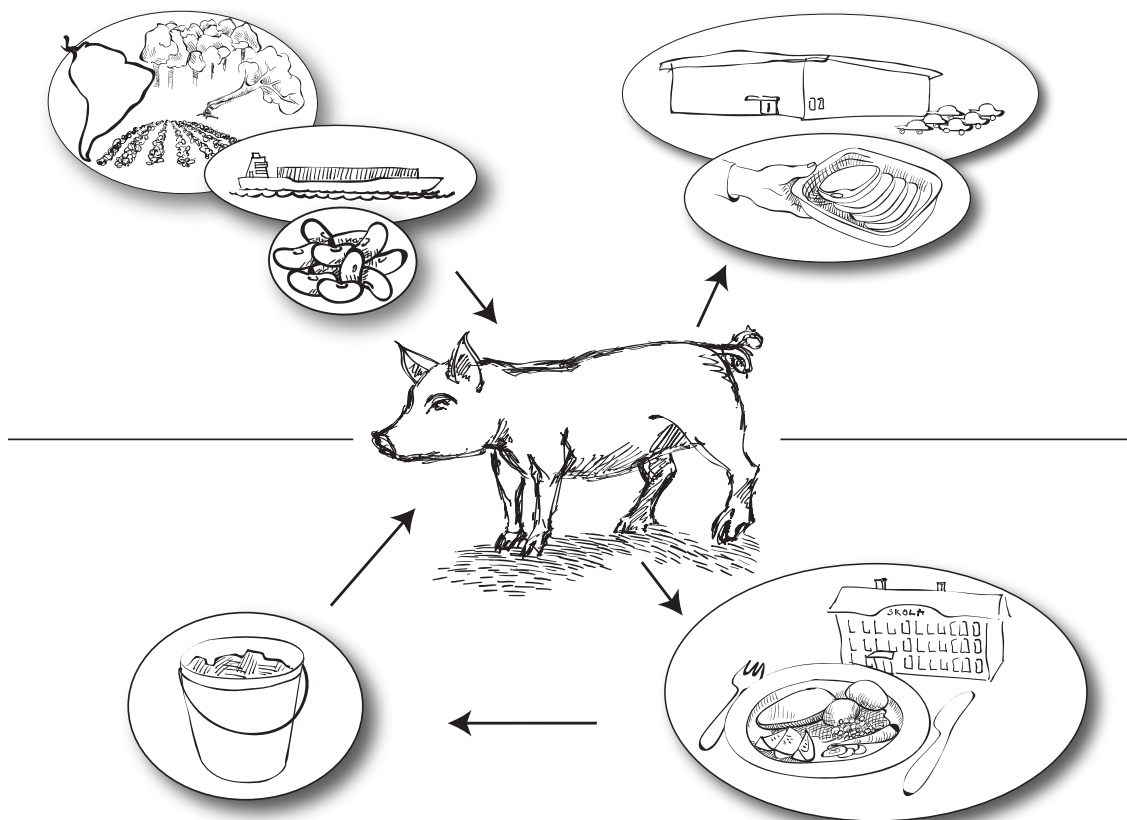
I samband med introduktionen av handelsgödsel till jordbruket försvann en viktig snabb, rättriktad och kännbar återkoppling från lantbruket. Utan handelsgödsel skulle skördarna bli låga och jordarna på sikt bli utarmade – om inte kretsloppen slöts ordentligt och näringsämnena användes effektivt. Så länge det är möjligt att köpa handelsgödsel saknas denna återkoppling vilket leder till bristande incitament att minimera förluster av näringsämnena.

Bristen på rättriktade och snabba återkopplingar är också den globaliserade ekonomins kanske största akilleshäla. Det märks inte på köttet eller mjölken i affären att de har bidragit till regnskogsavverkning genom att fodret som djuret har ätit består av soja som odlats på före detta regnskogsmark. Orsakskedjorna är så långa och utbredda i tid och rum att informationen inte når den som skulle kunna fatta ett annat köpbeslut. Här saknas effektiva återkopplingar och det är en viktig förklaring till att överutnyttjande och miljöförstöring fortgår oförtrutet.

Det är inte så att återkopplingar helt saknas. Däremot är de felriktade i både tid och rum. De som drabbas både snabbt och kännbart är ursprungsbefolkningar, vilda växter och djur som har små möjligheter att agera. På längre sikt påverkas också klimatet av avskogningen men denna återkoppling är tidsfördröjd och också utspädd av andra källor till klimatförändring, vilket gör att signalerna även i detta fall inte når fram till dem som skulle kunna fatta ett annorlunda beslut. Det är skalan som är alldeles för stor för att negativa effekter ska upptäckas och åtgärdas i tid.

Bristen på snabba, kännbara och rättriktade återkopplingar är också förklaringen till att oacceptabla arbetsvillkor kan fortgå. Konsumenten märker inte av att lantarbetare förgiftats då de sprutat den frukt och de grönsaker som vi äter eller att de trots hårt arbete inte kan förtjäna ett drägligt uppehälle. Det är bland annat mot denna bakgrund som efterfrågan ökar på certifiering, inte minst av importerade produkter. Certifieringen är tänkt att fylla behovet av återkoppling tillbaka till konsumenten.

I gruppens utforskande samtal kom det fram nackdelar med det tilltagande intresset för certifiering. Alla lantbrukare i gruppen har egna



Figur 6. Den övre delen visar grisen som en del i ett storskaligt system med felriktade återkopplingar. I fodret ingår ofta soja som odlas på skövlad regnskogsmark i Sydamerika, grisen transporteras till det storskaliga slakteriet och köttet distribueras via handeln till kunden. I den nedre delen ingår grisen i ett lokalt system med snabba återkopplingar. Fodret består av matrester från samma personer som äter köttet.

erfarenheter av att ingå i olika certifieringssystem och har valt att göra det eftersom det ger fördelar ur marknadssynpunkt så som situationen ser ut idag i Sverige. Men begränsningarna blir allt mer uppenbara. För det första innebär certifiering ett resurskrävande mellanled mellan producent och konsument. För det andra innebär det ofta en likriktning på detaljnivån som ibland motverkar sitt eget syfte eftersom regelverk bortser från lokala förhållanden och motverkar en mångfald av lösningar. För det tredje menade lantbrukarna att ju storskaligare certifieringssystem desto mindre garanterar det mot fusk. "I den lilla skalan går det inte att fuska", menade lantbrukarna.

Gruppen ansåg att den modell för deltagardriven certifiering som utvecklats bland annat i tre delstater i södra Brasilien är ett intressant alternativ. Systemet går ut på att producenterna kontrollerar varandra i mindre grupper som ingår i större nätverk.³⁴ I det här systemet är det relationen mellan lantbrukarna och mellan lantbrukarna och konsumenterna som är avgörande för att systemet fungerar. Detta innebär en omvänd logik från konventionella kontrollsystem där relationer snarast stör systemet (vänskapskorruption etc.). Forskning har visat att för att självförvaltande system ska fungera krävs en anpassad skala som inte är större än att människor känner igen varandra, lätt kan kommunicera med varandra och har ett ömsesidigt förtroende.³⁵

Direktförsäljning och att möta kunden i den lokala butiken var exempel från lantbrukarna i gruppen på att försäkra sig om återkopplingar. Ett annat exempel var att odla sitt eget foder för att försäkra sig om att det är producerat på ett försvarbart sätt.

