

Global livsmedelsförsörjning på ekologisk grund – biofysiska förutsättningar

Sten Ebbersten prof em, 6 – 8 augusti 2007, Exergigruppens kurs, Sigtuna

Människan och naturresurserna

Relationen mellan människan och ekosystemen ("naturen/miljön") har de båda senaste århundradena, särskilt i ett par avseenden, på ett genomgripande sätt förändrats: Dels har människan på ett oroande sätt ökat i antal, dels har resursbehovet per individ ökat ännu snabbare. Ekologiskt sett är den moderna kulturmänniskan mycket dyr i drift: Naturens resurser förslits och förbrukas i allt snabbare takt. Detta gäller särskilt biosfären: Jordens tunna ytskikt, där det organiska livet utvecklats och i sin tur präglat förhållandena i marken, vattensystemen och atmosfären. Det som nu gäller är att finna en långsiktigt hållbar utveckling mellan biosfären och människan.

All världens länder kommer att industrialiseras, men det måste bli fråga om en industrialism som är underordnad inte bara sociala utan också ekologiska kriterier. Detta kräver kunskaper och politisk skicklighet med mod att konstruera en moral, inom vilken människan anpassar sin egen utveckling inom ekosystemets bärförmåga. Vi har ansvar som sträcker sig långt utöver vår egen person, vårt eget samhälle och vår egen art.

Hushållningen i naturen

Naturens hushållning har formen av kretslopp. De levande organismernas byggstenar; växternas och djurens näringsämnen, utnyttjas om och om igen. Dessa befinner sig i en ständig cirkulation mellan biosfärens olika faser. Vad som inte cirkulerar är den energi som krävs för att driva det hela. Energin kommer som en enkelriktad ström av ljus från solen. Den infångas till en liten del av de gröna växterna. I växterna omvandlas den dels till organisk växtsubstans dels driver den växternas livsprocesser som innebär upptag av nödvändiga näringsämnen från mark, vatten och atmosfär i form av enkla föreningar, koldioxid, vatten och salter. Den i växternas organiska substans upplagrade energin utnyttjas av de heterotrofa organismerna; människan, djuren och mikroberna. Dessa är oförmögna att direkt utnyttja solenergin för sina livsprocesser och måste därför gå omvägen över färdigbildad organisk substans för att täcka sitt energibehov. Växternas organiska substans måste alltså räcka till även för djurens tillväxt, förökning och livsprocesser. Via gödsel och urin, och då djuren efter döden omsätts och bryts

ned av nedbrytande organismer återbildas de enkla byggstenar som växterna börjar sin assimilationsprocess med – man kallar denna process för att den organiska substansen mineraliseras. Det som förloras är enligt termodynamikens första huvudsats energins arbetsförmåga — förmågan att genomdriva förändringar — dvs exergi.

Kretsloppets pooler

Dessa naturens kretslopp har en rad betydelsefulla komplikationer. Kretsloppet olika processer förlöper inte jämnt och med samma hastighet. De långsamma leden verkar som flaskhalsar, vid vilka material- och energiströmmen genom kretsloppet blir uppdämd. Kretsloppet är inte heller helt slutet. Nya materialmängder kan dras in i kretsloppet och andra kan lämna kretsloppet för att mer eller mindre permanent upplagras utanför. Genom dessa kretsloppets svaga punkter (flaskhalsar och läckor) byggs det upp vad man kallar pooler av näringsämnen och organisk substans. Dessa pooler har kommit att få stor betydelse för industrisamhällets utveckling och mänsklighetens försörjning med mat och tillväxt.

Produktionen av växtsubstans å ena sidan och mineraliseringsprocessen å den andra sidan håller aldrig helt jämna steg. Den senare blir mer eller mindre efter och pooler av organisk substans uppkommer. En sådan pool är markens organiska substans, mullämnena. Det är i huvudsak förekomsten av dess mullämnen som betingar skillnaden mellan å ena sidan den produktiva biologiskt aktiva marken och å andra sidan den biologiskt improduktiva geologiska avlagringen av finfördelade mineralpartiklar. Andra pooler av organisk substans vid sidan av kretsloppet är alla avlagringar av fossila bränslen; torv, olja och naturgas.

Atmosfären utgör ytterligare en betydelsefull pool i det biologiska kretsloppet. I den ansamlas bland annat koldioxiden; mineraliseringsprocessens kvantitativt största slutprodukt.

Människan och kretsloppet

De ovan berörda poolerna består således dels av död organisk substans, dels av mineraliseringsprodukter. Härtill kommer poolerna av levande organisk substans; den levande växt och djurvärlden. Dessa levande pooler är utpräglat dynamiska och dör undan och förnyas i snabb takt. Människan är alltså en del i naturens kretslopp – växling mellan uppbyggnad och nedbrytning av organisk substans.

Fram till jordbrukets och den fasta befolkningens genombrott för tiotusen år sedan var människan en underordnad och en mycket liten fraktion av den levande heterotrofa poolen. Med elden, husdjuren och de tekniska uppfinningarna har människans inverkan på biosfären gradvis tilltagit. Efter industrisamhällets genombrott har människans inverkan på biosfären accelererats till global alltmer riskfylld omfattning.

Det mest påtagliga draget i människans aktiviteter är att hon allt effektivare angripit de under långa tidsrymder uppbyggda döda poolerna, reaktiverat dem och skingrat dem till priset av gradvis ökande förödande effekter på ekosystemet. Samhällsdebatten i sammanhanget har i huvudsak varit fokuserad på den globalt

ökande knappheten på fossila bränslen. Först senaste året har debatten äntligen svängt till att även betona fossilbränsleanvändningens allvarliga negativa miljöeffekter.

Jordens tillgångar

Av världens isfria landyta används cirka 1,5 miljarder hektar som jordbruksmark. Sveriges jordbruksareal omfattar cirka 3 miljoner hektar, dvs 0,2 procent av världens åkerareal. (En hektar är 10 000 kvadratmeter, motsvarande ungefär 10 st normalstora villatomter i tätorter i landsbygd.)

