



DEN LIVSVIKTIGA NÄRINGEN

EN RAPPORT OM KRETSLOPPSPRINCIPEN OCH JORDBRUKET



FÖRORD

Den traditionella ekonomin präglas av en enögdhet som åsidosätter kostnaderna för exploateringen av naturresurser i den ena ändan och förstöringen av naturen i den andra.

Att integrera samhällsekonomin i naturens kretslopp på naturens villkor, är en nödvändighet för såväl vår hälsa som vårt välstånd.

Kretsloppstänkandet är uttrycket för en ny helhetssyn - en ny världsbild. Lantbruket är en given och nödvändig länk i många av samhällets kretsloppssystem. Det är en självklarhet att bönderna går i spetsen för utvecklingen av det attraktiva och nödvändiga kretsloppssamhället.

Genom vår satsning "På väg mot världens renaste jordbruk" demonstrerar vi vårt miljöengagemang och vår framtidstro. Med den erfarenhet jag har av LRF-arbete vågar jag påstå att inget program eller enskilt beslut har haft en så stark och närmast total uppslutning bland våra medlemmar.

Vi vet att många bönder i andra länder har liknande ambitioner som vi. Vad som nu gäller är att vi måste inse Sveriges faktiska möjligheter att inta en föredömlig tätposition - vara det goda exemplet - i en fördjupad internationell dialog om våra livsvillkor. Då är ett samarbete mellan parterna i det svenska jordbruket nödvändigt. Inte bara att konventionella och ekologiska bönder behöver lära av varandras synsätt och tekniker.

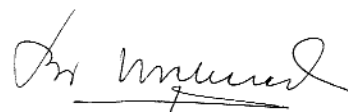
Myndigheter, jordbruk och forskare måste också finna ett effektivt sätt att samverka för utvecklingen mot ett långsiktigt ekologiskt och ekonomiskt bärkraftigt samhälle.

LRFs forskningsstiftelse har nyligen beslutat om ett särskilt program för att stödja forskningens inriktning mot ett resurshushållande jordbruk.

Grunden för programmet är kretsloppsprincipen. Det är min förhoppning att de vilkor som utvecklas i dokumentet ska vara vägledande för bönder, forskare, politiker och företag som arbetar för ett jordbruk som - även för våra barnbarn och kommande generationer - kan producera ren mat, samt energi och andra råvaror för grundläggande mänskliga behov.

Dokumentet visar att i ett uthålligt samhälle kommer åkermarken att bli en allt mer begränsad resurs, både i Sverige och globalt.

Det blir allt viktigare att bibehålla ett öppet landskap och en levande frisk landsbygd. Sveriges bönder har här en möjlighet att vara steget före - det goda exemplet.


Bo Dockered

INNEHÅLL

<i>Inledning och syfte</i>	5
<i>Avgränsningar</i>	5
1. DAGENS SAMHÄLLE ÄR INTE UTHÅLLIGT	6
Människans försörjningsbas	6
Svårt att rangordna.....	7
Kretsloppsprincipen	10
2. JORDBRUKET I ETT KRETSLOPPSPERSPEKTIV	11
Jordbrukets roll i samhället.....	11
Villkor för jordbruket i ett kretsloppsperspektiv	11
3. HUR BLEV DET SÅ HÄR?	17
Historik	17
Vad utmärker dagens jordbruk?	18
4. DEN DUBBLA UTMANINGEN	19
5. VAD MÅSTE GÖRAS?	20
Samhällets strukturuomvandling	20
Förändringar i jordbruket	21
Behov av metod- och teknikutveckling.....	22
Att bibehålla valmöjligheter.....	22
Hur kan vi nå dit?.....	23

Bilaga: Ordlista

Inledning och syfte

I miljödebatten lyfts oenighet ofta fram på ett sätt som gör att det vi alla kan vara överens om förblir osynligt. Genom att samla sakkunniga till att författa detta konsensusdokument vill vi bidra till att ordna upp tankarna inom området *jordbruk och långsiktig överlevnad*.

Initiativet till dokumentet har tagits av Det Naturliga Steget som ett led i en strävan att ta fram konsensusdokument med utgångspunkt i kretsloppsprincipen. Principen beskrivs utförligt i detta dokument. Tidigare har dokument författats om energi, metaller, trafik, styrmedel och företagande.¹

Syftet med dokumentet är att skapa en gemensam plattform, om vilken representanter för olika synsätt på jordbrukets miljöfrågor kan vara eniga. Med utgångspunkt i kretsloppsprincipen har vi funnit en gemensam analysmodell som lyfter fram de långa perspektiven framför de korta. Dokumentet beskriver den kärna av kunskaper och insikter, som vi som författat dokumentet i dag är eniga om, när det gäller långsiktig överlevnad och jordbruket. Dokumentet kommer att tjäna som en utgångspunkt för var och en av oss i vårt fortsatta arbete att påverka samhället till att bli mer uthålligt och som hjälp att "lyfta blicken" när vi på olika sätt arbetar för förändringar inom jordbruket.

Avgränsningar

Vi har valt att med utgångspunkt i kretsloppsprincipen beskriva jordbrukets roll i ett långsiktigt uthålligt samhälle. Det gör att många i och för sig viktiga angränsande frågor inte behandlas i dokumentet. Det gäller frågor om djuretik, hälsa, livsmedelskvalitet, arbetsmiljö och livskvalitet för lantbrukaren, landskapsestetik, kulturminnesvård, genmodifierade organismer mm. Skälet till att vi avgränsar oss till att behandla de frågor som hänger samman med kretsloppsprincipen är att avsteg från kretsloppsprincipen kan jämföras med hål under vattenlinjen på en båt. Lagar vi inte hålen, rinner vår tid ut även för att åtgärda alla andra frågor. Ju längre vi väntar med omställningen till ett uthålligt samhälle, desto dyrare och mer smärtsam blir processen. Exempelvis blir det mycket svårare att ställa om till ett samhälle baserat på förnybara energikällor ju längre tid försurning och fysisk utarmning av skogs- och jordbruksmark pågått.

En annan avgränsning som vi valt att göra är att inte behandla de i och för sig allvarliga störningar som industrisamhället förorsakar jordbruket genom luftburna föroreningar och framtida klimatförändringar.

Slutligen behandlar detta dokument inte de *politiska* överväganden som handlar om bl a *takten* i en anpassning till kretsloppsprincipen och om vem som ska bära de kortsiktiga kostnaderna. Avsikten är istället att peka på vad som händer om vi inte gör något och att peka ut i vilken riktning vi måste gå.

Kretsloppsprincipen beskriver på naturvetenskap-

¹ Dessa dokument kan beställas från Det Naturliga Steget, Amiralitetshuset, 111 49 Stockholm. Tel. 08-678 00 22

lig grund några av de mest avgörande villkoren för ett uthålligt samhälle. I dokumentet försöker vi från dessa dra generella slutsatser av vad en tillämpning av kretsloppsprincipen skulle innebära för jordbrukets del.

Mycket arbete kvarstår när det gäller att finna konkreta åtgärder på gårdsnivå, en översyn av kedjan mellan producent och konsument, avloppshantering mm. Dokumentet är att betrakta som ett första steg i denna process, nämligen att staka ut riktningen för en kretsloppsutveckling och att fördjupa förståelsen om kretsloppsprincipens tillämpning på jordbruket. Vår förhoppning är att dokumentet kan ge de övergripande perspektiv som behövs för det vidare arbetet med konkreta lösningar.

Om inte annat nämns avser vi i dokumentet *svenskt* jordbruk och det *svenska* samhället.

1. DAGENS SAMHÄLLE ÄR INTE UTHÅLLIGT

Miljöförstöringen hotar att rycka undan förutsättningarna för människors välbefinnande och hälsa. På lite längre sikt hotas allt högre liv på jorden. Vi förbrukar ändliga lager av olja, kol, uran, fosfat, metaller och grus i en takt som allvarligt inskränker kommande generationers valmöjligheter. Restprodukterna, "avfallet", från tillverkning och konsumtion kör vi till soptippen eller genom avloppsreningsverket. Vi lurar oss själva om vi tänker att "nu är det borta", för ingenting försvinner. Inte ens när vi eldar upp våra sopor är de "borta". De har förvandlats till rökgaser, filtrat och aska. Den del av detta som samhället eller naturen inte upparbetar till nya resurser leder till ökad mängd synligt avfall och utspridda "molekylsopor" i naturen. Flödena av bl a metaller, växtnäring och naturfrämmande ämnen har ökat drastiskt under 1900-talet. En förutsättning för detta slöseri har varit den rikliga tillgången på energi från de fossila energikällorna, främst olja och kol, och så småningom även kärnkraften. Flera av våra allvarigaste miljöproblem är direkt kopplade till energiförsörjning. Om majoriteten av världens klimatforskare har rätt, har vi endast ett fåtal decennier på oss att lägga om till förnybara energikällor.

En fortsatt linjär resurshantering kommer att få förödande konsekvenser: klimatförändring globalt, ett

uttunnat ozonskikt, ökning av halten tungmetaller i jordarna, försurning av mark och vatten, miljögifter i hav, sjöar och grundvatten, mm. Globala miljökatastrofer drabbar alla på vår jord, inte bara oss i den rika världen, som huvudsakligen förorsakar dem och som kortsiktigt kunnat utnyttja den linjära resursförbrukningen.