Bevara en viss självständighet, så kallad modularisering

Om inte alla system är totalt ihopkopplade och synkroniserade mildras effekterna av pulser i det ena systemet av att ett annat är i ett robustare tillstånd som gör det mindre mottagligt för pulsen som kan vara exempelvis en stark vind, en skadegörare eller fluktuation på börsern. En skog av olika ålder drabbas lindrigare av en storm än en som är likåldrig, ett utbrott av en växtsjukdom hejdas om inte samma sorts växt odlas över stora områden och en mångfald av placeringar minskar förluster vid en nedgång på börsern. Det finns alltså ett värde i synliga och osynliga gränser för olika aktiviteter och flöden på olika skalor. Det kan till exempel vara lokala särskillnader, platsbunden genetisk variation, mer lokala distributionsnät och högre grad av självbestämmande i nationell och regional jordbrukspolicy. Vi tänker oss ofta naturliga ekosystem som helt öppna men dessa är fantastiska på att vara selektiva för att minska risken för att arter eller substanser sprids som är okända för ett specifikt ekosystem och därför kan skada det. Kantzoner i ett ekosystem, eller arters naturliga begränsningar i spridningsförmåga, är två viktiga exempel.³⁶

Användningen av samma fåtal sorter av jordbruksgrödor över hela världen är ett exempel på minskad modularisering. Detta förlopp förstärks nu genom införandet av genmodifierade grödor (GM-grödor). Minskad modularisering blir kanske den allvarligaste effekten av den utvecklingen på lång sikt. En lokal variation av sorter och raser är avgörande för att bevara resiliens i jordbruket i en oförutsägbar framtid. Det har hänt förr och kommer att hända igen att vi i efterhand, när förutsättningarna ändras, sett katastrofala brister i utsäde som varit lovvärda när de introducerats. Under 1950-talet var världens kornodlingar hotade av ett virus, rödsotsvirus. Vi hade kanske inte odlat korn alls idag om man inte hade funnit en vild motståndskraftig sort i Etiopien som man kunde korsa med de infekterade sorterna som odlades världen över³⁷. De torkresistenta GM-grödor som företagen utlovar kan visa sig ha helt oförutsägbara egenskaper om miljön ändras.

Även dagens traditionella växtförädling är internationell och sorter som förädlas fram ska fungera över hela Europa. Att ta fram och få en ny sort godkänd är dyrt och färre sorter som används på fler ställen är lönsammare än många lokala sorter. Men när mat ska produceras med lokala förnybara resurser behöver variationen öka, inte minska. Ju större variation av sorter och raser som klarar olika förhållanden desto högre och säkrare skördar och djurproduktion kommer vi att kunna få i alla delar av landet. Desto mindre blir också känsligheten för framtida förändringar av klimatet. Det är alltså en form av modularisering att lokala sorter bevaras i olika regioner.

Anpassad skala för att använda mångfald som redskap i produktionen³⁸

Om vi ska ersätta fossil energi och bibehålla en hög och jämn produktion behöver vi ta hjälp av lokala ekosystemtjänster och resurser. Det blir allt tydligare att det är en förutsättning för en hållbar utveckling att vi fasar ut olja, kol och naturgas. Dels därför att det är en ändlig resurs och dels därför att den både direkt men också indirekt är den ojämförligt största orsaken till de klimatförändringar vi människor bidrar till.³⁹ Dessutom har vår användning av fossil energi (liksom kärnkraft) förstört viktiga processer och funktioner i ekosystemen. Den har gett oss möjlighet att obegränsat öka vårt ekologiska fotavtryck. Vår försörjning av rent vatten, växternas pollinering, havens produktionsförmåga och naturens förmåga att mildra naturkatastrofer är bara några av de tjänster som är hotade. Att som nu fortsätta exploatera ekosystemen håller inte på sikt. Den stora tillgängligheten på billig och kraftfull energi har gett oss möjlighet att förändra ekosystem på så många platser på jorden. Till exempel har hälften av jordens skogstäckte huggits ner eller bränts sedan 1950-talet och idag är hälften av alla världshav starkt påverkade av mänskliga aktiviteter så som sjöfart, utfiskning, sopdumpning och andra föroreningar.

Ska vi ersätta fossil energi med förnybar är den biologiska mångfalden vårt viktigaste redskap. Biologisk mångfald är så mycket mer än bara vacker natur och sällsynta arter och den behöver bevaras av fler anledningar än djurens och växternas egenvärden.

De arter som tillsammans utgör den biologiska mångfalden har funktioner som är absolut nödvändiga för oss, de ger oss så kallade ekosystemtjänster. Till exempel bryter en mängd olika bakterier och andra mikroorganismer i marken ner organiskt material och bildar tillsammans med jordens mineraler ny matjord. Fjärilar, humlor och bin pollinerar växterna. Oljeväxter, bär och frukt är exempel på livsmedel som pollineras av insekter. Insekter äter skadegörare, spindlar äter bladlöss, fåglar äter mygglarver. Utan dessa pollinerare och naturliga fiender till våra skadegörare skulle det vara svårt att bedriva jordbruk. Växter, djur och mikroorganismer som svampar och bakterier bidrar till att vi får ett behagligt klimat, ökar molnbildningen som ger oss regn, renar vatten och medverkar till att kretsloppen av näringsämnen som kol, kväve, svavel och fosfor fungerar.

Den biologiska mångfalden är viktig för vår överlevnad. Den viktigaste biologiska mångfalden finns inte i våra skyddade naturreservat utan kanske just i det utsatta jordbrukslandskapet där den är en förutsättning för all matproduktion. Ska mat produceras helt med förnybara resurser kommer den att bli ännu viktigare.

Öka interaktionen mellan komponenter i mångfalden

För att använda ekosystemtjänster som redskap i produktionen är det centralt att förstå interaktionen mellan olika arter och komponenter i mångfalden. Det handlar om att bygga användbara interaktioner som ger en gynnsam samverkan mellan alla delar i systemet⁴⁰. För att underlätta sådana interaktioner måste man ha en medveten design på gården som tar sin utgångspunkt i landskapets karaktär. Fältstorleken och fältkanternas längd spelar till exempel stor roll för naturliga fienders förmåga att reglera skadegörare, det vill säga för att just den interaktionen ska uppkomma⁴¹.

Baljväxters interaktion med bakterier för att fixera kväve, där växten får tillgång till det så viktiga näringsämnet i utbyte mot att den förser bakterien med kolhydrater är en ekosystemtjänst som lantbruket alltid använt sig av. En annan viktig interaktion som dagens konventionella lantbruk knappast nyttjar är samarbetet mellan växt och svamprotter s.k. mycorrhiza. Mycorrhiza hjälper genom sina vitt förgrenade rötter växten att ta upp fosfor och vissa svårupptagliga spårämnen. Svampen skyddar också växten från angrepp av skadeframkallande svampar. I utbyte får svampen energi i form av kolhydrater. Den kan inte överleva utan värdväxten. Varje art av mycorrhizasvamp samarbetar med sin specifika värdväxt.

Lantbrukarna beskriver i det utforskande samtalet hur de bland annat med en medveten växtföljd gynnar mycorrhiza. Att ha en variation av grödor på samma fält under en tidsperiod, en tidsskala med andra ord, ger en variation på det organiska materialet och gynnar därmed en stor markbiologisk mångfald, som i sin tur gynnar mycorrhiza. På detta sätt ökar man grödans tillgång till fosfor och minskar risken för skadeangrepp. Man menar också att det faktum att man inte använder konstgödsel gynnar interaktionen. Lantbrukarnas erfarenhet är att mycorrhiza inte utvecklas vid god tillgång på lättillgängligt kväve. Att mycorrhiza försvinner när man använder syntetiskt framställd gödsel är också något som får stöd i forskning⁴².

Interaktioner mellan mjölksyrebakterier och skadliga bakterier vid osttillverkning med opastöriserad mjölk på fåbod var ett tydligt exempel på en annan interaktion som kom fram i gruppen. Erfarenheten visar att pastöriserad mjölk är mer utsatt om den kommer i kontakt med skadliga bakterier än en opastöriserad mjölk som kvar sin naturligt rika bakterieflora där de nyttiga bakterierna kan hålla de skadliga i schack.