Odlingsmarkens omfattning och bördighet ur livsmedelssynpunkt är av stor betydelse för mänskligheten. Matjorden är en fantastisk skapelse och inte något "otäckt och smutsigt". Den utgör en viktig grund för vår existens. Lika viktig för mänsklighetens långsiktiga överlevnad är de naturliga ekosystemens funktioner och att dessa resurser skyddas från ytterligare förstörelse och utarmning. En viktig funktion för både odlingsmarkerna och de naturliga ekosystemen är också tillgången på sötvatten. Med en tänkt ökad tillgång på bevattningsvatten skulle den globala åkerarealen eller odlingsintensiteten kunna ökas avsevärt. Otillräcklig sötvattentillgång är redan den enskilt största osäkerhetsfaktorn vad gäller säker tillgång på livsmedel ("food security"). Den globala sötvattentillgången överutnyttjas och förorenas för närvarande på ett alltmer riskfyllt sätt. Det bör här dessutom betonas att sötvatten i sig är ett viktigt livsmedel. Rent vatten och ren luft är något vi normalt har tillgång till om vi inte förstör ekosystemen eller överbelastar dess funktioner.

Samhällsbyggandet över hela världen borde alltmer präglas av insikten om att Jordens resurser, (naturtillgångar, ekosystem, material, och energiflöden) inklusive odlingsarealerna, är begränsade. Det är alltså inte fel att betrakta odlingsmark (liksom grundvattenförråden och de naturliga ekosystemen) som ändliga resurser, som visserligen nybildas men mycket långsamt med mänskliga mått mätt. Beräkningar visar att för närvarande förloras produktionsförmågan hos 5-6 miljoner hektar åkermark per år (dvs motsvarande dubbla svenska åkerarealen) på grund av allvarlig erosion, försaltning och försumpning av jordbruksmark. Riktigt yrkeskunnande och rätt odlingsystem är viktiga förutsättningar för att behålla och stärka jordbruksmarkens hållbarhet och bördighet. Detta kräver utbildning, erfarenhet och fred. Mark förloras även till den nu pågående globalt omfattande urbaniseringen genom befolkningsökning och livsstilsförändring.

Global landareal

Cirka 30 procent av Jordklotets totala yta utgörs av landareal vilket motsvarar 13 miljarder hektar. Av världens isfria landyta används således 11 procent (1,5 miljarder hektar) till åker, 25 procent (3,4 miljarder ha) till betesmark och 30 procent (4,2 miljarder hektar). (Som jämförelse kan nämnas att USA:s totala landareal är cirka 1 miljard hektar.)

Tillgången på odlingsduglig mark är en i vissa sammanhang livligt diskuterad fråga. De mest optimistiska(?) debattörerna hävdar, att ytterligare 1,7 miljarder hektar skulle kunna tas i anspråk och odlas. Detta skulle då motsvara en

odlingsareal motsvarande 25 procent av Jordens landareal. Detta föreslås kunna uppnås med modern agroteknik men till betydande kostnader direkt och indirekt; det senare inte minst i form av ekologiska skador och förstörelse samt förluster av biodiversitet. ”Tekniken” i sammanhanget heter framför allt bevattning, ökad hjälpenersiinsats (maskiner, handelsgödsel, pesticider) och ytterligare skogsskövling. Bland regioner med ännu inte utnyttjade arealer för åkerbruk märks främst Sydamerika och västra Centralafrika.

Odlingsmaterial

Trots ett ofantligt stort antal växter i världen som lämpar sig som livsmedelsgrödor så svarar ett 30-tal arter för mer än 90 procent av mänsklighetens kaloriintag. Än mer anmärkningsvärt är att av dessa trettio arter svarar enbart 3 växtslag, nämligen ris, vete och majs idag för mer än 60 procent av människans totala kaloriintag. För tydlighetens skull begränsas föreliggande uppsats till spannmålsgrödorna. Dessa utgör alltså den viktigaste basfödan för majoriteten av världsbefolkningen. De utgör dessutom de i särklass globalt viktigaste stapelgrödorna och tillika viktigaste handelsvaran på livsmedelsområdet. Den totala spannmålsproduktionen är idag 1,8 miljarder ton och odlas på hälften av den tillgängliga åkerarealen i världen. I och med att mänskligheten uppfann jordbruk blev hennes ”lycka jord”. Nittiofem procent av världens befolkning är direkt beroende av jordbruk för sin dagliga föda och endast ett fåtal av oss lever av föda från obrukad natur.

Befolkning

Idag är världsbefolkningen cirka 6,5 miljarder människor. Den årliga befolkningsökningen har visserligen under det senaste decenniet börjat minska men uppgår för närvarande till 70 miljoner människor. Ökningen sker huvudsakligen i världens fattiga länder. Det råder enighet bland experterna på området att världsbefolkningen om tjugo år är 8-8,5 miljarder människor.

Tabell 1. Befolkning antal människor

År	Världen	Sverige
1800	1,1 miljarder	2,3 miljoner
1940	2	6,3
1998	6	8,8
2025	8,5 ?	?