För att skapa ett fungerande uthålligt samhälle krävs att mänskliga aktiviteter snarast inlänkas i ekosystemens kretslopp. Vi måste styra över till ett uthålligt samhälle där resurserna, utom den flödande solenergin, ständigt kan återanvändas, antingen inom människoskapade kretslopp eller via naturens kretslopp. För att klara av denna kursändring krävs förståelse av de icke förhandlingsbara förutsättningarna för livet på jorden och i synnerhet de förutsättningar naturen ger för människans långsiktiga överlevnad.

Dessutom måste vi avsevärt öka våra kunskaper om sambanden mellan små beslut och den övergripande inriktningen på samhällsutvecklingen. Tillåts detaljfrågor och "enfråge"-politik fördunkla sammanhangen så kommer, i bästa fall, endast marginella förbättringar att uppnås. Karakteristiskt för dagens miljöproblem är att orsak och verkan ofta utspelar sig långt från varandra både i tid och i rum. Ett exempel på detta är en person som 1967 går in i en butik i Sverige och köper en sprayburk. Trettio år senare får en annan person hudcancer i Australien, pga uttunnat ozonskikt. Vi måste bli framsynta nog att förebygga den typ av obehagliga överraskningar som kontinuerligt drabbar oss under de senaste decennierna.

Människans försörjningsbas

Människan är en del av naturen. Hon har utvecklats i samspel med naturen och är helt beroende av den. På ekonomiskt språk kan man säga att människan behöver naturen både för de "varor" och de "tjänster" som den ger henne. Bland varorna finns de förnybara och de icke förnybara resurserna. Bland tjänsterna finns naturens funktioner för klimatreglering, naturlig vattenrening och jordmånsbildning, för att bara nämna några exempel.

En förutsättning för att säkra naturens leverans av varor och tjänster för framtidens människor, är för-

ståelse för de villkor på vilka naturen arbetar. Om människan förbrukar en resurs fortare än den takt med vilken naturen hinner återbilda den, får vi två problem. Det ena är resursknapphet. Det andra är att restprodukterna från förbrukningen sprids i biosfären. De restprodukter som inte kan nyttiggöras av ekosystemen leder till en ansamling av avfall och "molekylsopor".

Svårt att rangordna

Politiska avvägningar krävs för att rangordna problem och för att besluta hur fort en omställning till ett uthålligt samhälle ska ske. En politiskt tilltalande strategi skulle vara att acceptera allt under gränsvärden för "vad naturen tål", så att konsumtionsutrymmet och därmed även det politiska utrymmet blir som störst.

Det är dock omöjligt att säkert fastställa vad naturen tål. Läkarvetenskapen har med hjälp av förd statistik på döda patienter kommit fram till ungefärliga gränsvärden för vad människokroppen tål vad gäller föroreningar och restprodukter. Gränserna för biosfärens överlevnad kan vi av naturliga skäl inte bedöma på samma sätt.

Svårigheterna i att fastställa gränsvärden och därmed rangordna de olika överträdelserna mot kretsloppsprincipen beror på *tidsfördröjningar, förskjutning i rummet och komplexitet*.

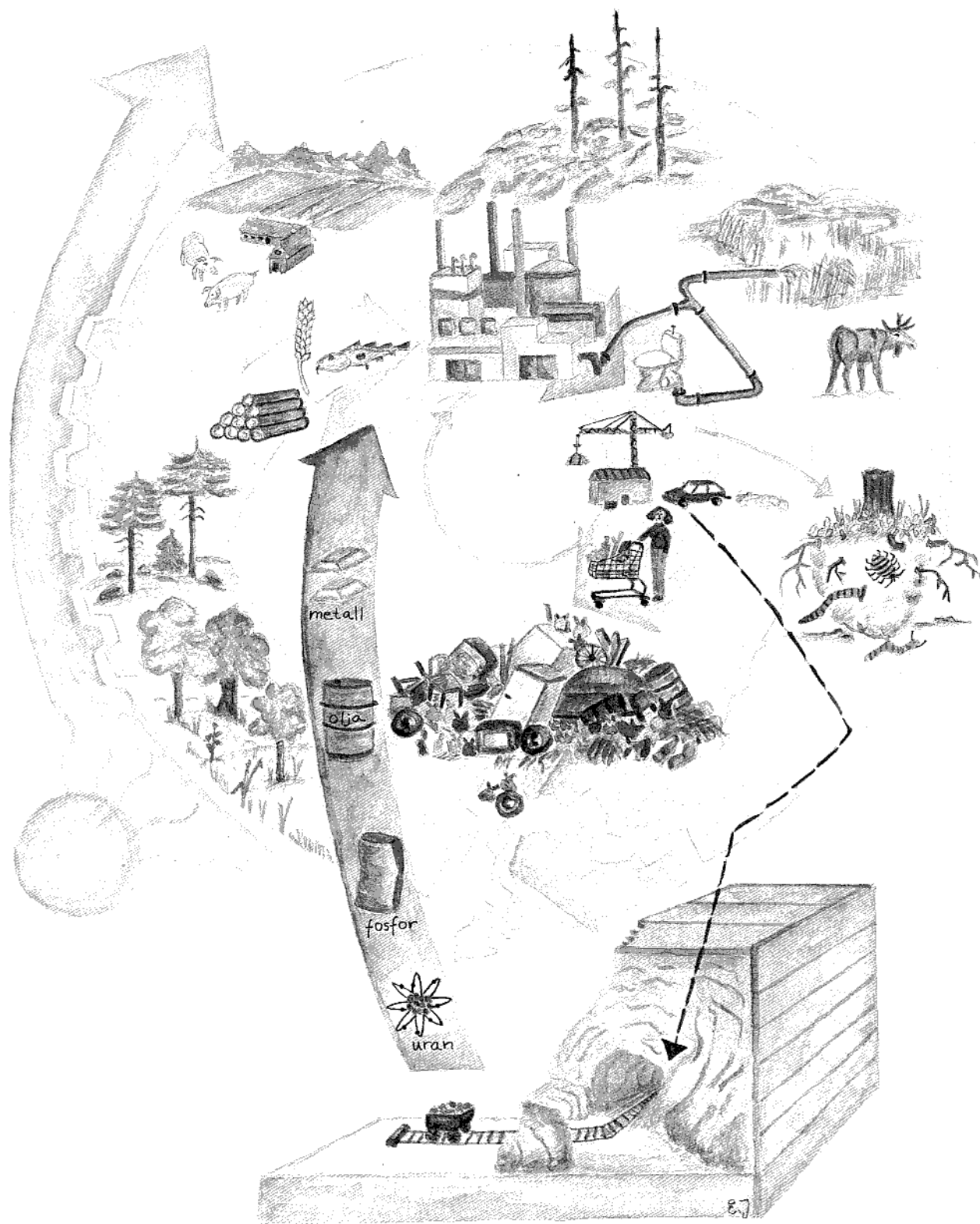
Tidsfördröjningar mellan påverkan och mätbar effekt gör att vi kan sprida föroreningar kontinuerligt under en period utan att märka några problem därav. Problemen kommer ofta plötsligt. Då har stabiliserande mekanismer överskridits. Ett exempel på stabiliserande mekanismer i naturen är kemisk buffring. I många försurade marker har buffringkapacitet redan uttömts när synliga effekter på växt- och djurliv börjar uppträda. Ett annat exempel är mekanismerna i det globala klimatreglerande systemet. När synliga effekter av den långvariga påverkan på detta system uppträder, har det sannolikt gått så långt att det kan vara för sent att sätta in relevanta åtgärder.

Med förskjutning i rummet menas att det ofta är stort avstånd mellan orsak och verkan, vilket gör det svårt att kontrollera och förutse skadeeffekter. Spridning av föroreningar på ett diffust sätt över stora områden gör t ex att skadeeffekter inte är lätta att knyta samman

med källan.

Komplexiteten hos ekosystemen gör att vi omöjligt kan överblicka samverkande faktorer och förutse alla kedjor av konsekvenser som en förändring förorsakar. Komplexa system uppvisar alltid en viss grad av genuin oförutsägbarhet. Det innebär att hur mycket kunskap vi än skaffar oss om systemets egenskaper så kan alla konsekvenser av ett förlopp ändå inte förutsägas. Detta kan visas i datasimuleringar och gäller i allra högsta grad även för de komplexa system som omfattar samspelet inom och mellan litosfären, hydrosfären, biosfären och atmosfären, dvs de system som upprätthåller livet på jorden.

För att skapa fungerande uthålliga samhällen måste mänskliga aktiviteter alltså inlänkas i ekosystemens kretslopp. Vi kan inte med samma säkerhet säga exakt vilka åtgärder som måste komma först. Men vi bör *åtminstone* inte investera i strukturer som direkt *motverkar* den nödvändiga utvecklingen mot ett kretsloppssamhälle.



FIGUR 1A LINJÄR RESURSHANTERING

Vid dagens linjära resurshantering bryts lagerresurserna ner i snabb takt. Restprodukterna från förbrukningen av lagerresurserna sprids i ekosystemet i form av molekylsopor i luft, mark eller vattendrag, respektive synligt avfall. Dessa restprodukter stör ekosystemen och degraderar dem så att de blir mindre produktiva.