Att ha fler arter i vallarna som interagerar med varandra och med sin omgivning ger en säkrare skörd över året vilket är viktigt när man är beroende av egen produktion av foder. Artblandningen ökar också fodrets näringsmässiga kvalitet. I det utforskande samtalet lyftes olika arters egenskaper fram. Till exempel var det lantbrukarnas erfarenhet att käringtand (*Lotus corniculatus*) minskar parasittrycket på grund av att den innehåller tanniner, att kummin (*Carum carvi*) är smakligt och bra för matsmältning, att cikoria (*Cichorium intybus*) har en djup pålrot som kan dra upp näring och vatten vid torka samt att ängssvingel



Stengårdsgårdar är viktiga för många arter, de är vackra och viktiga för att bevara minnet av gamla tiders brukande. Ängen är den atrikaste biotopen i det svenska landskapet.



(*Festuca pratensis*) ger ett smakligt foder. Högväxande vitklöver är bra vid ensilageskörden och lågväxande är hårdig mot tramp i efterbetet. Blandning ger bra smaklighet och bäst total avkastning över olika årsmåner, menar lantbrukarna i gruppen.

Lättare att använda biologisk mångfald som redskap i produktionen på mindre gårdar

I det utforskande samtalet framhöll lantbrukarna att de var lättare att använda biologisk mångfald som redskap i produktionen på en mindre gård än på en stor. Det stämde bättre överens med logik och förhållningssätt som en mindre gård för med sig. Det är svårt att veta vad som är hönan och ägget, om det är lantbrukarens värderingar och intresse, eller förutsättningarna. Förmodligen är det en växelverkan. På en gård i en småskalig landskapsmosaik är det inte möjligt att konkurrera med hjälp av storleksfördelar oavsett hur duktig man är, att minska utgifterna och ta vara på "alla bäckar små" ger därför en större fördel här. Att använda sig av en "hanterbar teknik" gör att systemet blir mindre sårbart och reparationerna enklare. Produkter med mervärde kan ge högre inkomster eftersom värdet på varje produkt bli högre. Diversifiering ger en säkrare ekonomi menar man. Man säger att en större variation av arter gör att det finns fler möjligheter, större motstånd mot sjukdomar och att det ger en blandning av egenskaper. Man framhåller också att fler små enheter gynnar mångfalden på en annan nivå. Alla gör lite olika och det är viktigt att tillåta och uppmuntra olikheter.



Birgitta har getter på fåbod som hon mjölkar för att göra getost. För att göra den används nästan bara lokala ekosystemtjänster och den ger många ekologiska, sociala och kulturella värden.

En av gårdarna har getter och får på fåbodbete under sommaren och beskriver att när djuren betar på "skogen i högländ, där det är kallare och finns fukthål, ger det kvalitet och karaktär på osten. Det ger nyttigare fetter, så som omega 3, det ger bra bakteriekulturer och en bra smak på osten. Jag undrar ibland om getterna går dit för att det är vackert. Att arbeta på fåboden ger existentiella värden, livskvalitet. Fåbodbete är ekosystemtjänsternas ekosystemtjänst."

Grönsaksodlarna i gruppen nämner att man samodlar grönsakerna på ett medvetet sätt, till exempel doftande örter eller selleri

tillsammans med kål för att hålla kålfjäril borta och morötter med lök för att minska morotsflugans angrepp.

Lantbrukarna säger att "använda växtföljder är ett sätt att skapa en ordnad blandning", att efterlikna naturens blandning. Man menar också att man måste se till att även omgivningarna kring odlingen påverkar positivt. Exempel är att skapa dikesrenar där humlor och naturliga fienden hittar föda och övervintringsplatser, bryn mellan åker och skog där fåglar och insekter trivs, eller vatten i bäckar och våtmarker som är gynnsamt för en mängd arter. För att gynna biologisk mångfald måste man vara kunig, man måste känna sin gård och ha mångfald i tanken. Mångsyssleri och biologisk mångfald tycks gå hand i hand.



Om landskapet ska kunna fånga upp det näringsläckage som livsmedelsproduktion alltid kommer att orsaka så måste läckaget vara i en omfattning som är anpassad efter det ekosystem som ska ta hand om det. En öppet dike kan fånga in läckaget från ett litet fält, bygga in det i sin biomassa och ge mer fisk, vass eller annat som kan användas lokalt igen. En meandrande å hinner fånga in läckage från ett större område. Är det riktigt stora jordbruksområden eller avloppsreningsverk, som samlat näringsämnen från gödsel och avlopp från stora jordbruksområden eller en stor befolkning, räcker ofta inte den existerande ytan och tiden till för att ta hand om läckaget. Fossil tid och yta, i form av olja, kol eller naturgas, betong och järn används istället för att bygga bassänger och driva reningsprocesser. När skalan anpassas efter platsgivna ekosystemtjänster kan övriga resursinsatser hållas nere.

Att använda häst i grönsaksproduktionen kan vara effektivt i en mindre skala. Hästar packar inte jorden, ger gödsel, äter av klöver- och gräsvallen som behövs i växtföljden och är flexibel när man odlar många olika grönsaker på samma skifte.

Mångfalden i ett småskaligt lantbruk ger hög produktivitet

Det finns omfattande forskning från låginkomstländer som visar att ett småskaligt lantbruk är mer produktivt än ett storskaligt när man väger ihop allt som produceras. Det är avkastning per ytenhet och i förhållande till inköpta insatsmedel som studerats.⁴³ Studierna visar att det bland annat beror på mångfalden av grödor som odlas på gården, ofta flera samtidigt på samma fält så att resurser ovan och under jord kan utnyttjas effektivt, eller med överlappande växtcykler, så att ytan utnyttjas maximalt. På en mindre gård med många olika grödor finns det också ekonomiska drivkrafter att utnyttja alla små marginella markbitar effektivt. Ett effektivt utnyttjande av marginella resurser sker

också när djur äter rester från odlingen, till exempel ogräs, stjälkar, blast och hushållsrester.

Generellt kan man säga att fler arter, men också fler sorter av varje art, ger en större blandning av egenskaper och därmed möjligheter att klara fler förutsättningar; blött, torrt, lågt pH eller högt. Fler arter och fler sorter av samma art ger ett större motstånd mot sjukdomar eftersom det ofta är stora koncentrationer av en art som gör att de får fäste. Dessa grundläggande principer förklarar varför mångfald kan ge högre ytproduktivitet.

Skalan spelar roll för företagens inriktning

Den praktiska erfarenhet som kom fram under samtalet i gruppen var att småbrukare har en annan inställning till sitt företagande än lantbrukare med stora gårdar. Om företaget är stort, men fortfarande ska skötas av en person måste allt ske snabbare. Det innebär bland annat större maskiner som kräver stora fält och raka fältkanter. Specialisering är också ett sätt att spara arbetstid då varje produktionsgren kräver sin ställtid.

Under det utforskande samtalet var ett genomgående tema att produktiviteten per yta blir hög just för att "har man litet behöver allt utnyttjas". Konkreta exempel från gruppen var att åkerholmar används som färbete. Man kallar det "snålbete" och lät ettårslamm som skulle växa till för att betäckas under hösten beta där. Ett litet bete ger proportionerligt mer till en liten gårds totala behov av foder än till en stor, i förhållande till den arbetstid det tar. Att ha 10 kalvar på pyttelitet bete ger ett tillskott om man har en liten besättning, på en stor gård handlar det ofta om att på billigaste sätt hålla betet öppet. På de minsta skiftena som brukas på

Skog som betas får en speciell karaktär. Här skapas variationsrika miljöer som är viktiga för många organismer och helt livsavgörande för vissa. Dessutom samlar korna in energi från skogen och omvandlar till mjölk och kött med hjälp av ekosystemtjänster och förnybar energi.



gårdarna i gruppen ”skulle man inte kommit in med en stor traktor”. Skiften på i medeltal 0,5 ha på en gård på c:a 50 ha, är inte ovanligt bland gårdarna i gruppen. En enskild gröda eller produktionsgren på dessa gårdar kan aldrig bli så stor att den kan ge tillräckligt stora inkomster. Gården kan ändå vara lönsam enligt principen ”många bäckar små” och genom att kostnaderna hålls låga.