Under min levnad, sedan slutet av 1930-talet till år 2000, har Sveriges befolkning alltså ökat med i stort sett 40 procent. Denna ökning motsvarar den procentuella ökningen av världsbefolkningen som beräknas ske från år 2000 till 2025! De fysiska skalorna är dock vitt skilda. För att i viss mån begripliggöra de stora globala talen kan man teoretiskt placera världsbefolkningen i Västerbottens län

som är 6 miljoner hektar stort och motsvarar lite mer en tiondel av Sveriges yta. Här får dagens hela världsbefolkning plats och var och en av oss får då knappt 10 kvadratmeter yta till förfogande. Befolkningsutveckling och livsstilsförändringar är avgörande faktorer för hållbar utveckling.

$$\begin{array}{ccccccc} \text{antal} & & & & \text{resursuttag} & & \\ \text{människor} & \times & \text{konsumtion} & \times & \text{miljöpåverkan per} & \Rightarrow & \text{hållbarhet} \\ & & \text{per människa} & & \text{konsumerad enhet} & & \end{array}$$

Globalt är det idag cirka 700 miljoner människor som är hungriga och kroniskt undernärda. Huvudorsaken till dessa människors undernäring är fattigdom. Fattigdomssituationen förvärras av snabb befolkningstillväxt, ohälsosamt beteende, brist på utbildning och brist på respekt och självrespekt, samt dessutom och inte minst genom miljöförstöring och en minskande naturresursbas. På ett globalt plan pågår alltså tre stora kriser samtidigt: klyftan mellan rika och fattiga, det stigande antalet arbetslösa, och hoten mot miljön. I maktens kölvatten följer maktlöshet för dem som inte befinner sig på rätt sida: de som inte äger makt själva. Detta bär både hela folks liksom enskilda människors historia och livsöden vittnesbörd om in i vår samtid. Positiva utopier (om t ex demokrati och frihandel) förlorar sig inte sällan, med historisk erfarenhet, i förödande materialism?

Utan hänsyn till kostpyramid eller kostcirkel är människans energibehov för de basala livsprocesserna cirka 2000 kcal per dygn. Utan hänsyn till skillnader i energikvalitet och kostcirkel/kostpyramid innehåller cirka 1 kg vete plus 50-60 gram bönor/ärter tillräckligt med energi och protein för människans basala livsprocesser inklusive lätt kroppsarbete, dvs 2500-2700 kcal per dygn. Varje människa behöver således cirka 4 st 100-kilossäckar med spannmål i huset för att klara sig till nästa års skörd (som byggs upp i årliga pulsar). Detta motsvarar cirka 1000 kvadratmeter bördig åker. Det åtgår emellertid lika mycket åker för att ur jordbrukssynpunkt uppfylla kravet på långsiktigt hållbar produktion och kostcirkelns krav utöver energi (kcal). Världsmedborgaren skulle alltså teoretiskt, idag, ha tillgång till 0,25 hektar (2500 kvadratmeter) åker per person och år. Varje svensk har efter samma princip tillgång till 0,3 hektar åker. För att ytterligare ”dimensionera” den globala livsmedelsfrågan så skulle Sveriges nuvarande åkekrareal under dessa premisser teoretiskt räcka till att försörja världsbefolkningen med energi och protein 1 dag om året på ett hållbart sätt.

Historiskt sett och på ett globalt plan räknar man av erfarenhet med att det funnits tre långsiktigt hållbara odlingssystem:

- 1) den sydostasiatiska riskulturen före befolkningsexplosionen och urbaniseringen
- 2) det afrikanska svedjebuket före befolkningsexplosionen, och
- 3) det nordvästeuropeiska växelbruket med flerårig vall och nötkreatur väl integrerade med växtodlingen på den enskilda gården. Detta odlingssystem övergavs definitivt i vårt land efter andra världskriget och bekräftades i med 1960 års jordbrukspolitiska beslut och den därpå följande strukturomvandlingen av vårt jordbruk på 1960-70-talen.

Världsjordbrukets utmaningar efter andra världskriget

När FN efter andra världskriget inrättade FAO (Food and Agricultural Organisation) 1946 som sitt världsomspännande organ för livsmedels- och jordbruksfrågor, gjorde man detta under slogan ”Mat åt alla”; (”Food for all”). Trots den, då inte förutsedda, stora befolkningstillväxten, kunde vi vid 50-årsjubileet 1995 konstatera betydande framsteg vad gäller livsmedelsproduktion per arealenhet och därmed total livsmedelstillgång i världen. Världsproduktionen av ris, vete, och majs fördubblades således från 1,4 ton per hektar 1960 till 2,8 ton 1995. Den globala per capita tillgången av mat ökade från 2300 kcal per dag till 2700. Denna utveckling kom att benämnas ”Den gröna revolutionen”.

Tabell 2. Spannmål global hektaravkastning ”gröna revolutionen”

1960	1,4	ton/ha
1995	2,8	-”-

Genom agrotekniska åtgärder (handelsgödsel, nya stråsådessorter, kemiska bekämpningsmedel, bevattning, maskinteknik, utbildning etc) kunde hektaravkastningen och därmed världsproduktionen höjas.

Denna historiskt sett exempellösa stora globala skördestegringen uppnåddes genom det moderna industrijordbruket som i sin tur bygger på allokering av naturresurser; i första hand fossila bränslen, växtnäring, bevattningsvatten, och maskinteknik. På samma sätt är den så kallade ”överproduktionen” av livsmedel i dagens industriländer uppbyggd på samma princip. Dagens globala livsmedelsproduktion/-system är alltså inte långsiktigt hållbar. Detta är en av de allvarliga konsekvenserna som knapphet på olja (dvs dyrare fossilbränslen) innebär.

Även om det produceras tillräckligt med mat idag för att föda världsbefolkningen så är all denna mat inte tillgänglig för alla enskilda världsborgare. Det ofta framförda påståendet att det inte skulle finnas hungriga människor i världen om de inte vore fattiga, i betydelsen ”sakna pengar” är inte giltigt i ett uthållighetsperspektiv. Underutveckling är inte ett ursprungligt stadium utan snarare en effekt av de olika positioner nationerna genom historien tagit när det gäller den globala fördelningen mellan arbete och handel. Svaret på frågan ”Kan Jorden föda sin befolkning?” skulle härmed vara: ”Detta är fortfarande en politisk fråga”.

Människan i i-världen har i medeltal inte levt i ett större materiellt välstånd än hon gör idag. Detta gör vi i hög grad genom att tära på Jordens och biosfärens tillgångar. Priset för detta betalas till stor del av världens fattiga och av naturen.