Kretsloppsprincipen

Kretsloppsprincipen innebär att balans råder mellan uppbyggande och nedbrytande processer (se Figur 1b). Ur denna princip kan fyra systemvillkor härledas:

SYSTEMVILLKOR 1. Stabila och tillräckligt låga halter av ämnen från jordskorpan. *Det betyder att lagerresurser (t ex olja, kol, malm, fosfat och andra mineraler) inte omvandlas till utspridda föroreningar.* Ett produktionssystem som baseras på ändliga källor är inte uthålligt. Den absoluta gränsen bestäms av tillgängligheten. Men den praktiska, och för många resurser mycket mer närliggande begränsningen för användningen av lagerresurser, bestäms av skadeverkningarna som ackumuleringen av restprodukterna för med sig, t ex växthuseffekt, tungmetallförgiftning, radioaktivitet och försurning. En slutsats av detta villkor är att man i ett uthålligt samhälle måste avstå från användningen av fossil energi och kärnkraft samt återanvända redan utvunna lagerresurser i maximalt täta kretslopp. Vissa särskilt farliga ämnen, t ex kvicksilver, bly och kadmium, bör inte ingå i samhällets kretslopp: vad som nu finns i omlopp måste slutdeponeras på ett säkert sätt.

SYSTEMVILLKOR 2. Tillräckligt låga halter av ämnen från samhällets produktion. *Det betyder att halterna av långlivade naturfrämmande ämnen i naturen inte tillåts öka kontinuerligt.* Men idag ackumuleras sådana ämnen systematiskt i naturen. De vanligaste är halogenerade kolföreningar såsom: freoner, PCB, DDT, vissa dioxiner, klorparaffiner m fl. Ämnen vars effekter är studerade utgör bara toppen på ett isberg.

SYSTEMVILLKOR 3. Bevarat fysiskt underlag för naturens kretslopp och mångfald. *Det betyder att ekosystemen hanteras på ett sådant sätt att deras fysiska kvalitet och kapacitet gynnas.* Med ekosystemens fysiska kvalitet och kapacitet menas här förmågan att omsätta solenergi och den därmed sammanhängande förmågan att omvandla restprodukter till nya resurser. För att ekosystemens långsiktiga produktionskapacitet ska kunna upprätthållas även vid framtida störningar måste människan också gynna biologisk mångfald. Ekosystemens fysiska kvalitet och kapacitet utarmas systematiskt genom olika former av intrång. Den rent fysiska expansionen av samhället med dess infrastruktur är ett exem-

pel på detta. Ett annat exempel är torka och erosion som följd av felaktig vatten- och markanvändning.

SYSTEMVILLKOR 4. Effektiv och rättvis resurshantering. *Samhällets omsättning av förnybara resurser får inte vara högre än att restprodukterna kan inpassas i naturens kretslopp.* Även när vi uppfyller villkor 1-3 finns det utifrån kretsloppsprincipen en övre gräns för materialomsättningens intensitet. Den bestäms av ekosystemens kapacitet att recirkulera restprodukterna i det för ämnet naturliga kretsloppet.

De ovan listade fyra villkoren är alla lika viktiga. Det räcker med att ett enda av dem inte uppfylls så är samhället inte uthålligt. Symtomen blir likartade oberoende av vilket av de fyra villkoren som inte uppfylls. Resultatet är att restprodukter systematiskt "blir över", dvs en ansamling av avfall och molekylsopor. När lagerresurser systematiskt omvandlas till spridda restprodukter är det dessa som blir över och ackumuleras. När naturfrämmande ämnen sprids i högre takt än de bryts ned är det dessa som blir över och ackumuleras. När ekosystemen utarmas fysiskt minskar deras kapacitet att omvandla restprodukter till resurser och följden är att restprodukter blir över och ackumuleras. Även om alla dessa tre villkor uppfylls blir det ämnen över om omsättningen av material överskrider ekosystemens förmåga att omhänderta restprodukterna lokalt och/eller globalt.

Kretsloppsprincipen är en nödvändig princip för ett uthålligt samhälle. Men det är inte en tillräcklig princip. Människan kan nämligen förstöra livsmiljön för sig själv och andra arter även utan att bryta mot kretsloppsprincipen. Ett exempel från jordbruket är användning av bekämpningsmedel vars nedbrytningsprodukter är starkt cancerogena t ex bladmögelpreparaten maneb och mancozeb.

2. JORDBRUKET I ETT KRETSLOPPSPERSPEKTIV

Jordbrukets roll i samhället

Jordbruk, trädgårdsbruk, skogsbruk och vattenbruk är näringar som är direkt kopplade till den gröna cellens produktion. De gröna cellerna är ensamma om att storskaligt och systematiskt bygga upp ordnade strukturer av sådant som är utspridd och värdelös materia för andra organismer, utan att förstöra resurser eller sprida föroreningar. Tvärtom bildas livsviktigt syre som restprodukt vid fotosyntesen.

När vi inom några decennier måste klara oss utan de ändliga energikällorna blir vårt beroende av de gröna cellernas arbete tydligare än idag. Då blir det konkurrens om gröna "solfångararealer" som ska räcka till att försörja en växande världsbefolkning med både mat, energiråvara, och industriråvaror så som fibrer, oljor och stärkelse. Det kommer att ställas krav på de areella näringarna att i framtiden förse samhället med material och energi i betydligt större utsträckning än vad som sker idag.

Fördelningen mellan skogs- och jordbruksmark i Sverige är inte given. Energiråvara, fibrer och andra produkter kan produceras antingen i skogen eller i jordbruket. Men när jordbruket uppfyller de fyra kretsloppsvillkoren, dvs slutar att in-teckna framtida generationers resursbas, så kommer det att bli tydligt att dagens så omtalade "överskottsareal" av jordbruksmark endast kan betraktas som en kort historisk parentes. Förklaringen till detta är att uthållig matproduktion kräver större ytor bl a för att binda energi och kväve. Matproduktion har högsta prioritet den dag vi kommer att tvingas prioritera hårt i användningen av de gröna solfångararealerna.

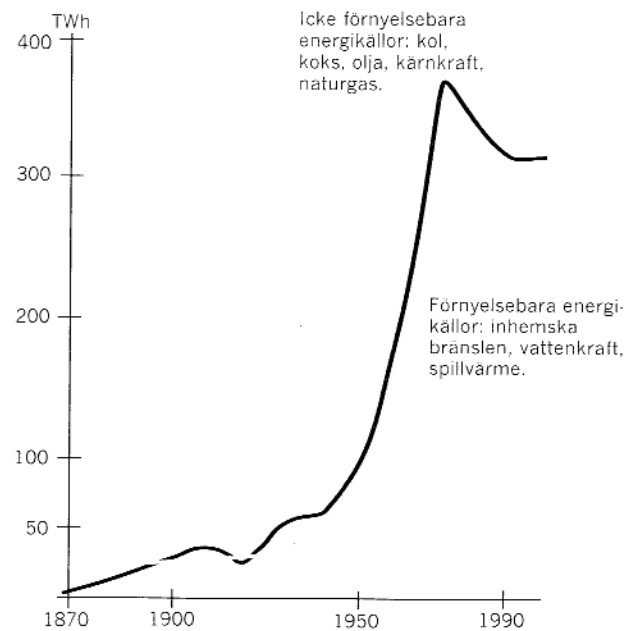
En omställning till ett uthålligt samhälle kommer att leda till att jordbruket och de övriga areella näringarna återfår rollen som samhällets livsnerv. Som en del av denna omställning måste jordbruket omvandlas till att uppfylla de fyra nödvändiga villkoren för ett uthålligt samhälle.

Villkor för jordbruket i ett kretsloppsperspektiv

VILLKOR 1. LAGERRESURSER

I ett uthålligt samhälle omvandlas inte lagerresurser systematiskt till utspridda föroreningar. Detta innebär att uttagen av lagerresurser bara får ske i den takt som motsvaras av de mycket långsamma sedimentationsprocesser som under miljontals år bildat lagerresurserna (se Figur 1b). I kontrast till detta kretsloppsvillkor förbrukas *varje år* lika mycket mineralolja som det tar naturen *omkring en miljon år* att nybilda.

Jordbruk drivs idag i hög grad med hjälp av lagerresurser. Liksom andra sektorer i dagens icke uthålliga samhälle understöds jordbruksproduktionen av ändliga energikällor såsom **fossila bränslen** och **kärnkrafts-el** (se Det Naturliga Stegets konsensusdokument om energi). De ändliga energikällorna används dels direkt som drivmedel och dels indirekt för att tillverka handelsgödsel och andra insatsvaror samt för transport av insatsmedel och produkter.



Figur 2: Figuren visar användningen av ändliga respektive förnybara energikällor i hela det svenska samhället 1990 [TWh/år].

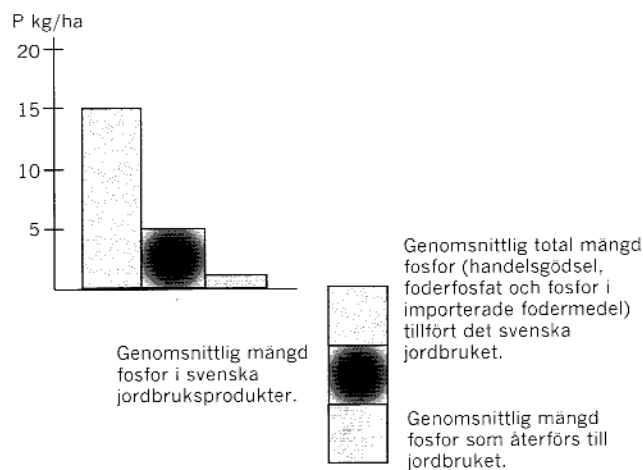
Den synbara minskade användningen av ändliga energikällor under de senaste två decennierna förklaras till viss del av att olja ersatts med kärnkrafts-el. El är en energiform som kan uträtta mer arbete per TWh.

Källa: Bearbetad efter Sveriges Nationalatlas, Infrastrukturen, s 79.