Ett praktiskt exempel från en mjölkgård på hur skala, klimatpåverkan, mångfald och mångfunktionalitet samverkar

”Att ha 200 mjölkkor på naturbetesmarker fungerar inte om man ska få den största delen av sitt foder därifrån, avstånden blir för långa för att det ska fungera arbetsmässigt och man behöver fodra inne trots att det är betessäsong. Då är skalan inte anpassad.” Citat från det strukturerade samtalet i gruppen.

En besättning vars storlek står i förhållande till skalan på mosaiken i det omgivande landskapet är nödvändig om djuren ska försörjas med lokalproducerat foder. När det gäller bete finns det en naturlig gräns för hur långt kor som ska mjölkas hinner gå mellan mjölkningarna och för rimlig transport av betesdjur. Det finns en gräns när avstånden blir för långa för att transportera fodret, men än mer avgörande är gränsen för att föra tillbaka näringsämnen från stallgödseln till åkermarken. De spridningsarealer för stallgödsel som idag rapporteras för stora besättningar är inte sällan teoretiska beräkningar och garanterar inte att gödseln verkligen sprids på dessa ytor. Om spridning ändå görs sker det till priset av hög bränsleförbrukning.

Det höjs röster om att korna lika gärna kan få allt sitt foder inomhus och att de moderna lösdriftsstallarna har ett så bra klimat och ger möjlighet för djuren att utöva naturliga beteenden, och att bete därmed skulle vara onödigt eller till och med en försämring för djuren⁴⁴. Men ska fossil energi fasas ut ur produktionen är djur som hämtar sitt eget foder en viktig ekosystemtjänst som minskar energianvändningen. De sprider samtidigt sin gödsel vilket är ytterligare en effektiviserande ekosystemtjänst. Gödsel som hamnar på bete orsakar dessutom lägre ammoniakutsläpp än gödsel från utgödsling, eftersom detta utnyttjas av mikroorganismer i markerna direkt. Om korna gödslar inne är det svårare att sprida de stora gödselmängderna vid rätt tidpunkt och till rätt gröda⁴⁵.

Betesmarkerna hjälper också till med att samla in koldioxid som kompenserar den klimatpåverkande metangasen som korna släpper ifrån sig⁴⁶. Forskning pekar dessutom på att artrika betesmarker samlar in mer koldioxid än de som endast har ett fåtal arter⁴⁷. Dessutom ger de natur- och kulturvärden eftersom de ofta är de artrikaste markerna i vårt landskap. Sist men inte minst visar forskning att djur som betar producerar mjölk och kött med en nyttigare fettsammansättning än djur som inte gör det⁴⁸. Mjölkkor på bete är sammantaget ett praktexempel på mångfunktionalitet som skapas när djuren integreras i produktion i en lämplig skala utifrån landskapets egenskaper och fokus skiftar från bara en produkt till ett effektivt och hållbart nyttjande av de platsgivna resurserna i ett helhetsperspektiv.

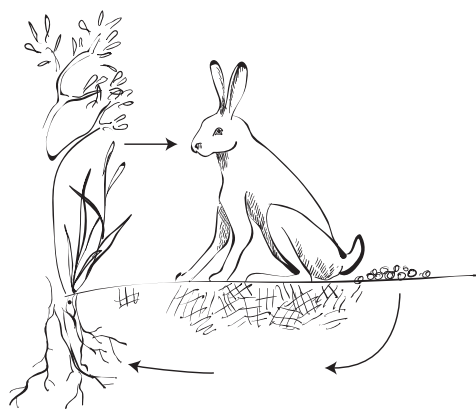
Anpassad skala för säkra och täta kretslopp

Det är den totala mängden ”ny” växtnäring som tillförs det svenska livsmedelssystemet, i form av handelsgödsel, foder eller baljväxters kvävefixering som i slutändan avgör vad som läcker ut ur systemet. Varken kväve, fosfor eller kalium lagras i jorden, i biomassan, i människor, på soptippar eller i reningsverk idag. Det är i stort sett en balans mellan vad som förs in och vad som försvinner. Näringen rinner ut i våra vattendrag. Det mesta av kvävet avgår till slut till luften igen som kvävgas och lustgas, medan fosfor och kalium lagras i sedimenten på sjöbottnar.⁴⁹

Förutom att kväveöverskottet orsakar övergödning, och slöseri med ändliga resurser, så bidrar det avsevärt till jordbrukets klimatpåverkan, eftersom den allra största enskilda utsläppskällan (mer än 30 %) troligen är lustgas som bildas när organiskt bundet kvävet bryts ner av mikroorganismer i marken. Vid denna naturliga process blir det mesta kvävgas, som atmosfären till allra största delen består av. I processen bildas dock alltid lite lustgas. Ju mer biologiskt bundet kväve som ska tillbaka till atmosfären igen desto mer lustgas bildas, även om lokala markförhållanden avgör fördelningen mellan kvävgas och lustgas på varje enskild plats.

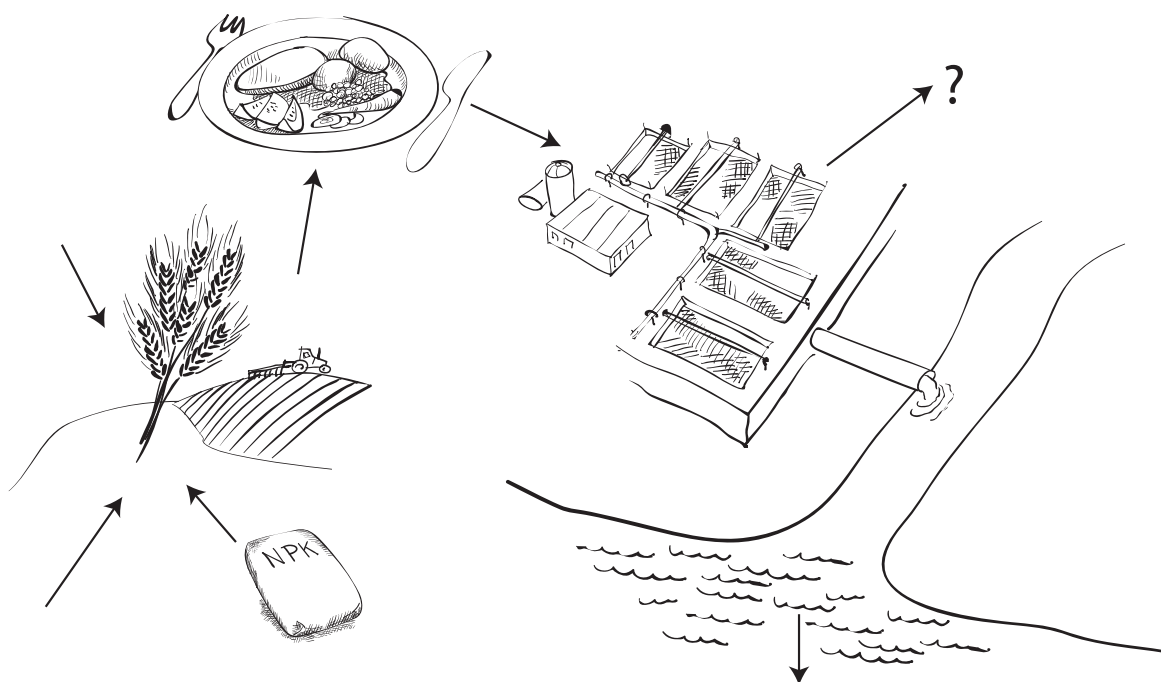
Jordbruket bygger idag till stor del på ett linjärt flöde av växtnäring. Nytt kväve förs in i systemet, i Sverige ungefär 200 000 ton per år, framför allt i form av handelsgödsel och till en mindre del i form av baljväxters kvävefixering⁵⁰. På olika platser och vid olika tidpunkter frigörs allt detta kväve igen. Globalt sett räknar man med att människan har dubblat den mängd kväve som binds in i det biologiska systemet⁵¹. Det kväve som inte binds in i sediment och begravs djupt nere i berggrunden ska till slut tillbaka till atmosfären. Ju mer kväve som ska tillbaka till atmosfären desto mer lustgas blir det med andra ord.