Emergiansalys/syntes är en metodik som möjliggör för oss att undersöka och förstå människans och naturens system på samma gång. Mängden emergi utgör ett mått på reellt välstånd. De så kallade ”rika” i-länderna baserar sin rikedom på en hög andel importerad emergi (Rydberg 2005). Internationell handel är svår att genomskåda med hjälp av enbart valutaflödena mellan länderna.

I-världens ekonomiska välstånd bärs i naturresurstermer i första hand upp av importen och inte exporten. Det går i längden inte att leva ett rikt liv på andras

bekostnad. Det är alltså inte brist på kunskap och det är inte fler regler som behövs utan det som behövs är ett större mått av moralisk insikt och detta utan att hamna i moralismens trask. Frågorna om livsstil och rättvis fördelning är ”andra sidan” av befolkningsfrågan och måste bli föremål för anpassning till begreppet långsiktigt hållbar utveckling. Detta angår alltså alla världens människor vilket också framkom tydligt vid FN’s viktiga Rio-konferens 1992 om miljön. Det gamla ”svältspöket” som följt människan genom hela hennes historia har fått en medresenär i form av ett ”ickehållbarhets-spöke”. Kraven och ansvaret är lika för både u-lands och i-landsinnevärdaren då det gäller global långsiktig hållbar utveckling.

Lantbrukets utmaningar inför framtiden

En snabbt växande världsbefolkning ställer oundvikliga krav på produktionsökningar för säker livsmedelstillgång (”food security”) som ett av flera sätt att minska fattigdomen i världen:

Tabell 3. Livsmedelsefterfrågeökningen i u-länder är ca 3-4 procent per år, vilket till och med år 2025 globalt betyder

%	Ökning % av totala tillgången (avkastnings-)	Via ökad produktivitet *
ris	+ 100	100
vete	+ 150	90
majs	+ 200	70

* Ökad produktivitet dvs effektivare utnyttjande av produktionsmedlen: kg N, P, vatten, fossil olja etc per producerad enhet av jordbruksprodukt.

I ett globalt perspektiv måste den framtida produktionsökningen ske på ungefär samma åkerareal som redan idag odlas. Under de senaste sextio åren har endast cirka 10 procent av produktionsökningen kommit från expansion av åkerarealen medan 90 procent kommit från ökad hektaravkastning.

Flertalet experter är dessutom överens om att livsmedelsproduktionen måste mer än fördubblas. Världsproduktionen av t ex spannmål måste öka till motsvarande 4,2 ton per hektar 2025. Däremot råder inte enighet om hur man skall nå detta mål. Det starkt ökade behovet av livsmedel: mat och vatten, måste framöver till absolut övervägande del realiseras via långsiktigt väl fungerande och produktiva naturliga ekosystem i landskapet. Speciellt viktigt är härvid agroecosystemens (lantbrukets) utformning, som måste inriktas på ett långsiktigt ömsesidigt understödjande samspel med övriga ekosystem samtidigt som agroecosystemen är produktiva för att möta ökande mänskliga behov.

Förbättrat och effektivt resursutnyttjande innebär inte möjlighet för gränslös tillväxt av människans ekonomiska system. Omfattningen av mänsklighetens ekonomiska system, (dvs befolkningstillväxt och livsstil), måste på sikt rymmas inom ekosystemens (miljöns) långsiktiga bärförmåga. Människans ekonomiska

system förmår inte åstadkomma någon egentlig värdeökning om inte ekosystemen kan ta omhand avfallet och återskapa de energirika strukturer som förbrukas. Detta är kärnan i den nu pågående miljöförstörelsen. Ett huvudkrav är alltså att människans ekonomiska aktivitet är nog småskalig så att ohanterliga störningar i ekosystemen undviks. Annars belastas människan av bördan att detaljplanera och reglera mänsklighetens hela livssystem. Detta har hittills utförts gratis åt mänskligheten av ekosystemen. Begreppet inkomst får alltså inte blandas ihop med skadliga uttag ur och förstörelse av naturresurskapitalet eller miljön.

Människan har lärt sig att exploatera resurser med en högre hastighet än de nybildas. Detta skapar uthållighetsproblem för systemen i och med att biosfärens bärförmåga överträds. Det är processerna i biosfären som upprätthåller och vidareutvecklar livet i alla dess former. Detta har på ett genialt sätt sammanfattats av Elin Wägner på 1940-talet: ”Allt som dödar naturens självverksamhet måste bort – eller också vi”. Detta är visdomsord av hög halt.

Tabell 4.

Global spannmålsproduktion			
år	miljoner ton/hektar	åkerareal	skörd
1995	1860	700	2,6
2025	2900	700	4,2 ?

Det är med rätta man som yrkeskunnig frågar sig om spannmålsskördarna skall kunna ökas från dagens höga nivå, med otroliga femtio procent till år 2025 på ett miljömässigt långsiktigt hållbart sätt?

Efterkrigstidens så kallade ”Gröna revolution” lyckades genom massiva insatser från jordbruksforskning/-rådgivning och ”agro-business” tillsammans med världens lantbrukare att höja den då globala hektaravkastningen av spannmål med femtio procent (räknat på 1950-talets nivå om 1,4 ton per hektar). Detta räddade miljontals människor från hunger och lade grunden till ekonomisk tillväxt i stora delar av u-världen. Som alla revolutioner innebar ”Gröna revolutionen” dock också problem, även på sikt. Till de allvarliga hör de moderna jordbruksmetodernas miljö- och resursutarmning såsom: negativa direkta effekter på människors och djurs hälsa av lantbrukskemikalier samt via rester i föda och i yt- och grundvatten, förlust av ekosystem och biodiversitet, successivt minskad produktivitet i bevattningsjordbruket genom försaltning och försumpning flera decennier senare, osv.