Ändliga lager av olja används även för att tillverka **plaster** och **smörjoljor**. Liksom i övriga sektorer används **metaller** i maskiner och redskap, tillverkade av ändliga lager av malm. Samhällets återvinning av plaster och metaller är idag fortfarande helt otillfredsställande. (se Det Naturliga Stegets konsensusdokument om metaller).

Dagens jordbruksproduktion har i stor utsträckning blivit beroende av kontinuerlig tillförsel av **fosfor** från ändliga lager av råfosfater. Av all fosfor som bryts i gruvor i världen används ca 80 procent inom jordbruk. Ca 60 procent av denna råfosfat används i i-världen, där ungefär 35 procent av världens åkerareal finns och 25 procent av världsbefolkningen.

Fosfor är ett livsnödvändigt mineral som inte kan ersättas av något annat. På några få decennier har stora delar av lagren förbrukats. Det innebär inte att fosfor försvinner. Den sprids till ställen där den är mindre tillgänglig och därmed mindre värd. I för stora mängder är fosfor också miljöskadlig genom övergödning när det läcker ut till sjöar, åar och hav.

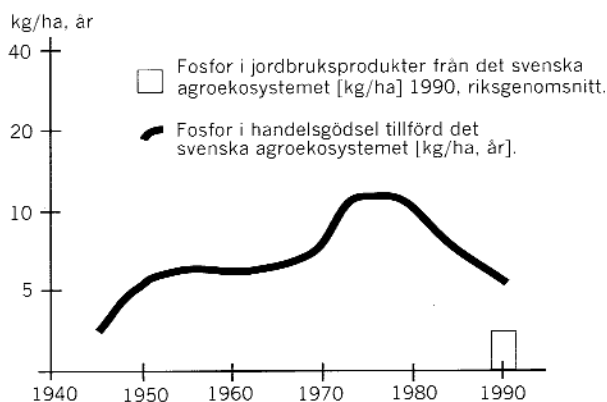


Figur 3: Staplarna visar genomsnittlig mängd fosfor tillförd det svenska agroekosystemet, innehållet av fosfor i svenska jordbruksprodukter, respektive fosfor återförd till jordbruket, [kg/ha] 1990.

Källa: Bearbetad efter Granstedt, A. 1993, Aktuellt från Lantbruksuniversitetet.

Hushållningen med fosfor är dålig både inom jordbruket och i *samhället* i stort. Som framgår av Figur 3 tillförs i genomsnitt tre gånger så mycket fosfor i form av inköpta gödselmedel, foderfosfater och importerat foder till jordbruket, som den mängd fosfor som lämnar jordbruket i form av jordbruksprodukter (samtli-

ga växt- och animalieprodukter). Figur 3 visar också att av den fosfor som lämnar jordbruket i form av produkter återförs endast en ringa del (20 procent). De resterande 80 procent återfinns i reningsverkens avloppsslam och i hushållssopor. Detta tar samhället idag inte tillvara på. Avloppsslammet deponeras till största delen på soptippar, på grund av att det förorenats, och hushållssoporna förbränns eller deponeras.



Figur 4: Kurvan visar genomsnittlig mängd fosfor i handelsgödsel tillförd till det svenska agroekosystemet [kg/ha år]. Stapeln visar den mängd fosfor som bortförs från jordbruket i produkter [kg/ha] 1990.

Källa: Bearbetad efter Granstedt, A. 1993, Aktuellt från Lantbruksuniversitetet.

Som framgår av Figur 4 har användningen av råfosfater i form av handelsgödsel ökat i Sverige från mitten av 40-talet till mitten av 70-talet. Under 80-talet har användningen minskat. Men som Figur 3 visar är fortfarande den genomsnittliga fosforbalansen för svenskt jordbruk otillfredsställande.

Fosforbalansen är dock mycket olika för växtodlingsgårdar och för djurgårdar. Genom specialiseringen av jordbruket under tidsperioden 1950-1980 har en uppdelning skett i växtodlings- och djurgårdar. Detta har lett till att allt mindre av växtnäringssämnen kan cirkulera tillbaka med stallgödsel till den mark där fodergrödorna odlats, trots att större delen av landets odlingsareal nyttjas för odling av fodergrödor. På växtodlingsgårdarna uppstår en brist på fosfor som kompenseras med inköpta gödselmedel. Samtidigt sker en ansamling av fosfor på de intensiva djurgårdarna. Överskottet av fosfor, som inte kan utnyttjas av grödorna, fastläggs till stor del i marken. Denna fosfor kan sägas utgöra en framtida resurs, men den är bunden i sådan form att den inte är tillgänglig för växterna. En mindre del förs bort med erosion eller utlakas.

Med användningen av icke renade råfosfater från gruvor följer kadmium och arsenik som legat inbäddat i fosfatdepåerna i miljontals år och som nu sprids till biosfären tillsammans med handelsgödsel fosfor. Om ackumuleringen av **tungmetaller** tillåts fortsätta blir jordbruksmarken på sikt otjänlig för livsmedelsproduktion. Redan idag kan man i livsmedel mäta kadmiumhalter som överskrider gränsvärden. Kadmium i dessa halter kan ge nedsatt njurfunktion hos konsumenten, och kadmiumhalten i åkermarken fortsätter att öka med ca 0,3 procent per år.

Jordbruket förses idag även med **kalium, kalk och mikronäringsämnen** från ändligen lager i ett linjärt flöde. För kalium och kalk bedöms lagren räcka mycket längre än för fosfor. För några av mikronäringsämnena bedöms lagren inte räcka så länge med dagens förbrukningshastighet. Förutom dessa problem tillkommer miljöstörningar i samband med själva brytningen.

I ett uthålligt samhälle måste organiskt avfall från djur och människor återföras till jordbruksmarken. På så sätt slipper jordbruket lita till ändligen lager av fosfor och kalium för sin produktion. Utvinningen av mineraler ur geologiska lager får bara ske motsvarande den mycket långsamma takten för fastläggning i jordskorpan igen. En följd av detta är att jordbrukets maskiner, redskap, plaster och dyl måste bli recirkulerbara. Samtidigt gäller att produktionen måste ske med förnybara energikällor. Detta kräver radikala förändringar från dagens situation.

VILLKOR 2.

LÅNGLIVADE NATURFRÄMMANDE ÄMNEN

I ett uthålligt samhälle avstår jordbruket från att hantera naturfrämmande ämnen av sådan art eller mängd som ekosystemen inte kan eller hinner bryta ned till ämnen som utgör byggstenar i biologisk produktion.

Dagens jordbruk bidrar till att sprida naturfrämmande ämnen. Vad vi vet idag bryts många av dessa ned till ofarliga beståndsdelar i naturen. Andra ämnen är mer långlivade. Mycket långlivade ämnen får utifrån detta kretsloppsvillkor överhuvudtaget inte användas. Exempel är bekämpningsmedlen DDT, aldrin, dieldrin, atrazin och lindan. Dessa preparat är numera förbjudna i Sverige men de används fortfarande i stora delar av världen.

Att ett ämne bryts ned innebär i sig inte alltid att det är oskadligt. Vissa bekämpningsmedel bryts ned relativt fort, t ex benomyl, men till beståndsdelar som i sig är långlivade och naturfrämmande. Andra bekämpningsmedel kan ackumuleras i miljön trots att de är nedbrytbara. Detta kan ske när stora mängder används, vid årligt återkommande användning eller vid speciella markförhållanden. En del av de nya medlen, lågdospreparaten, bryts inte ned tillräckligt snabbt och är rörliga vilket gör att de kan transporteras till vattendrag och grundvatten.

Bekämpningsmedel sprider sig idag på ett okontrollerat sätt i ekosystemen. Som exempel kan nämnas det långlivade ämnet toxafen, som är förbjudet i Sverige, men som förs in över landet via luftmassorna över Atlanten från Nordamerika.

Vår kunskap om effekterna av olika naturfrämmande ämnen på ekosystemen är mycket liten. Detta gäller även för bekämpningsmedel, trots att dessa hör till våra mest utforskade och testade kemikalier. Vi har även mycket liten kunskap om kombinationseffekterna av olika preparat samt preparatens bieffekter. Dessa är i praktiken omöjliga att kontrollera.

Att hantera långlivade naturfrämmande ämnen innebär att riskera långvariga miljöstörningar. Det vi med säkerhet vet är att ekosystemen inte tål en kontinuerlig ackumulering av något enda ämne. I praktiken är det omöjligt att "helt säkert" visa nedbrytningshastigheten under olika betingelser, vilka restprodukter som bildas vid nedbrytning samt att känna till effekterna av alla restsubstanser. Detta kräver att jordbruket utvecklas i riktning mot ett oberoende av naturfrämmande ämnen.

VILLKOR 3. EKOSYSTEMENS FYSISKA

KVALITET OCH KAPACITET

I ett uthålligt samhälle bedrivs jordbruk på ett sådant sätt att ekosystemens långsiktiga produktionskapacitet upprätthålls. Denna kapacitet beror på komplicerade kemiska, fysikaliska och biologiska samspel.

Globalt sett påverkar människan idag på ett genomgripande sätt ekosystemens strukturer och funktioner. De långsiktiga konsekvenserna är till stor del oförutsägbara. Men vi börjar nu kunna iakttaga att när vi utplånar eller kraftigt omvandlar biotoper, förändrar

de bio-geo-kemiska kretsloppen, rubbar klimatcykler mm., så utarmas den biologiska mångfalden och ekosystemen blir mer sårbara. Tillsammans resulterar alla dessa förändringar i att ekosystemens långsiktiga produktionskapacitet, både med avseende på kvantitet och kvalitet, försämras. Vårt beteende är riskfyllt eftersom kunskapen om ekosystemens förmåga att anpassa sig till förändrade omvärldsvillkor är mycket knapphändig.