För att komma till rätta med jordbrukets bidrag till dessa utsläpp på ett långsiktigt hållbart sätt behöver kretsloppet mellan djur och växter och mellan stad och land slutas igen. Användningen av kväve behöver också effektiviseras, till exempel genom att anpassa produktionen så att man kan använda stallgödsel effektivt samt genom att ha bra växtföljder. Detta skulle radikalt minska lantbrukets utsläpp av växthusgaser. Utan kombination av växtodling och djurhållning i en region blir det obalans i kretsloppet. Skalan på systemet måste anpassas så att en energieffektiv återvinning av näring kan ske. Ju längre från ladugården, desto större transportarbete att sprida gödsel. Risken blir då en obalans i spridningen så att för mycket gödsel sprids på åkrar nära ladugården och i djurtäta områden, och handelsgödsel eller grüngödsling krävs för att få acceptabel skörd i andra områden. Ju större kretslopp desto mer läckage.



Figur 7. Korta och effektiva kretslopp: en hare i skogen släpper en harplutt som direkt tas om hand av mikroorganismer. Det krävs ingen transportenergi och ger sällan något läckage. Resursen blir direkt till nytta för en annan organism.

I dagens jordbruk är växtnäringsflödena ofta linjära med stora energikostnader för tillverkning av gödsel och transporter och med stora diffusa läckage hela vägen från odlingen på fältet till behandling av avloppsvattnet i reningsverket.



För att sluta kretsloppet mellan djur och växter igen behövs en kraftig omfördelning som upphäver den regionala specialiseringen mellan växtproduktion och djurproduktion i Sverige. Skalan på djurproduktion behöver anpassas till de lokala förhållandena. I ett mosaiklandskap med små skiften blir besättningarna mindre eftersom mängden foder som kan produceras på ett rimligt transportavstånd är mindre än i ett slättlandskap med större fält. För att sluta kretsloppet mellan stad och land krävs också en anpassning av skalan i livsmedelsproduktionen, ju större andel av den mat vi äter som kommer från andra sidan jorden desto svårare blir det att sluta kretsloppet, transportavstånden blir orimliga och risken för smittspridning allt för stor.

En av gårdarna i projektet har sedan 20 år arbetat med att bygga ett fungerande kretslopp mellan djurhållning och växtodling samt mellan gården och de boende runt omkring. De 18 mjölkkena fodras på i stort sett uteslutande eget foder. Urin från 18 hushåll används för att gödsla gårdens cirka 40 ha.

Återföring av mänskligt avfall till jordbruket måste ske i anpassad skala. Detta har inte bara att göra med transportavstånd. Erfarenheten visar också att det är viktigt att alla som deltar i ett återvinningssystem känner ansvar för vad som hamnar i toaletten. När människor känner varandra fungerar det bättre eftersom sociala relationer tenderar att förstärka känslan av delaktighet och därmed ansvar. Ännu starkare blir ett återvinningssystem där toalettbesökarna också är konsumenter av den mat som produceras. Då finns de snabba och kännbara återkopplingar som är så viktiga för ett ansvarsfullt beteende. Lokalt omhändertagande av restprodukter bygger också en modularitet (se sid. 22) vad gäller bakteriefloran, menar lantbrukaren.

Matrester till grisar och höns fungerar bara i mindre skala.

Klimatpåverkan från produktion av griskött, ägg och kyckling orsakas till mellan 60–80 procent av produktion av deras foder⁵². Genom att utfodra djuren med restprodukter kan deras klimatpåverkan minska radikalt. Räknar man också med minskad metan- och lustgasavgång som kompostering och lagring av dessa rester orsakar idag, så skulle den positiva climateffekten av utfodring med restprodukter öka än mer. Minskad förbrukning av fossil energi, och minskad övergödning av haven samt mer åkermark att producera mat på i en värld där fler ska födas på mat producerad med förnybara resurser är andra positiva effekter av en sådan omställning. En överslagsberäkning visar att om de livsmedelsrester från förädlingsindustri, bryggerier, mejerier och sockertillverkare, samt matavfall från storkök, som produceras i Sverige idag användes som foder till grisar skulle det räcka till ca 30 kg griskött per person och år i Sverige⁵³. Det är ungefär så mycket griskött som vi äter idag. Vill vi också äta ägg och kyckling som utfodrats på samma vis skulle vi behöva minska konsumtionen av griskött med motsvarande mängd.

Utfodring av djur med restprodukter fungerar bara i en anpassad skala på motsvarande sätt som återvinning av mänskliga restprodukter som gödningsmedel också kräver en anpassad skala. Dels behöver transportavstånd och svinn minimeras för att göra systemet effektivt och lönsamt. Dels behöver snabba kännbara återkopplingar byggas in i systemet för att främja ett ansvarstagande beteende. Dessa förutsättningar ligger mycket långt från dagens storskaliga globala livsmedelsförsörjning, som saknar såväl modularitet, som ändamålsenliga återkopplingar. I det storskaliga systemet kan exempelvis en smitta lätt komma in och spridas okontrollerat och olika rester kan inte enkelt särskiljas så att rätt kvalitet ges till rätt djur. I det storskaliga systemet ser människor inte heller effekterna av ett oansvarigt handlande. Ett kriterium för anpassad skala för utfodring av djur med restprodukter kan sammanfattas med tanken: *"lägger jag något giftigt i 'grishinken' får jag det i mitt eget kött eller i mitt frukostägg"*. Detta resonemang pekar på behovet av en radikal omställning av svensk köttproduktion.

Produktivitetsbegreppet i det klimatsmarta lantbruket

Produktivitet handlar om att åstadkomma mycket med lite. Denna enkla definition till trots är begreppet mångtydigt.

Produktivitet mäts ofta i monetära termer. Det har den fördelen att alla resurser kan vägas samman på en gemensam bas. Nackdelen är att sådana resurser som inte har något marknadsvärde förblir osynliga. Det gäller såväl sådana resurser och tjänster som används i produktionen, som de värden som lantbruket producerar. I Sverige och jämförbara länder har monetära värderingar lett till ett fokus på produktivitetsökningen per arbetstid, beroende på att arbete har ett högt pris i vår ekonomi. Med detta som drivkraft har storleksrationaliseringen skett – arbete har ersatts med insatsmedel och markyta vilket gett specialisering och minskad mångfunktionalitet. I framtiden kommer mark, energi och vatten troligtvis att bli mer begränsade resurser än de är idag. Det kan då finnas anledning att räkna produktivitet utifrån dessa resurser.

När det gäller ickemonetära produktivitetsberäkningar är det inom lantbruket vanligast att räkna antingen per arbetstimme eller per hektar. Vilket man väljer blir avgörande för resultatet. Många av de lösningar som pekas ut som klimatsmarta i denna rapport innebär ökad produktivitet per ytenhet men kräver fler arbetstimmar. Detta är också vad man studerat hos småbruk i låginkomstländer där kvadratmeterskördarna ofta kan vara mycket höga till exempel i system som nyttjar samodling i skikt. Det är också i denna riktning vi behöver gå i takt med att den odlingsbara arealen i världen krymper till under 0,2 hektar per person.

Vi behöver producera så mycket som möjligt per ytenhet och omforma produktionsmetoderna för att göra det möjligt. Men naturligtvis är det inte hållbart om detta sker med hjälp av ökade insatser av icke förnybara resurser. Mängden avkastning per enhet icke förnybara resurser är därför ett kompletterande sätt att beräkna produktivitet som är meningsfullt i ett klimatsmart perspektiv.