Lantbrukets omedelbara utmaningar

På medellång sikt (tjugofem – femtio år) finns tre olika vägar att globalt öka spannmålsavkastningen:

- | | |
|---|--|
| 1 | nyodling |
| 2 | bevattning |
| 3 | ökad avkastning per
insatt naturresursenhet |

När det gäller nyodling så finns med ovan angivna tidshorisont realistiskt räknat cirka 300 miljoner hektar mark (idag använt som betes- och skogsareal), som skulle kunna tas i anspråk för nyodling. Dessa arealer finns i första hand i västra Afrika och Sydamerika. Dock är nederbörden otillräcklig och/eller osäker i dessa områden, eller saknas inom rimlig tid infrastruktur i form av vägar för jordbruksprodukterna ut till marknaderna. Alternativet att ta i anspråk nya stora landområden för uppodling är dessutom riskabelt med tanke på utarmningen av den biologiska mångfalden inom växt- och djurliv liksom med tanke på risken av globala/regionala förändringar av klimat och nederbörd. Då det gäller bevattningsjordbruk så ställer man på många håll i världen, särskilt inom politiker- och ekonomkretsar inte sällan stora förväntningar på expansion av bevattningsjordbruket i arida (torra) områden med redan stor del av världsbefolkningen. Vatten är ett mycket kraftfullt produktionsmedel i dessa områden. Komplexa fysiska och sociala faktorer påverkar dock på ofta dramatiskt sätt jordbruksproduktionens långsiktiga hållbarhet. För närvarande är 15-30 procent av världens bevattnade arealer skadade av försaltning, försumpning, mikronäringsbrist, igenslamning och förfall av bevattningssystemet pga erosion uppströms eller bristande social kontroll. Lösningen på försaltning respektive försumpning är intensifierad dränering jämte skötsel. Sådana åtgärder är emellertid mycket kostsamma: i storleksordningen flera gånger så kostsamt som den återkommande kostnaden för bevattningen som i sig själv är kostsam.

De senaste 40-50 åren har den bevattnade åkerarealen i stort sett tredubblats och är nu cirka 300 miljoner hektar. Detta motsvarar cirka 20 procent av världens åkerareal men svarar samtidigt för cirka 40 procent av den totala livsmedelsproduktionen. Två tredjedelar av den bevattnade arealen finns i Asien. Av Kinas och Indiens spannmålsproduktion kommer 70 respektive 50 procent från konstbevattnade åkerarealer. Även i USA:s södra och västra stater är bevattningen av jordbruksgrödor omfattande. I samtliga här nämnda regioner överutnyttjas grundvattenförråden dvs töms snabbare än den naturliga tillrinningen kan kompensera. Dessa vattenuttag är således inte långsiktigt möjliga. Detta drabbar alltså några av de mest produktiva jordbruksdistrikten på Jorden. Möjligheterna att effektivisera vattenanvändningen måste utvecklas och prioriteras för att öka skördeutbytet per insatt mängd vatten. Uttag av vatten ur de naturliga kretsloppen inverkar på natursystemen, såsom floder, våtmarker samt sjöar, och därmed direkt på livsmedelsförsörjningen. Sammantaget resulterar ofta uttagning av vatten för bevattning av ett begränsat område i en minskad produktivitet hos övriga av uttaget berörda ekosystem.

Den tredje generella väg som människan har att gå för att förse allt fler människor med mat och kläder är att vidareutveckla det moderna jordbruket. Detta måste ske genom långsiktigt hållbart ökat utbyte per odlad arealenhet, dvs genom ökad avkastning per insatsenhet av övriga produktionsmedel såsom: per liter bevattningsvatten, per kg växtnäring (N, P, K, mikronäringsämnen), per liter olja, per bekämpningsmedelsdos. Det kan redan nu finnas skäl för industrivärldens

jordbruk att avstå stora delar av dessa produktionsmedel särskilt vad gäller växtnäring, bekämpningsmedel, fossil olja etc till länder där dessa produktionsmedel skulle ge större specifik avkastningsökning än i det redan högavkastande jordbruket i i-världen.

Vårt eget industrijordbruk skiljer sig inte från ”Gröna revolutionen”-jordbruket vare sig i att vara mycket produktivt eller i att bygga denna produktivitet på livsunderstöd (fossil olja, mineraler, proteinfoder, mm) som tas i anspråk från andra områden, inte sällan mycket långväga ifrån. Detta pekar på att man måste avsevärt vidga (både geografiskt och mentalt) systemsynen och förståelsen av de långsiktiga konsekvenserna av den ökade globaliseringen och de alltmer ökande kraven på hållbarhet/hållbar utveckling. Detta krav kan endast uppnås genom ett kraftigt reformerat och annorlunda industrijordbruk/-samhälle. Den snabba tömningen av koncentrerade lagrade resurser som nu sker är i första hand nödvändig för att upprätthålla och utveckla den av människan skapade tekniken: livsmedelssystem, transportsystem, informationssystem och övrig infrastruktur. Människans livsstil ställer alltså idag krav på biosfären, som vida övergår det årliga tillskottet av de förnybara drivkrafterna. Det är från dessa system som ekosystemtjänsterna (rent vatten, ren luft, etc) genereras och som människan som biologisk varelse passar in och måste ha tillgång till.

Även om lokal hushållning och försörjning är viktiga principer ur hållbarhetssynpunkt, så är det inte möjligt att bortse från industrijordbruket och dess stora produktionsförmåga. Detta särskilt som vi vet att redan nu bor hälften av världens befolkning i miljonstäder. Industrijordbruket i nuvarande form måste dock genomgå en kraftfull miljöinpassning och hållbarhetsanpassning.