Att upprätthålla ekosystemens produktionskapacitet innebär både att gynna ekosystemens förmåga att omsätta solenergi och restprodukter och att gynna utvecklingen av biologisk mångfald. Det innebär även att den utarmning av ekosystemen som sker idag måste stoppas. Detta villkor kan delas upp i tre olika nivåer:

(1) Produktiva ytor

Globalt sett är förlusten av produktiva solfångarytor omfattande och allvarlig. Några viktiga orsaker är ökenspridning, försaltning, erosion och teknosfärens utbredning. Förlusten av produktiva ytor är bl a i Centraleuropa omfattande, genom bebyggelse och asfaltering. I Sverige är problemet med teknosfärens utbredning ännu så länge ringa eftersom befolkningstätheten är låg. Knappt fyra procent av landarealen är asfalterad, bebyggd eller på annat sätt hårdgjord.

Det äldre vägnätet och den äldre bebyggelsen förlades främst till magrare marker. Sedan mitten av detta sekel placeras bebyggelse, motorvägar och flygplatser mm., i allt högre grad på bördig jordbruksmark. Denna mark är i praktiken oåterkalleligt förlorad som jordbruksmark.

Detta förfarande går stick i stäv mot de ökade krav som samhället kommer att ställa på de gröna näringarna att producera livsmedel, fibrer, oljor, energiråvara osv utan insatser av lagerresurser. Detta kommer att kräva mer areal än idag.

(2) Livsmiljö för biologisk mångfald

När genomgripande påverkan på ekosystem sker på kort tid leder det i allmänhet till utarmning. Ett viktigt exempel i vårt land är dikningen av våtmarker. Stora arealer dikades under slutet av 1800-talet och under början av 1900-talet för att dämpa svälten genom att vinna ny jordbruksmark. I vissa områden i södra Sverige, t ex på Gotland, har 80 - 90 procent av våtmarkerna dikats under denna period. Detta har lett till minskad

vattenlagringskapacitet i landskapet, försämrade dricksvattenkvalitet, försämrade självrening av ytvatten, samt förlust av livsmiljöer och därmed även förlust av arter.

Under några tusen år har jordbruket i Sverige givit upphov till nya, ofta artrika biotoper. Denna trend har dock vänt under det senaste halvsekle. Orsaker till den pågående minskningen i biologisk mångfald inom jordbruksekosystemen är att jordbruk läggs ned och att vissa biotoper t ex äng och naturbetesmark försvinner samtidigt som hävden av de kvarvarande markerna försämras, t ex genom minskat betes- och slättertryck. Kemiska bekämpningsmedel (både de oavsedda och de avsedda effekterna) samt föroreningar från såväl jordbruket som dess omvärld hotar också jordbrukslandskapets flora och fauna.

Att bevara och stimulera utvecklingen av biologisk mångfald kan liknas vid en försäkring för att trygga ekosystemens överlevnad och människans försörjning även vid störningar.

(3) Jordbruksmarkens långsiktiga produktivitet

Utarmning av jordbruksmarkens långsiktiga produktivitet sker idag genom en kontinuerlig sänkning av mullhalten i många jordar. Med mullen minskar ett viktigt näringsförråd, markens närings- och fukthållande förmåga, markliv och en lucker struktur. Sänkningen av mullhalten i fastmarksjordar beror på att tillförsel av mullråmnen som skörderester, stallgödsel eller gröngödslingsgrödor är otillräcklig. Till en minskad mullhalt har också bidragit en allt intensivare jordbearbetning. Detta hänger samman med efterkrigstidens minskade vallareal och ökade areal öppen växtodling samt specialiseringen mellan växt- och djurgårdar. På de specialiserade växtodlingsgårdarna förloras mull genom att man varken har vallodling eller stallgödsel för att kompensera för de mullämnen som kontinuerligt bortförs med skörden. Näringen i livsmedlen hamnar till slut i det organiska avfallet, latrin mm. Eftersom detta inte återförs till jordbruket utarmas jordbruksmarkens näringsförråd, särskilt förråden av mikronäringsämnen.

På organogena jordar, som vunnits genom dikning av våtmarker, odlas torvskiktet bort på mindre än ett sekel vid öppen växtodling. Detta innebär att vi på kort tid förbrukar en resurs som det tagit naturen många tusen år att bygga upp.

När markens organiska material bryts ned bildas

bland annat koldioxid. Vid en kontinuerlig sänkning av mullhalten i marken bidrar denna koldioxid till växthuseffekten.

Ett av de större hoten mot jordbruksmarkens långsiktiga produktivitet är **markpackningen** som förorsakas av tunga maskiner. Markpackningen innebär försämrad transport av luft och vatten i marken. Den markpackning som går under frostdjup tar mycket lång tid att återställa och kan i vissa fall bli oåterkallelig. På gårdar med stora tunga maskiner förorsakar markpackningen redan idag relativa skördesänkningar. Cirka 30 procent av jordbruksarealen har packningsskador som motsvarar 10-20 procent sänkt produktionskapacitet. Åtgärder som ökar traktorhjulens anläggningsyta (dubbelmontage) minskar packningsverkan endast i de övre skikten. Fortsätter vi med dagens tunga maskinpark kan man förvänta fortsatt sänkt produktionskapacitet över stora arealer.

Globalt utgör vind- och vattenerosion liksom sjunkande **grundvattennivå** och försaltning allvarlig och omfattande fysisk utarmning av jordbruksekosystemen. I Sverige förekommer vinderosion och sjunkande grundvattennivå lokalt t ex på Österlen i Skåne.

Att värna om de gröna solfångarytorna både arealmässigt och kvalitativt, innebär att försvara kommande generationers livsförutsättningar. Detta kräver att naturekosystem både ges tillräckligt utrymme och skonas från stress i form av föroreningar, starka klimatförändringar mm. Det kräver även att biologisk mångfald i odlingslandskapet, inklusive marklivet, gynnas.

Jordbruksmarkens långsiktiga produktionskapacitet kan upprätthållas endast om brukningsmetoderna inte förorsakar fysisk utarmning såsom markpackning, mullhaltssänkning, utarmning av markens växtnäingsförråd, förändrat grundvattenstånd och erosion.

VILLKOR 4.

MATERIALOMSÄTTNINGENS INTENSITET

Möjligheten att *uthålligt* upprätthålla en hög materialomsättning i samhället förutsätter att de tre föregående villkoren är uppfyllda. Men det finns fortfarande gränser – överskrids de blir resultatet ansamling av synligt avfall och molekylsopor, på liknande sätt som när

vi bryter mot de tre föregående villkoren. Omsättningen kan inte uthålligt vara högre än vad som medges av ekosystemens förmåga att upparbeta vårt avfall till nya resurser eller att binda restprodukter i en form där de inte är biologiskt tillgängliga. Detta gäller även vid användningen av förnybara resurser och ämnen som kan ingå i naturens produktion, dvs även för andra restprodukter än de som uppkommer vid kränkningen av villkor 1 och 2.

De kraftigt ökande transportererna av insatsmedel, jordbruksprodukter och förädlade livsmedel både nationellt och globalt har medfört ökad materialåtgång i form av drivmedel, fordon, infrastruktur, förpackningar och marknadsföring. På så sätt har man skapat nya användningsområden för material och energi, vilket har ökat materialomsättningen.

I alla länder transporteras växtnäingsämnen och mullrämen från landsbygden till staden och i många fall tvärs över hela jordklotet. Den starka urbaniseringen och handeln över långa avstånd gör att det blir kostsamt att sluta kretsloppen genom att transportera tillbaka restprodukter till samma ekosystem som levererat resursen. Utarmning sker således på vissa platser och ansamling på andra.

För svenskt jordbruks del är kväve exempel på ett ämne vars omsättning regionalt är högre än vad som är förenligt med kretsloppsprincipens fjärde villkor. Det vill säga den totala tillförseln är så stor att läckaget lokalt och regionalt förorsakar miljöstörningar.

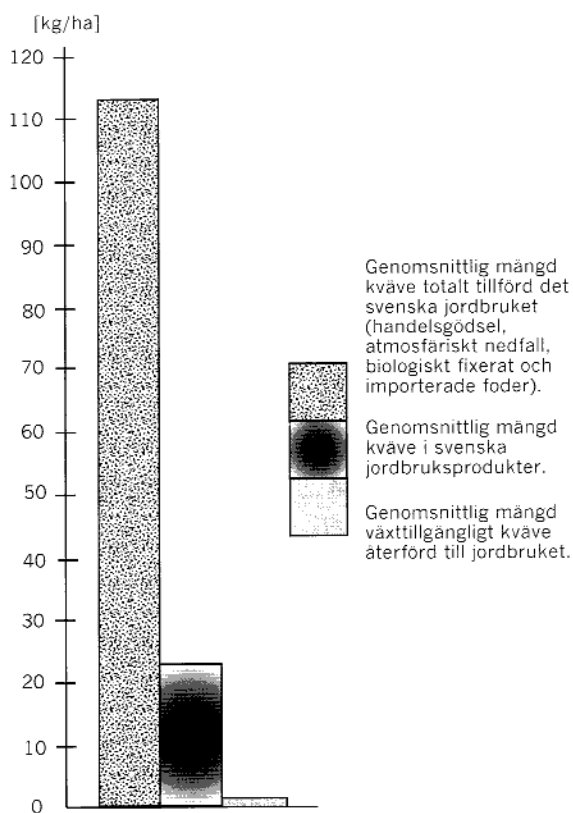
För att klara av att hålla intensiteten inom ramarna för detta kretsloppsvillkor är det nödvändigt att till skapa tillräckligt små, energisnåla och täta kretslopp. Denna insikt saknas bakom några idag aktuella förslag till "kretsloppslösningar". Det är t ex mycket resurskrävande att i den ena änden investera material och energi i att binda icke-växttillgängligt luftkväve till en form som är tillgänglig för växterna (nitrat och ammonium) i t ex handelsgödsel eller klövervall, och att i den andra änden investera material och energi i anläggningar som skickar upp kvävgas till luften igen, t ex denitrifikationsanläggningar vid reningsverken eller våtmarker som kvävefälla. Man åstadkommer något som liknar ett kretslopp, men det blir både otätt och mycket energikrävande att driva. Odlingssystem som håller marken bevuxen hela året är å andra sidan exempel på åtgärder som främjar kretsloppet mellan mark och växt, eftersom kvävet behålls i en växttillgänglig

form. Därmed kan förluster och energiåtgång hållas nere.