Den ökade ytproduktiviteten får inte heller ske på bekostnad av överutnyttjade ekosystemtjänster. Ett ytterligare kompletterande mått som föreslagits är därför mängden avkastning per generation av ekosystemhälsa. Detta är naturligtvis svårare att mäta och frågan kvarstår hur de olika insatserna i produktionen ska vägas mot varandra.

I projektet klimatsmart lantbruk har vi arbetat med metodutveckling för att väga samman olika slags resursanvändning i lantbruket med hjälp av ett emergibaserat⁵⁵ fotavtryck. Alla resurser och tjänster som används i produktionen har översatts till ett ytmått som motsvarar den

yta som krävs för att skapa resurserna⁵⁶. Detta är ett försök att sätta "allt" i produktivitetens nämnare.

Produktivitetsbegreppets nämnare:
/arbetstimme
/hektar
/icke förnybar resurs
/generation av ekosystemhälsa
/"allting"

Det är inte bara produktivitetsbegreppets nämnare som behöver justeras. Vi har i denna rapport belyst betydelsen av ett mångfunktionellt lantbruk. Mångfunktionalitet innebär en möjlighetsbank och är därmed viktig för resiliensen. Mångfunktionalitet innebär också ett effektivare resursutnyttjande.

Medan det specialiserade systemet fokuserar på en enda produkt och oavsiktligt skapar biprodukter och restprodukter som förorsakar oförutsedda sidoeffekter (t ex näringsläckage) eller kvittblivningsproblem (t ex industrialiserad värphönsuppfödning där kycklingarna av hankön dödas redan första veckan och blir avfall), har det mångfunktionella lantbruket en annan startpunkt. Här optimeras istället hela systemet till att använda tillgängliga resurser på ett effektivt och hållbart sätt.

Produktivitetsbegreppets täljare:
▪ En viss produkt
▪ Alla produkter, funktioner och tjänster sammantaget

I projektet klimatsmart lantbruk har vi arbetat med metodutveckling för att mäta samtliga produkter, funktioner och tjänster som ett lantbruk producerar. Den metod som utvecklats bygger på kvalitativ mångdimensionell värdering och resultaten illustreras i den sorts figur som också presenterats på sidorna 18–19. Det finns fortfarande mycket att göra för att få rättvisande och jämförbara resultat av sådana här mätningar.

Slutsatser

Det råder en begreppsförvirring då vi ofta pratar om dagens ”intensiva jordbruk”. Vad vi då menar är att det är insatsintensivt. Det kräver en stor mängd fossilbaserade insatser. Men i relation till andra resurser så som mark och arbetskraft är det extensivt. Om vi ska föda en växande världsbefolkning och samtidigt bromsa klimatförändringarna och minska vårt ekologiska fotavtryck måste vi överge det lågproduktiva och extensiva sätt som vi producerar mat på i den industrialiserade delen av världen.

Ett högproduktivt klimatsmart lantbruk skiljer sig markant från dagens svenska lantbruk. Effektiva kretslopp är exempelvis en förutsättning för hög produktivitet med förnybara platsbundna resurser och ekosystemtjänster. Dessa kräver anpassad skala. Jordbruket kanske i framtiden mer kommer att likna en trädgård där mycket produceras på liten yta. Troligtvis behöver totalt sett många fler arbetstimmar att ägnas åt livsmedelsproduktion. Detta får genomgripande konsekvenser för hela samhället eftersom det innebär att fler människor behöver bli aktiva i livsmedelsproduktionen i samband med att de fossila resurserna fasas ut, produktiviteten per yta höjs och användningen av lokala ekosystemtjänster blir mer genomtänkt. Medveten användning av lokala ekosystemtjänster kräver också ”fler ögon per hektar”. Det handlar alltså inte bara om en kvantitativ ökning av arbetet utan också om medvetenhet, närvaro, iakttagelseförmåga och den viktiga ”bry sig om”-faktorn, framhåller lantbrukarna i gruppen.

Att bedriva ett sant klimatsmart lantbruk i dagens läge är svårt eftersom samhällets ekonomiska och politiska styrmedel driver i motsatt riktning. Därför är också underlaget för empirisk forskning på klimatsmart lantbruk begränsad. De gårdar som ingår i projektet statuerar exempel för olika delar av den omställning vi står inför. Men det framtida lantbruket finns inte ännu och dess förverkligande är beroende av en omställning av samhället i stort. Därför är det i denna forskning nödvändigt att arbeta med visioner, modeller, begreppsbildning och dellösningar.

”Jag drömmer inte om att sitta och nöta på flera hundra hektar” säger Carl Höglund, småbrukare i Trönö. Han är exempel på en lantbrukare som kan betecknas som en samhällsentreprenör. För honom står intresset och engagemanget att utveckla sin bygd och de natur- och kulturvärden som finns där samt att bidra till en hållbar utveckling i fokus för företaget. Detta samhällsnyttiga arbete vill han driva på ett sätt som kan ge honom möjligheter att försörja sig så att han kan fortsätta med det han gör. Han vill gärna driva företaget med vinst om det är möjligt, men det kommer inte i första hand. Denna utgångspunkt delar han med alla lantbrukare i projektet, men också med andra småbrukare, och med många lokalt förankrade småföretagare inom andra verksamhetsområden⁵⁷. För att förklara ett sådant företagande krävs en annan

ekonomisk teoribildning än den gängse, där vinstintresse uppfattas som den viktigaste drivkraften. Begrepp som bland annat produktivitet, effektivitet och framgång får en helt annan innebörd.

Denna rapport har lyft fram skalans betydelse för att utveckla en hållbar livsmedelsproduktion och specifikt för att minska lantbrukets klimatpåverkan genom att nyttja lokala ekosystemtjänster och förnybara resurser för att fasa ut fossil energi och andra icke förnybara resurser. Rapporten relaterar till den forskning som finns tillgänglig idag, men det finns stora kunskapsluckor. Mer forskning som tydligt fokuserar skalan i hållbar produktion behövs för att konkretisera anpassad skala för olika specifika situationer och för att ge underlag för policyanalys och -rekommendationer. För att forskningen ska bli användbar i praktiken och för att göra steget mellan forskning och faktisk förändring kort måste man prioritera deltagardriven och aktionsinriktad forskning, där lantbrukare, beslutsfattare, forskare och kanske också i vissa fall konsumenterna deltar på olika sätt.

Avslutningsvis vill vi nämna något som inte alls har berörts i rapporten; skala anpassad för att möjliggöra rättvis fördelning av mat. Det är ett område som också behöver beforskas. Idag svälter fler människor än någonsin, trots ökande skördar och en global handel med livsmedel. Generellt sett har fördelningen blivit än mer orättvis samtidigt som skalan i världens livsmedelssystem har blivit allt större. Vilken typ av handel, vilka flöden – och i vilken skala – är önskvärda och samtidigt förenliga med eller till och med viktiga för att utveckla en hållbar och rättvis livsmedelförsörjning?

En av de viktigaste resurserna för att producera mat är den odlingsbara jordbruksmarken. Inte mer än tre–fyra procent av jordens yta är av sådan kvalitet att man kan odla den. Över 90 procent av maten som vi människor äter kommer från denna begränsade yta, resten från skog och hav. Världens befolkning är idag runt sex och en halv miljard människor, och man tror att tillväxten stannar först när vi är runt åtta, eller kanske så mycket som tio miljarder människor. Tillgång till odlingsbar mark per person minskar för varje år. År 1960 hade medelvärldsmedborgaren 0,48 hektar per person, år 2000 hade vi 0,23 hektar per person och år 2025 finns kanske endast 0,18 hektar per person. Svensken matavtryck är nästan dubbelt så stort (0,4 hektar) som världsmedborgarens vid en rättvis fördelning.⁵⁸ Så mycket som en tredjedel av den ytan ligger utanför Sverige. Till denna yta måste man dessutom lägga en minst lika stor, eller kanske ännu större yta, beroende på var man sätter sin systemgräns vid beräkningen, för alla de insatser som idag krävs för att producera maten. Om skördarna upphör att öka när produktiviteten i jordbruket nått sin biologiska gräns, eller kanske till och med minskar på grund av minskad tillgång på övriga resurser som behövs i produktionen, så blir det allvarliga problem att försörja en växande befolkning.