Jordens resurser per person

Skulle vi idag dela Jordens odlingsresurser lika på dess innevånare blir det 2400 kvadratmeter åker per person. Detta räcker för en tillräcklig produktion av livsmedel och begränsad produktion av övriga nyttogrödor, såsom foder, fiber, industriråvara mm. Utöver detta disponerar världsmedborgaren 7000 kvadratmeter skogsmark, vilken då måste täcka behovet av virke, pappersmassa och energi för uppvärmningsändamål. Befolkningen i Sverige hör till världens mest gynnade ifråga om skogs- och åkerareal per capita liksom ifråga om vattenkraft och sötvattentillgång. Detta gäller även förutsättningarna för växtproduktion, såsom bördig åker och nederbörd, mm. Dessa förhållanden talar emot att vi skulle nyttja arealer i andra länder där man bland annat i dessa avseenden är sämre lottade än vi. Detta sker dock idag när det gäller kläder, proteinfoder, ris, frukt, kött, energibärare (inte minst fossil olja) och fossilt vatten, etc.

I Uppsala på SLU drevs inom min verksamhet under 1990-talet demonstrationsodlingar för att konkret belysa ovanstående förhållanden för besökare (studenter, kollegor, lantbrukare, skolungdomar och övriga medborgare). Odlingssystemet byggde på KRAV:s regler för ekologisk produktion och hänsyn togs till årliga skördevariationer och utsädeskrav. Tyngre arbetsinsatser som plöjning och vallskörd sköttes med maskin. För övrigt baserades odlingen på handarbete, som per capita i genomsnitt uppskattades till två timmar per dag fördelat över odlingssäsongen.

Dieten ”Ett första steg mot hållbara matvanor” som låg till grund för odlingsystemet var utarbetad av Centrum för tillämpad näringslära vid Huddinge universitetssjukhus. I förhållande till dagens riksgenomsnitt skiljer sig den kosten särskilt genom att högre andel av proteinet är vegetariskt och köttkonsumtion alltså sänkts från dagens 70 kg per person och år. Det nötkött, producerat på hagmark, som ingår var 20 kg per person och år (dvs nära världsgenomsnittet cirka 15 kg). Svensken kan alltså försörja sig på sin ”naturyta” med föda och andra förnödenheter. Lokal försörjning fungerar givetvis inte överallt eftersom lokala förutsättningar är så olika. Härvid vill man dock gärna hysa förhoppningarna att samverkan och samarbete skall underlätta mödorna. Kunskaper och överväganden med lokala utgångspunkter kan snart bli viktiga (Saifi 2004). Under senare år har det för en större allmänhet blivit alltmer uppenbart att vi snabbt närmar oss en situation där fossiloljesituationen blir alltmer ansträngd. Redan nu skapar små störningar i oljetillgången genast stor prisoro på oljemarknaden. Detta är förståeligt ur många synpunkter inte minst med tanke på hur avgörande billig olja är för industrijordbruket och livsmedelssystemet regionalt och globalt.

Inte bara fossil olja utan även sötvatten är globalt en viktig resurs i jordbruksproduktionen. Enligt FAO åtgår nedanstående mängder vatten för produktion av en fullvärdig diet om 2700 kcal per person och dag:

Tabell 5.	2300 kcal vegetariskt	1 m ³ vatten per 1000 kcal
	400 kcal animaliskt	5 m ³ vatten per 1000 kcal
	totalt	4,3 m ³ vatten per dag/person
		1600 m ³ vatten per år/person

Detta vatten brukar benämnas ”virtuellt vatten” eftersom det inte är direkt synligt vid export och import av livsmedel. På samma sätt kan det vara viktigt att likaså något förenklat påpeka: att föda upp en 90 kilos gris kräver cirka 270 kg majs (spannmål) och 45 kg sojamjöl. Denna gris föder en person i femtio dagar. 270 kg majs + 45 kg sojamjöl föder en person i 500 dagar. Man måste alltså skilja på sådant djurfoder som bara kan ätas av djur (t ex gräs av idisslare) och på sådant foder som både människor och enkelmagade djur (t ex grisar och höns) kan äta. Världen har de senaste femtio åren fyrdubblat sin köttproduktion (och konsumtion!). För att producera 200 miljoner ton kött per år i världen krävs stora arealer spannmål. Av Sveriges åkerareal används cirka 80 procent till foderändamål.

Problembilden är komplex

För den som förstår stora sammanhang och som kan föra samman de olika delfrågorna så är dagens samtida en rikhaltig lärobok med alla katastrofer och alla potentiella lösningar samtidigt på arenan.

människor svälter
 global befolkningstillväxt
 åkermark förstörs
 vattenresurser sinar/nedsmutsas
 antropogen klimatpåverkan
 utfiskade fiskevatten
 kostsamma livsmedelsöverskott
 stagnerande befolkning i EU
 åkerareal läggs i träda
 tilltagande överviktsproblem
 ökande frekvens cancersjukdomar
 etc

Den stora utmaningen för det framtida jordbruket och jordbruksforskningen är både komplex och krävande:

- 1) att försörja en växande världsbefolkning med mat
- 2) att tillse att det blir en rättvis fördelning av produktionsresurserna
- 3) att skydda livets grundläggande resurser såsom: vatten, mark, luft, biodiversitet etc

Vad som därför samlat krävs är en ny miljö- och naturresursmässigt grön revolution, en så kallad "Dubbelt grön revolution": Fördubblad livsmedelsproduktion och halverad miljö- och naturresursbelastning i jämförelse med den föregående "Gröna revolutionen".