Det är inte givet att små kretslopp alltid är mer täta och energisnåla än stora kretslopp. Många av naturens kretslopp är t ex både stora, täta och energisnåla. Däremot är det lättare att tillskapa små täta än stora täta kretslopp, bl a eftersom små kretslopp är mindre resurskrävande att styra och kontrollera.

Hushållningen med växttillgängligt kväve är idag dålig både inom jordbruket och i samhället i övrigt. Figur 5 visar att mindre än 5 procent av kvävet i jordbruksprodukter (samtliga växt- och animalieprodukter) som lämnar jordbruket, återförs till jordbruket i växttillgänglig form.

Figuren visar även att i genomsnitt mindre än 20 procent av den mängd växttillgängligt kväve som totalt tillförs jordbruket, återfinns i jordbrukets produkter. Resten läcker till luft och vatten och en liten del binds temporärt i organiskt material i marken.



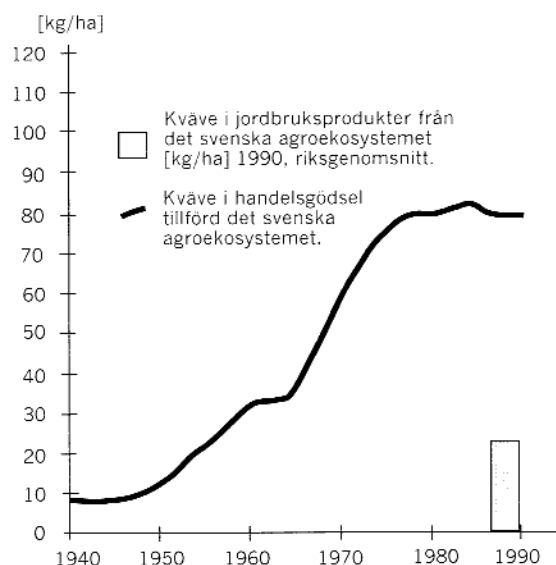
Figur 5: Staplarna visar genomsnittlig total mängd kväve tillförd det svenska agroecosystemet, kväve i jordbruksprodukter, respektive återförd kväve, [kg/ha] år 1990.

Källa: Bearbetad efter Granstedt, A. 1993, Aktuellt från Lantbruksuniversitetet.

Tillförsel av kväve till jordbruket sker i form av handelsgödsel, atmosfäriskt nedfall från industri och bilavgaser, kväve i importerade fodermedel och biologisk kvävefixering. Som Figur 5 visar motsvarar detta totalt ca 110 kg per hektar och år.

När det gäller skillnaden mellan tillfört och nyttiggjort kväve i jordbruket, i genomsnitt ca 80 kg/ha år är situationen ur föroreningssynpunkt allvarligare för kväve än för fosfor, eftersom det inte fastläggs utan förloras till luft och vatten. Nitratläckage och ammoniakavdunstning medför allvarliga miljöproblem i form av förorening av dricksvatten och kustnära hav, kvävemättnad och försurning i skogsmark, en minskad biologisk mångfald mm. Graden av dessa miljöstörningar skiljer sig mellan olika områden i landet beroende på klimat, jordarter, samt jordbrukets intensitet och produktionsinriktning.

Figur 6 visar den historiska trenden från 1940 till nutid av genomsnittlig mängd kväve som tillförs jordbruket via handelsgödsel.



Figur 6: Kurvan visar genomsnittlig mängd kväve i handelsgödsel tillförd till det svenska agroecosystemet [kg/ha år]. Stapeln visar kväveinnehållet i jordbruksprodukter.

Källa: Bearbetad efter Granstedt, A. 1993, Aktuellt från Lantbruksuniversitetet.

Mellan 1950 och 1980 specialiserades jordbruket alltmer, samtidigt som tillförseln av inköpt kväve ökade kraftigt. Det blev allt fler rena växtodlingsgårdar å ena sidan och djurtäta gårdar å den andra. Kvävebehovet komparerades i allt större utsträckning med handelsgödsel på växtodlingsgårdarna medan djurgårdarna fick

överskott på växtnäring. Kvävebalansen ser således mycket olika ut på olika gårdar. I dessa figurer är endast riksgenomsnittet redovisat. De största växtnäringsförlusterna sker i samband med djurproduktion, där bristfällig stallgödselhantering är en viktig orsak.

Förlusterna av kväveföreningar innebär ett slöseri med energi som åtgår för att återigen binda luftkväve, vare sig detta sker i fabrik eller på åkern. För att komma tillrätta med miljöproblemen och energislöseriet måste åtgärder vidtas för att minska läckaget från jordbruksmarken, från hushållsavfall, avlopp och förädlingsindustrins avfall, särskilt där det gör störst skada för miljön. Minskade förluster sänker i motsvarande grad behovet av att tillföra kväveföreningar till jordbruket. Likaså kommer en ökad återförsl av växttillgängligt kväve från tätorterna till jordbruket att leda till ett motsvarande mindre behov av kväve tillfört från andra källor till jordbruket.

Återflödena av material till jordbruket måste vara lika stora och lika fördelade som flödena från jordbruket. Tillförd eller på platsen omsatt näring får inte vara större än vad det biologiska systemet förmår upparbeta till ny biomassa.

3. HUR BLEV DET SÅ HÄR?

Historik

Under flera hundratusen år hyste hela jorden en befolkning som till antalet motsvarade den som idag finns i Sverige. De levde på att samla rötter, frukt och bär samt på jakt och fiske. Befolkningsstillväxt och klimatförändringar tvingade fram – och ny teknik möjliggjorde – nya försörjningssätt. För ca 6000 år sedan började människor här i landet komplettera sin försörjning med jordbruk. Jordbruket blev ett sätt att försörja fler människor på mindre areal, men det kom att kräva större arbetsinsatser än samlandet och jagandet eftersom jordbruk innebär att upprätthålla ett helt ekosystem i en form som ligger långt ifrån dess naturliga balans.

Under bronsåldern var jordbruket fortfarande ambu-

lerande i Sverige. Vid övergången till järnåldern (ca 3000 år sedan) försämrades klimatet och man blev tvungen att ställa in husdjuren. Detta var den egentliga början till åkerbruket eftersom de installerade djuren gav gödsel som kunde spridas på åkern. Vinterfoder till djuren togs från slåtterängen. Åkerbruket var beroende av att ången försörjde åkern med näring via husdjuren. Detta system var uthålligt så länge man hade tillgång till tillräckligt stor areal äng i förhållande till åker. I och med befolkningstillväxten måste mer och mer mark användas till åker. Under 1700-talet blev ängsmarkens utarmning på näringsämnen märkbar i många områden. En bidragande orsak till näringsbristen var att stallgödsel användes för att tillverka krut.

Under 1800-talet växte befolkningen ytterligare med tilltagande hungersnöd som följd. På många håll var nu även åkermarken utarmad på näring. Detta ledde till åtgärder som mörklägning och gödsling med tång och benmjöl, samt så småningom med guano och chilosalpeter. Järnplogen, som blev allt vanligare mot slutet av 1800-talet, möjliggjorde uppodling av tyngre leror och utdikade kärr. Nyodlingen av Norrlands inland tog fart. Nödventilen för den stigande efterfrågan på jordbruksmark blev att ca 1 miljon människor utvandrade till Nordamerika.

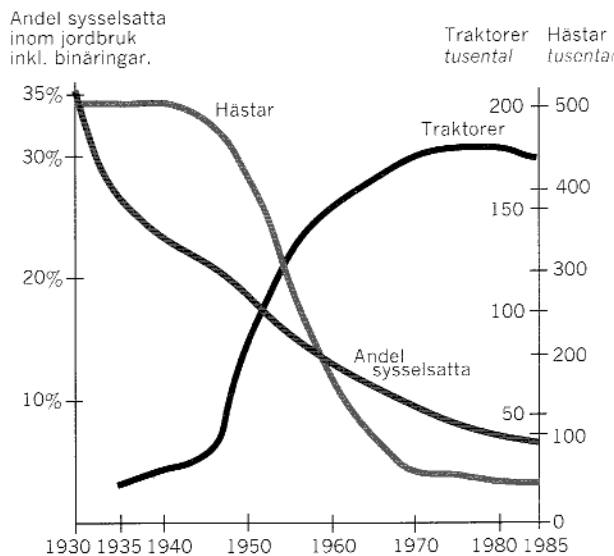
Under 1800-talet genomfördes den största landskapsomvandlingen någonsin i Sverige. Laga skifte innebar i södra och mellersta Sverige att byarna splittades, torp och backstugor avhystes och fälten arronderades om så att det skulle bli möjligt att mekanisera. Samtidigt minskade skogsbetet, hagen uppstod och återbeskogning påbörjades.