Hur man än räknar är storleken, skalan, på vårt anspråk på världens jordbruksmark och på andra resurser för att producera vår mat avsevärt större än vad som är hållbart både idag och vad som kommer att vara det i framtiden.

Litteratur och förklaringar

- 1 Björklund, J., S. Johansson, och P. Holmgren. 2008. Mat & klimat. Medströmsförlag, Stockholm.
- 2 Ong'wen, O. och S. Wright. 2007. Small farmers and the future of sustainable agriculture. Heinrich Böll Foundation, Misereor, Wuppertal Institute.
- 3 Kvale, S. 1996. Interviews; an introduction to qualitative research interviewing. SAGE, Thousand Oaks.
- 4 I Brundtlandrapporten uttrycks samma sak så här: "att tillgodose dagens behov utan att äventyra möjligheterna för kommande generationer att tillgodose sina behov".
- 5 Rockström, J. Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L. 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. Ecology and Society 14(2):32 [online].
- 6 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, Island Press, Washington, DC.
- 7 Foley, J. A., De Fries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin S. F., Coe, M. T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, C., Ramankutty, N., Snyder, P.K. 2005. Global Consequences of Land Use. Science 309:570-574.
- 8 Levin, S. A. 1999. Fragile dominion: complexity and the commons. Perseus Books, cop., Cambridge, Mass. Odum, H. T. 1995. General and ecological systems. An introduction to systems ecology, rev. edition. Univ. Press of Colorado, Niwot.
- 9 Holling, C. S. 2001. Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. Ecosystems 4:390-405.
- 10 Bergström, L., H. Kirchmann, H. Aronsson, H. Torstensson, och L. Mattsson. 2008. Use Efficiency and Leaching of Nutrients in Organic and Conventional Cropping Systems in Sweden. s 143-159 I H. Kirchmann, och L. Bergström, editors. Organic Crop Production – Ambitions and Limitations, H. Kirchmann, L. Bergström. Springer, Dordrecht. (<http://pub-epsilon.slu.se/511/>).
- 11 Wivstad, M., E. Salomon, J. Spångberg, och H. Jönsson. 2009. Ekologisk produktion – möjligheter att minska övergödning. CUL, SLU, Uppsala. (<http://www.slu.se/Documents/externwebben/centrumbildningar-projekt/epok/Publikationer/Eko-prod-overgodning-syntes-web.pdf>)
- 12 Odum, H. T. 1995. General and ecological systems. An introduction to systems ecology, rev. edition. Univ. Press of Colorado, Niwot.
- 13 Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco, och J. M. Melillo. 1997. Human domination of Earth's ecosystem. Science 227:494 - 499.
- 14 <http://www.stockholmresilience.org>
- 15 Holling, C.S. 1986. The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change, p. 292-320, In W. C. Clark and R. E. Munn, editors Sustainable Development of the Biosphere. Cambridge University Press, Cambridge.
- 16 Carpenter, S.R., B.H. Walker, J.M. Anderies, och N. Abel. 2001. From metaphor to measurement: resilience of what to what? Ecosystems 4:765-781.
- 17 Folke, C., S. Carpenter, T. Elmqvist, L. Gunderson, C.S. Holling, B. Walker, F. Berkes, J. Colding, K. Danell, M. Falkenmark, L. Gordon, R. Kaspersen, N. Kautsky, A. Kinzig, S. Levin, K.-G. Mäler, F. Moberg, L. Ohlsson, P. Olsson, E. Ostrom, W. Reid, J. Rockström, J. Savenjie, och U. Svedin. 2002. Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations. Scientific Background Paper for the process of The World Summit on Sustainable Development on behalf of The Environment Advisory Council to the Swedish Government, Skriftserie 2002:1, Miljövärdsberedningen, Stockholm. <http://www.sou.gov.se/mvb/pdf/resiliens.pdf>
- 18 Gleick, J. 1987, Chaos. Making a New Science. London Penguin Group.
- 19 Bak, P. 1997. How Nature Works. Oxford University Press, Oxford.
- 20 Foley, J. A., De Fries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin S. F., Coe, M. T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, C., Ramankutty, N., Snyder, P.K. 2005. Global Consequences of Land Use. Science 309:570-574.

- 21 Se t.ex. Berg, Å. 2002. Composition and diversity of bird communities in Swedish farmland-forest mosaic landscapes. Part 2. Bird study 49, 143-165. Donald, P. F., F. J. Sanderson, J. I. Burfield, och F. P. J. van Bommel. 2006. Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990-2000. Agriculture, ecosystems and environment 116:189-196, Tschardtke, T., A. M. Klein, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter och C. Thies. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem services management. Ecology Letters 8:857-874. Weibull, A.-C., J. Bengtsson, och E. Nohlgren. 2000. Diversity of butterflies in the agricultural landscape: the role of farming system and landscape heterogeneity. Ecography 23, 743-750.
- 22 Benton, T. G., J. A. Vickery, och J. D. Wilson. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? Trends in Ecology & Evolution 18(4):182-188.
- 23 Forman, R. T. T. 1995. Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- 24 Östman, Ö., B. Ekbom, J. Bengtsson, och A.-C. Weibull. 2001. Landscape complexity and farming practice influence the condition of polyphagous carabid beetles. Ecol. Appl. 11, 480-488.
- 25 Belfrage, K., J. Björklund, och L. Salomonsson, 2005. The Effects of Farm Size and Organic Farming on Diversity of Birds, Pollinators, and Plants in a Swedish Landscape. Ambio 34(8):582-588.
- 26 Björklund, J., Westberg, L., Geber, U., Milestad, R. och Ahnström, J. 2009. Local Selling as a Driving Force for Increased On-Farm Biodiversity. Journal of Sustainable Agriculture, 33(8) s. 885 – 902.
- 27 Permakultur är ett exempel på hur man medvetet härmar ekosystemen för att jordbruket på ett hållbart sätt ska ge oss en bra blandning av vad vi behöver i form av mat, vatten, värme, vila och skönhetsupplevelser, med så liten förbrukning av ändliga resurser och arbete som möjligt. Man kan säga att man skapar ätbara ekosystem, det innebär att odlingen utgår från hur vilda ekosystem fungerar och är organiserade samtidigt som man utvecklar odlingen så att den ger så mycket mat som möjligt. Permakultur är ett högentensivt jordbruk, man använder marken och alla lokala resurser så effektivt som möjligt, samtidigt som man minimerar insatserna av fossil energi. Det innebär också att man tar hänsyn till vilken blandning av växter och djur man ska ha på gården, och hur de integreras på bästa sätt så att de kan bidra så mycket som möjligt till produktionen.
- 28 Benton, T. G., J. A. Vickery, och J. D. Wilson. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? Trends in Ecology & Evolution 18(4):182-188.
- 29 Foley, J. A., De Fries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin S. F., Coe, M. T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, C., Ramankutty, N., Snyder, P.K. 2005. Global Consequences of Land Use. Science 309:570-574.
- 30 Björklund, J. och R. Milestad. 2006b. Lantbruket som nav i bygdeutveckling – det svenska lantbrukets mångfunktionalitet. CUL, SLU, Uppsala. <http://www.slu.se/Documents/externwebben/centrumbildningar-projekt/epok/Publikationer/Eko-prod-overgodning-syntes-web.pdf>.
- 31 Durrenberger, E. P., och K. M. Thu. 1996. The expansion of large scale hog farming in Iowa: The application of Goldschmidt's findings fifty years later. Human Organization 55(4):409-415.
- 32 Haden, A. 2005. Keystone organization for local food system development. Ekologiskt lantbruk konferens 22-23 november 2005 Ultuna. Uppsala. <http://www.slu.se/Documents/externwebben/centrumbildningar-projekt/epok/Publikationer/konfrapport2005.pdf>.
- 33 Sundkvist, Å., R. Milestad och A.-M. Jansson. 2005. On the importance of tightening feedback loops for sustainable development of food systems. Food Policy 30; 224-239.
- 34 <http://www.centroecologico.org.br>, http://www.ifoam.org/about_ifoam/standards/pgs.html
- 35 Ostrom, Elinor and James Walker, 2003. Trust and Reciprocity: Interdisciplinary Lessons for Experimental Research. Volym VI i Russell Sage Foundation Series om Trust, Russell Sage Foundation.