Det är emellertid inte bara frågorna om att skapa mer mat utan det gäller också att skapa sysselsättning som genererar inkomster åt de fattiga massorna i u-landsamhällena. Genom mat och inkomster följer successivt minskad befolkningsökning och ökad utbildningsnivå. Även om erfarenheten visar att jord-, trädgårds- och skogsbruk är kraftfulla motorer i ekonomisk utveckling får man inte försumma övriga delar av samhället. En viktig resurs är mängden av nya människor som även måste ges meningsfull sysselsättning, utbildning och möjlighet till försörjning. Mer skötselintensiva tekniker måste alltså utvecklas, vilka särskilt passar in i det småskaliga jordbruket i både u-lands- och i-landssamhällena. Detta småskaliga jordbruk hör till det mest hållbarhetsanpassade produktiva lantbruk man känner räknat per ytenhet samt i energi och naturresurstermer. Ett naturresurseffektivt jordbruk bygger på principen om kontinuerlig insats av "små åtgärder i rätt tid och på rätt plats i odlingsystemet". Detta småjordbruk måste i första hand inriktas mot den lokala marknaden och bygga på kretsloppsprincipen vad gäller växtnäring- och mullråämnesåterföring (kompost) till åkern, några av huvudprinciperna för ett "ekologiskt kretsloppslantbruk".

För att mänskligheten skall bestå är det viktigt att de rika i-länderna tar sitt ansvar för u-länderna. Det går i längden inte att leva ett rikt liv på andras bekostnad. I själva verket är det överflödet ("här") inte knappheten ("där") som skapar bristen. Skyddstullar(?) för u-ländernas jordbruk fungerar inte i länder med korrupta regimer. Fredsforskningen visar att korrupta regimer fälls och demokrati införs lättast genom avreglering och frihandel. Härvid måste man dock vara

uppmärksam på skillnaden emellan ”frihandel” och ”fri handel”. Vid verklig ”fri” handel – det vill säga icke påtvingad – måste man komma överens om:

- ”Fri” handel: - vad skall vi handla med?
 - vilka regleringar behövs?
 - vem gynnas?

”HKVV-frågan” (= hur kommer vi vidare?)

Man kan i dagsläget alltså tydligt urskilja två huvudvägar:

- A. Storskaliga lösningar (industrijordbruk under konceptet: ”Dubbelt grön revolution”)
- B. Småskaliga lösningar (under konceptet: ”empower local community, ekologiskt lantbruk, low input agriculture, permakultur...”)

Vårt eget industrijordbruk skiljer sig inte från ”Gröna revolutionen”-jordbruket vare sig i att vara mycket produktivt eller i att bygga denna produktivitet på produktionsunderstöd (fossil olja, mineraler, proteinfoder, mm) som tas i anspråk från andra områden, inte sällan långväga ifrån.

Dagens situation av överskottsproduktion av jordbruksprodukter inom EU har nyligen medfört förändringar i EU:s jordbrukspolitik. Allt större andel av jordbruksarealen inte minst i Sverige har numera kommit att kortsiktigt (?) utgå ur jordbruksproduktion. Prognoser tyder på att det kan bli fråga om att nästan fyrtio procent av åkerarealen i Svealand som (temporärt?) tas ur jordbruksproduktion. Billig livsmedelsimport från de nya EU-medlemsländerna och från utvecklingsländer gör att intresset att bevara jordbruksmarken (än så länge?) är svalt från ansvariga myndigheter (så länge som tex oljepriset är lågt).

När det gäller den viktiga samhällsfrågan om framtida Svenska markanvändningen så är detta bl a genom tillkomsten av ”Plan och Bygglagen” (PBL) på 1980-talet i hög grad en kommunal angelägenhet. Någon samlad årlig uppföljning av markanvändningen på kommunnivå verkar inte förekomma. Av statistiken för år 2000 (SCB 2000) framgår att av Sveriges totala tätortsyta om 530 000 hektar utgör 184 000 hektar (35 procent) bostadsmark (inklusive trädgårdar, garage, o dyl). Övrig bebyggelse (kommunikationer, industri, handel, tekniska anläggningar, mm) utgör 28 procent. Resterande 37 procent är obebyggd mark: (brukad mark, skogsmark, berg i dagen, impediment, vatten). Det är således svårt att få fram detaljerade uppgifter om i vilken omfattning jordbruksmark försvinner till bebyggelse och annan infrastruktur. Tätortsytan utgör för närvarande 1,3 procent av Sveriges landareal. Vad som på riksplanet kanske kan ses som en försumbar andel, kan emellertid lokalt vara omfattande. Dessutom skall man veta att det statistiska begreppet ”bostadsmark” inbegriper trädgårdsmark. Fritidsodlingen (hemträdgårdar och kolonilotter) bidrar konkret till lokal hållbarhet genom sin produktion liksom genom att bevara biologisk mångfald mm. Den för fritidsodling lämpade arealen uppskattas till drygt 200 000 hektar på landsbygden och 100 000 hektar i tätorterna. Ur lokal försörjningssynpunkt utgör tätorternas trädgårdar redan nu en viktig resurs. Denna

resurs är även ovärderlig genom att vidmakthålla odlingskunnandet hos allmänheten liksom för bevarandet av biologisk mångfald inte bara vad gäller gängse kulturväxter.

Vad skall vi välja: Industrijordbruk eller ekologiskt lantbruk?

Svaret bör tills vidare bli:

Bådadera! Vinner den ena förlorar båda. Båda perspektiven behövs och behöver utvecklas

Industrijordbruket behövs för en alltmer urbaniserad och växande världsbefolkning. Industrijordbruket måste dock effektiviseras avsevärt vad gäller mängd producerad produkt per mängd insatsmedel liksom hållbarhetsanpassas. Det småskaliga ekologiskt inpassade lantbruket behöver utvecklas – inte minst i den rika industrivärlden med tanke på att dess befolkningar alltmer stabiliserats och till och med sjunker, samt för att minska livsmedelsproduktionens miljöbelastning i i-världen. Ett övergripande faktum är dessutom att världens liksom Sveriges livsmedelsförsörjning är starkt oljeberoende. En kraftig ökning av priset på olja. – och oljekrisen är ett faktum. Oljan kan visserligen ta slut, men i första hand blir den dyrare och liksom därmed omedelbart också livsmedlen.