I Dalarna utvecklades växelbruket som en lösning för åkerns försörjning med kväve. Det spred sig i början av 1900-talet till övriga delar av landet och innebar att baljväxtblandad vall blev ett viktigt inslag i växtföljden. I mitten av 1940-talet var ca 45 procent av landets åkerareal vall. Dessutom hade alla gårdar fortfarande djur och därmed stallgödsel. Den största delen av hushållsavfallet återfördes till åkern. Detta system innebar en god näringsbalans, förbättrad markstruktur och minskad erosion.

Till stor del har det varit klimat och nöd tvång som drivit fram struktur- och teknikförändringar inom jordbruket under de gångna tusentals åren. Men drivkrafterna har sedan 1500-talet också varit starkt sammanvävda med politiska strävanden och reformer.

Kungliga påbud om nyodling av skogsmarker sedan 1500-talet, och skiftesreformerna under 1700- och 1800-talen, är exempel på politik som syftade till att skapa högre avkastning från jordbruket. Det politiska inslaget var starkt även då nästa stora steg togs.

Den växande industrin behövde arbetskraft. Denna kunde frigöras genom mekanisering av jordbruket. Samtidigt fanns ett krav på billiga livsmedel från den snabbt växande stadsbefolkningen. De tekniker som infördes för att möta dessa båda krav baserade sig på användningen av icke-förnybara resurser och på det tekniska kunnande som följde med industrialiseringen. Handlungödseln, traktorn och den kemiska bekämpningen fick inträde i jordbruket under 40-, 50- och 60-talen. Under dessa tre decennier minskade antalet sysselsatta i jordbruket med ca 1 miljon och urbaniseringen tog fart.



Figur 7: Omvandlingen från ett bioenergidrivet till ett fossilbränsle-drivet jordbruk gick på några få decennier. Traktorn kom att ersätta hästen och en stor del av den mänskliga arbetskraften. Denna omvandling skedde samtidigt med en snabb urbanisering.

Källa: Bearbetad efter Sveriges Nationalatlas, Jordbruket s 40, 45.

Under 60-talet ökade trycket på jordbruket att industrialiseras. En dominerande uppfattning blev att jordbruksproduktion skulle kunna likställas med vilken industribransch som helst. Att det var fråga om biologisk produktion med hantering av hela ekosystem och av djur ansågs uppenbarligen inte vara något skäl till en särställning för jordbrukets produktionsvillkor.

Vad utmärker dagens jordbruk?

Brukningsmetoderna har skiftat betydligt genom historien, men dagens jordbruk skiljer sig från de tidigare formerna genom en mycket högre energianvändning och genom högre grad av linjär resurshantering.

Alla de tidigare bruksmetoderna har varit soldrivna med olika proportioner av direkt solenergi och mänskligt arbete samt dragdjur fodrade med bioenergi. Dagens jordbruks främsta energikälla är istället fossilt bränsle.

Husdjuren utfodrades i de äldre systemen med hushållsavfall respektive med bete på marker som då inte på annat sätt kunde brukas av människan. I dagens jordbruk har spannmålsätande svin och höns till stor del ersatt betesdjur. Därmed konkurrerar nu husdjuren med människornas vegetabilier om areal. Ca 80 procent av arealen i Sverige används idag till djurfoder.

I de tidigare systemen har människan låtit naturens soldrivna processer försörja jordbruket med näringsämnen. Antingen har jordbruket flyttats regelbundet eller så har omkringliggande arealer (äng) försörjt åkern med näring. Varken svedjebuket eller ängsbuket var dock uthålliga system när befolkningstätheten ökade över den nivå som var fallet när de infördes.

Allt fler människor kan försörjas på allt mindre areal. Detta gör att dagens jordbruk kan ses som en förlängning av en genomgående trend i jordbrukets utveckling sedan jägar- och samlarsamhället. Men dagens jordbruk innebär även ett skarpt brott i den flertusenåriga trenden. Försörjningen med växtnäring sker numera från ändliga depåer (fosfat) och kvävegödselmedel tillverkas till stor del med hjälp av ändliga energikällor (fossila bränslen och kärnkrafts-el). Med denna näringsförsörjning har för första gången det kreaturslösa åkerbruket blivit möjligt. I de äldre systemen var tillgången på växtnäring en begränsande resurs, som man var tvungen att hushålla med.

De äldre odlingsmetoderna var sårbara på det sättet att risken för missväxt på grund av bl a skadegörare var stor. Den kemiska bekämpningen kom att på kort sikt minska denna typ av risk för att istället skapa nya, mindre synliga men långsiktigt allvarigare risker, nämligen ansamlingen av naturfrämmande ämnen i biosfären och hälsoproblem. Samtidigt har ensidiga

växtföljder och ökade kvävegivor lett till ett ökat tryck av skadegörare och sjukdomar, som gjort jordbruket mer och mer beroende av kemisk bekämpning.

Slutligen är en avgörande skillnad mellan dagens jordbruk och de äldre formerna av jordbruk att kretsloppsområdet i de äldre formerna, med få undantag, var gården eller byn. Idag finns jordbrukets resursbas över hela jordklotet. De ökade avstånden har bidragit till större, mer energikrävande och mindre täta kretslopp, och för vissa ämnen en rent linjär resurshantering.

4. DEN DUBBLA UTMANINGEN

I de tidigare kapitlen har vi beskrivit hur dagens samhälle och dagens jordbruk i flera avseenden kraftigt bryter mot kretsloppsvillkoren, dvs är icke-uthålliga. Om man även betänker alla de andra viktiga frågorna om människors hälsa, livskvalitet och livsmiljö, etik mm., som vi valt att inte behandla i detta dokument, kan kretsloppsprincipen betraktas som ett minimikrav. Idag går utvecklingen inte ens i riktning mot uppfyllelse av detta minimikrav. *Det innebär att vi i dagläget mot bättre vetande rycker undan förutsättningarna för människans långsiktiga överlevnad.*

Vi lever dessutom i en värld där mindre än en tredjedel av befolkningen står för mer än 80 procent av resursförbrukningen samtidigt som vi har en avsevärd befolkningsökning. Om tio år beräknas det finnas 1 miljard fler människor på jorden och 30 miljoner hektar mindre åkermark. Även om den politiska viljan skulle finnas, tycks dagens konsumtionsnivå i de rika industriländerna inte vara möjlig att utvidga till övriga länder, eftersom den redan när den omfattas av en liten del av världsbefolkningen, gör att vi grovt överskrider ramarna för vad som är långsiktigt uthålligt.

Den dubbla utmaningen på global nivå är sålunda att *dels* anpassa oss till kretsloppsprincipen, *dels* möjliggöra att alla människors behov kan tillfredsställas. Mot bakgrund av detta bör vi välja följande målsättning: *att komma ned till en nivå av resurssättning per person som är möjlig att upprätthålla långsiktigt i hela världen.* Innan vi har nått dit innebär vår livsstil både ett tärande på resurser som andra människor behöver

för att tillfredsställa sina basbehov, och en nedräkning av tiden för människans fortbestånd på jorden.

När vi bryter mot kretsloppsvillkoren skjuter vi problemen framför oss och våra framtida valmöjligheter minskar. Med minskande valmöjligheter ökar risken för krig om resurser, hänsynslös maktkamp, orättvisa och överträdelser mot mänskliga rättigheter, med ytterligare kränkning av kretsloppsvillkoren i en ond spiral.

Eftersom Sverige internationellt sett fortfarande är glest befolkat i förhållande till arealen bördig mark, är det nödvändigt att svenskt jordbruk klarar av att försörja *minst* hela landets nuvarande befolkning med de viktigaste förnödenheterna. Det innebär även att produktionen måste ske *utan* hjälp av insatsmedel som innebär att vi upptar "spökarealer" i andra delar av världen där dessa arealer behövs för människors basförsörjning och/eller vars framställning innebär brott mot kretsloppsvillkoren på någon annan plats.

Nationsgränserna är visserligen godtyckliga ur ett resurshushållningsperspektiv, men de avgränsar ett område där politiska beslut lättare kan fattas. Sverige har utomordentliga kulturella och resursmässiga förutsättningar för att bli ett föregångsland för ett uthålligt samhälle.

För att möta den dubbla utmaningen krävs *både* effektivisering i resursanvändningen och en livsstilsförändring.

EFFEKTIVISERING

Teknik- och metodutvecklingen inom jordbruket har hittills inte haft som ledstjärna att bygga upp mångfaldiga och robusta system som på effektivast möjliga sätt tillvaratar solenergin utan insatser av ändliga resurser. Istället har effektivitetsmåtten grundats på maximal skörd per areal, arbetstimme och investerad krona. "Effektivisering" utifrån denna kortsiktiga utgångspunkt har lett till att grön solfångarareal (åker, äng, bete) bytts ut mot användningen av ändliga energikällor. På så sätt har man skapat den så kallade "överskottsarealen".