- 36 Levin, S. A. 1999. Where do we go from here? Complexity and the commons. Pages 195-227 in S. A. Lewin, editor. *Fragile dominion: Complexity and the Commons*. Perseus Books, Reading, Mass.
- 37 Lundberg J., och F. Moberg. 2008. Ekologiskt i Etiopien – odling i samspel med naturen ger ökad lönsamhet och bättre riskspridning. Naturskyddsföreningen www.naturskyddsforeningen.se/.../rapport_internationellt_jordbruk_etiopien.pdf
- 38 Altieri, M. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74:19-31. Altieri, M. 2000. Agroecology: principles and strategies for designing sustainable farming systems. *Agroecology in action*. <http://biologia.ucr.ac.cr/profesores/EdgardoArevalo/Eco%20del%20Paisaje/10/Otras/agroecologia1.pdf>
- 39 IPCC. 2007b. Mitigation of climate change. Working Group III Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. Summary for Policymakers., <http://www.ipcc.ch/SPM040507.pdf>.
- 40 Foley, J. A., m.fl. 2005. Global Consequences of land use. *Science* 309:570-574.
- 41 Östman, Ö., B. Ekbom, B. J., och A.-C. Weibull. 2001. Landscape complexity and farming practice influence the condition of polyphagous carabid beetles. *Ecological Applications* 11(2):480-488.
- 42 Gollner, M., Friedel, J. och B. Freyer. 2005. Arbuscular mycorrhiza of winter wheat under different duration of organic farming. ISOFAR Proceedings of the conference "Researching Sustainable Systems". Adelaide. Kling, M., and I. Jacobsen. 1998. Arbuscular mycorrhiza in soil quality assessment. *Ambio* 27(1): 29-34.
- 43 Ong'wen, O. och S. Wright. 2007. Small farmers and the future of sustainable agriculture. Heinrich Böll Foundation, Misereor, Wuppertal Institute.
- 44 Per Andersson, ordförande för Sveriges mjölkbönder tycker att mjölkkor i en modern ladugård har det bäst inne. Därför ifrågasätter han beteskravet, skriver SR Ekot. Det har hänt mycket i mjölkproduktionen sedan betesreglerna infördes för över 20 år sedan. Mjölkgårdarna har blivit färre och större och de flesta går från uppbundet till lösdrift. En del gårdar som har robotmjölkning klagar på störningar i produktionen när korna går på bete. Jordbruksaktuellt 2009-06-09. <http://www.ja.se/?p=31158&pt=105&m=3433>.
- 45 Salomonsson, E., M. Sundberg, E. Spörndly, C. Lindahl, K. Lindgren och A. Gustavsson 2008. Flöden av kväve och fosfor på stora mjölkgårdar med olika betessystem. JTI:s rapport, Lantbruk & Industri nr 372, Uppsala. <http://www.jti.se/index.php?page=rapporter-lantbruk-industri>.
- 46 Soussana, J. F., Allard, V., Pilegaard, K., Ambus, P., Amman, C., Campbell, C., Ceschia, E., Clifton-Brown, J., Czobel, S., Domingues, R., Flechard, C., Fuhrer, J., Hensen, A., Hirvarth, L., Jones, M., Kasper, G., Martin, C., Nagy, Z., Neftel, A., Raschi, A., Baronti, S., Rees, R.M., Skiba, U., Stefani, P., Manca, G., Sutton, M., Tuba, Z., Valentini, R. 2007. Full Accounting of Greenhouse Gas (CO₂, N₂O, CH₄) Budget of Nine European Grassland Sites. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 121:212 -134.
- 47 Steinbeiss, S., H. Bessler, C. Engels, V. M. Temperton, N. Buchmanns, C. Roschner, Y. Kreutziger, J. Baade, M. Haberkost och G. Gleixner. 2008. Plant diversity positively affects short-term soil carbon storage in experimental grasslands. *Global Change Biology*, 14; 2937-2949.
- 48 Buttler, G., J. H. Nielsen, T. Slots, C. Seal, M. D. Eyre, R. Sanderson, och C. Leifert. 2008. Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(8); 1431-1441. Holmgren, T. 2008. Determination of the fatty acid profile and the omega-6/omega-3 ratio in organic and conventional milk. Examensarbete, Naturvetenskapliga institutionen, Högskolan i Kalmar. Noci, F., F. J. Monahan, P. French och A. P. Moloney. 2005. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: Influence of the duration of grazing. *Journal of Animal Sciences*, 83; 1167-1178.
- 49 Wivstad, M., E. Salomon, J. Spångberg, och H. Jönsson. 2009. Ekologisk produktion – möjligheter att minska övergödning. CUL, SLU, Uppsala.

- 50 Statistik från Statistiska Centralbyrån 2008. www.ssd.scb.se/databaser/makro/start.asp
- 51 Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco, och J. M. Melillo. 1997. Human domination of Earth's ecosystem. *Science*, 227:494 - 499.
- 52 C. Cederberg, SIK, muntlig kommunikation, 2009
- 53 Arnqvist, M. 2008. Köttkonsumtionen och dess klimatpåverkan. Hur mycket kött kan vi äta och av vilka djurslag för att det ska vara hållbart? Examensarbetet vid institutionen för växtproduktionsekologi, SLU.
- 54 Björklund, J. Limburg, K. och Rydberg, T. 1999. Impact of production intensity of the ability of the agricultural landscape to generate ecosystem services: an example from Sweden. *Ecological Economics*, 29: 269-291.
- 55 Emergiansanalys är en metod som väger in resurserns olika kvalitet. I en emergiansanalys värderas resurserna utifrån det naturarbete som krävs för att bilda dem, både direkt i naturen och indirekt under förädling i vårt samhälle. Alla resurser räknas om till en gemensam bas, till "solenergijoule". Produktionen härleds bakåt till den mängd energi – vanligen solenergi – som varan eller tjänsten representerar.
- 56 Björklund, J. och B. Johansson. 2009. Assessing multifunctionality in relation to resource use – a holistic approach to measure efficiency developed by participatory research. Artikel presenterad på: Building Sustainable Rural Futures. 9th European IFSA Symposium, 4 - 7 July 2010, Vienna. URL: http://ifsa.boku.ac.at/cms/fileadmin/Proceeding2010/2010_WS2.1_Bjorklund.pdf.
- 57 Gawell, M., B. Johansson och M. Lundqvist editors 2009. Samhällets entreprenörer. En forskarantologi om samhällsentreprenörskap. KK-stiftelsen, Stockholm.
- 58 Matavtryck = den direkta jordbruksareal som vi är beroende av för vår konsumtion av mat. Begreppet myntades i avhandlingen "The Swedish Foodprint – An Agroecological Study of Food Consumption." skriven av Susanne Johansson. Avhandlingen kan laddas hem som pdf från SLU:s databas Epsilon: <http://diss-epsilon.slu.se/archive/00000843/>