Avslutning

"Sveriges åkerareal är 3 miljoner hektar, vilket utgör ca 0,2 procent av världens åkerareal. Detta kan tyckas obetydligt. Sveriges åkermark är emellertid viktig inte bara i ett lokalt utan även i ett globalt perspektiv särskilt med tanke på: befolkningsutvecklingen, ökad konkurrens om sinande oljeresurser, minskande sötvattentillgångar i redan överbefolkade arida regioner, nödtvungen ekologisk hållbarhetsanpassning av världsjordbruket mm. Man måste med hänsyn till inte minst miljö-/naturresursfrågan våga inse svagheter i vår nuvarande västerländska livsstil och konsumtionssamhälle. Detta i synnerhet som denna västerländska livsstil i och med globaliseringen tenderar att bli hela mänsklighetens. En mänsklighet som dessutom är på väg mot 8 - 10 miljarder om 4 - 5 decennier varefter det enligt prognoserna skall ske en stabilisering. Människan måste dessförinnan ha tagit hela ekosystemet Jorden under sin vård och sitt ansvar – utan att bli omänsklig mot sig själv eller sina medvarelser.

Större delen av den svenska åkerarealen är produktiv och uthållig liksom odlarkåren. Väderleken och nederbörden är gynnsamma. Sverige är således ett lyckligt lottat land och detta i en på många håll alltmer hårt drabbad värld. Vi har resurser och folklig medvetenhet. Detta förpliktigar.

Litteratur

- Björkman, L. (2001). *Fritidsodlingens omfattning och betydelse*. Försöksresultat för fritidsodlare, 2001, nr 7. Inst ekol o växtprod.lära, SLU. 54 sid. ISBN 91-576-6111-1.
- Brown, M.T., Odum, H.T & Jorgensen, S.E. (2004). Energy hierarchy and transformity in the universe. *Ecological Modelling* 178, 17-28.
- Carlsson-Kanyama, A. (1999). *Consumption patterns and climate change: consequences of eating and travelling in Sweden*. Doctoral thesis in Natural Resources Management. Dep of Systems Ecology, Stockholm University.
- Delin, S. (1996). *I den bästa av världar – en bok om ekologi, kretslopp och ekonomi*. Brain Books. 185 sid.
- Deutsch, L. (2002). *Quantifying ecosystem subsidies to Swedish agriculture and assessing indicators of ecosystem performance*. Licentiate in Philosophy Thesis, 2002:6. Dept. of Systems Ecology, Stockholms Univ., Stockholm.
- Ebbersten, S. (1990). *Lantbruksvetenskap - en omvärldsanalys inför 2000-talet med särskild hänsyn till agronom-, hortonom- och landskapsarkitektutbildningarna*. SLU/Förvaltning 16, Sveriges lantbruksuniversitet, 750 07 Uppsala. 44 sid.
- Ebbersten, S. (1996). Uthållig livsmedelsförsörjning - är det möjligt? Föredrag vid seminariet "Inför World Food Summit" 16 oktober 1996. (Sveriges Riksdag, Stockholm.) Inst ekologi o växtproduktionslära, Box 7043, SLU, 750 07 Uppsala. 16 sid.
- Global Research on the Environmental and Agricultural Nexus for the 21st Century*. A proposal for collaborative research among US universities, CGIAR centers, and developing country institutions. Report of the Taskforce on research innovations for productivity and sustainability. founded by the Ford and Rockefeller Foundations. Co-chairs: Lele, U., University of Florida/World Bank, and Coffman, R., Cornell University.
- Granstedt, A., Seuri, P. & Thomsson, O. (2004). *Effective recycling agriculture around the Baltic Sea*. Background report. Ekologiskt lantbruk nr 41. Rapport från Centrum för uthålligt lantbruk. 42 pp
- Hallberg, V. (2002). Räcker marken. *Tidningen Åter*, nr 1 2002, sid 20-21.
- Hallberg, V. och Bodin, B. (2001). Potentialen för global spannmålsproduktion – ekologiska möjligheter och begränsningar. *Kungl. Skogs- o Lantbr.akad.Tidskr* 140:15 sid 11-32.
- Helander, C-A. (2002). *Farming system research: an approach to developing of sustainable farming systems and the role of white clover as a component in nitrogen management*. Agraria 334. Diss.
- Håkansson, S. (2003). *Weeds and weed management on arable land. An ecological approach*. CABI publishing. 274 pp.
- Jansén, J. (2000). *Agriculture, energy and sustainability. Case studies of o local farming community in Sweden*. Agraria 253. Diss.
- Jansson, A-M. & Jansson, B-O. (1994). Ecosystem properties as a basis for sustainability. In: Jansson, AM., Hammer, M., Folke, C. & Costanza, R. (eds) Investing in natural capital: The ecological economics approach to sustainability. Isee/Island Press, Washington, DC.
- Jansson, S.L. (1970). Samhället och biosfären. Ur: Weibullsholm 1870-1910. En jubileumsskrift. Red Jörgen Weibull. Sid 135-150.
- Lindholm, S. (2001). *Helhet och mångfald. Det ekologiska lantbrukets bärande idéer i relation till miljöetisk teori*. Doctoral diss. Dept. Of Ecology and Crop Production Science, SLU. Acta Universitatis agriculturae Suecia. Agraria vol. 272.
- Odum, E. P. (1993). *Ecology and our endangered life-support systems*. 2nd Ed. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts USA. 301 pp. ISBN 0-87893-634-3.
- Rydberg, T. (2005). *Det hållbara samhället – ett realistiskt framtidsperspektiv?* Seminarium på Sigtunastiftelsen den 20 januari 2005. Centrum för Uthålligt Lantbruk (CUL), Box 7047, 75007 Uppsala. 8 sid.
- Saifi, B. (2004). *The sustainability of Swedish Agriculture in a coevolutinoary perspective*. Agraria 469, diss. 225 pp.
- Wägner, Elin. (1949). *Väckarklocka*. Albert Bonniers Förlag. 338 sid.