Att effektivisera *inom* ramen för de fyra villkoren kräver kunskaps-, teknik- och metodutveckling. De övergripande principerna blir att i stor utsträckning "låta naturen arbeta" och att finna *nyckel-åtgärder som löser flera problem samtidigt.* Det innebär att försöka effektivisera naturens självreglerande system, bl a beträffande växtnäring. Detta leder till att våra odlingssys-

tem måste vara diversa med både perenner och annueller och att kvävefixering som drivs av direkt solenergi utnyttjas. Andra exempel på att "låta naturen arbeta" är att utnyttja husdjurens naturliga beteende till att själv hämta sitt foder (beta) och att utnyttja ogräs som värdväxter till skadegörarens naturliga fiender. Att optimalt utnyttja "naturens arbete" innebär även att gynna marklivet. Det innebär att avstå från att använda bekämpningsmedel som kan ha negativa effekter på exempelvis mykhorrisa och dagmaskar samt att inte gödsla fram ett bekämpningsbehov. Det blir vidare viktigt att optimalt utnyttja växtnäringsämnen och hålla nere trycket från skadegörare genom exempelvis varierade växtföljder och olika former av samodling samt att minimera jordbearbetningen.

Effektivisering innebär även att människans resursbas måste bli så lokal som möjligt. Vad som talar för detta är: (1) energiåtgången och de kopplade materialflödena för själva transporterna måste vägas mot andra möjliga användningar av dessa resurser; (2) små kretslopp kan lättare bli täta kretslopp; (3) dagens långväga handel innebär att jordbruksmark i länder där kronisk undernäring förekommer, används till produktion av fodermedel för export till rika industriländer; (4) den långväga handeln med våra viktigaste förnödenheter utgör i många avseenden en sårbar försörjning, (5) lokala kretslopp underlättar människans förståelse för orsak och verkan i produktion och konsumtion.

LIVSSTILSFÖRÄNDRING

Det står klart att vi måste finna alternativ till den förhärskande livsstilen i i-världen, som oroväckande nog även marknadsförs som förebild för u-världen. Men en livsstilsförändring måste ske under socialt acceptabla former. Den ska inte dikteras fram utan måste utgå ifrån människors omsorg om varandra, kommande generationer och den övriga naturen.

Människans fysiologiska, sociala, intellektuella, psykologiska och själsliga behov är alla lika viktiga. De är inte utbytbara mot varandra. Vi kan t ex inte kompensera brist på gemenskap, skapande och identitet genom ökad materiell konsumtion. Detta ger ett stort utrymme för en effektivisering av vår ekonomi på så sätt att resursslöseri och föroreningar kan minska samtidigt som vi höjer vår livskvalitet. Med andra ord behöver en livsstilsförändring inte innebära uppostringar i den meningen att vi får lägre behovstillfredsställelse.

Tvärtom borde en utveckling bort från försämringen av våra livsvillkor komma att upplevas som en positiv utveckling snarare än uppostring.

Inom ramarna som sätts av villkoren för ett uthålligt samhälle måste mänsklig kreativitet ges utrymme att hitta en mångfald av lösningar för vad vi uppfattar vara ett bättre liv.

5. VAD MÅSTE GÖRAS?

Samhällets strukturomvandling

Allt talar för att det krävs genomgripande livsstilsförändringar för att kretsloppsvillkoren ska vara möjliga att uppfylla. I i-världen måste överkonsumtion och "slit-och-släng-filosofin" snarast överges. I u-länder behöver bli förutsättningar skapas för en uthållig markanvändning. En rättvisare fördelning av jordens samlade resurser och produktion skulle bidra till detta.

För en mer effektiv användning av naturresurserna krävs att avstånden mellan konsument och producent blir kortare än de är idag. Den långväga handeln måste minska avsevärt och det finns en övre gräns för hur stora städer som kan försörjas på ett uthålligt sätt.

Jordbruket kan och bör i många avseenden gå före i samhällets anpassning till kretsloppsprincipen. Men det behövs även åtgärder inom ekonomi, lagstiftning och samhällsplanering för att få till stånd nödvändiga strukturella förändringar för samhället i stort. Med strukturfrågor menas avstånden mellan produktion och konsumtion, omfattningen av förädlingsled, transporter, förpackningar, storstädernas tillväxt, avloppshanteringen, den långväga handeln mm. Dessa frågor styrs av ekonomiska och administrativa spelregler som beror av politiska beslut. Dessa spelregler måste förändras så att enskilda individer och företag ges möjlighet att fatta beslut i enlighet med kretsloppsprincipen.

En strukturomvandling krävs som innebär:

att stad och land integreras mer med bättre näringsåterföring, större andel närproducerad mat och mindre transporter,

att långväga handel i huvudsak begränsas till varor och tjänster som inte kan framställas lokalt eller regionalt,

att ytterst restriktiv, och på sikt ingen, användning sker av ändliga energikällor såsom olja, kol, naturgas eller kärnkraft,

maximal återcirkulering av redan utvunna material (mineral och plaster) med målsättning att de årliga uttagen från geologiska lager inte överstiger hastigheten hos processer som biomineralisering och fossilisering. (Med undantag av särskilt farliga ämnen så som bly, kadmium, kvicksilver m fl som slutförvaras)

Idag går utvecklingen i direkt motsatt riktning, nämligen mot allt mer omfattande långväga handel med basvaror och växande storstäder i hela världen. För att bryta denna trend måste riktningförändrande beslut fattas både på nationell och internationell nivå. På internationell nivå skulle relevanta beslut vara att införa *bindande* utsläppskvoter för bl a växthusgaser fastställda för varje nation på basis av invånarantalet. Men Sverige kan inte längre vänta på denna typ av överenskommelser. Nationella riktningförändrande beslut måste fattas utan att vänta på långsamma internationella förhandlingar. Några områden är här särskilt viktiga:

En kraftig men successiv skatteväxling som ger gradvis högre skatt på resursomsättning, främst ändliga råvaror, fossila bränslen och kärnkraftsel och en gradvis lägre skatt på människors arbete. Detta måste planeras – inte ryckvis och oförutsett – så att näringslivet hinner ställa om med rätt investeringar i rätt tid.

En lagstiftning som ger uthållighetsperspektivet en hög rang i samhällsplaneringen.
"Miljöhänsyn" får inte fortsättningsvis innebära ett kosmetiskt bihang till beslut som redan

har fattats utifrån kortsiktiga perspektiv.

För alla större projekt, privata som skattefinansierade, samt för alla politikområden behövs beslutsunderlag som analyserar miljökonsekvenser utgående från de fyra kretsloppsvillkoren.

Förändringar i jordbruket

Redan nu kan driftsmässiga förändringar göras i jordbruket. Att sådant arbete kommer igång snabbt är viktigt eftersom det kommer att påskynda det politiska förändringsklimatet i en positiv spiral.

Några åtgärder har redan påbörjats och behöver spridas till fler gårdar. Andra kräver en viss grad av teknikutveckling. Mycket går att åstadkomma med utbildning och information, men många åtgärder förblir ogjorda så länge de inte har företagsekonomisk bäring. Därför behövs ekonomiska och administrativa styrmedel som stimulerar en mer uthållig drift. Det måste bli ekonomiskt möjligt för de lantbrukare som redan idag vill och kan gå i spetsen, att utveckla och driva ett mer uthålligt jordbruk.

Ekonomiska och administrativa styrmedel måste tillskapas som påskyndar:

minskad användning av hjälpenergi och en övergång till förnybara bränslen,

en integrering av djurhållning och växtodling för bästa balans på enskilda företag, inom regioner och nationellt. Detta innebär bl a att reglerna för maximal djurtäthet måste skärpas ytterligare,

en ökad andel vintergrön mark, t ex höstsådda grödor, vall och perenner, som motverkar läckage av växtnäring,

att växtföljder tillämpas, som motverkar uppförökning av ogräs och skadegörare med målsättningen att kraftigt minska användningen av bekämpningsmedel,

att kväve fixeras med hjälp av solenergi,

att viktiga miljöer för odlingslandskapets flora och fauna försvaras respektive nyskapas,

att tungmetaller inte ackumuleras i jordbruksmarken,

ett förbättrat utnyttjande av växtnäringssinnehållet i stallgödseln.

att fortsätta utvecklingen av tekniker som minskar förlusten av växtnäringssämnen vid hanteringen av stallgödsel,

att fortsätta utvecklingen av metoder för att använda avloppsvatten och hushållsavfall för biologisk produktion - utan ackumulering av toxiska ämnen.

Behov av metod- och teknikutveckling

Det är nödvändigt att nu satsa på metod- och teknikutveckling som tar sin utgångspunkt i att effektivisera och finna utvecklingsmöjligheter inom de ramar som kretsloppsprincipen ger oss. Några viktiga fält är:

att utveckla odlingsystem som kräver mindre hjälpenergi i form av bl a handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel, och som klarar sig utan fossila bränslen och kärnkraftsel – med rimliga arbetsinsatser,

att undersöka vilka nya grödor, både ettåriga och fleråriga, som kan bidra med förbättrad markvård, växtnäringshushållning och minskat skadetryck och samtidigt möta efterfrågan av bio-bränsle, vegetabiliska smörjoljor, fibrer, nedbrytbara förpackningsmaterial mm.,

att undersöka hur landskapet kan utformas för minskat skadetryck på grödan genom att exempelvis skapa värdbiotoper för skadegörarens naturliga fiender, och att undersöka hur man på andra sätt kan utnyttja samspel mellan vild och domesticerad flora och fauna samt utformning av ett mångformigt och produktivt odlingslandskap, (bandgrödor, permakultur, skogsträdgårdar och agroforestry är exempel på detta)

att utveckla nya odlingsystem där balans mellan nedbrytning och nybildning av humus råder,

att utveckla lättare maskiner som minimerar marktrycket även i de djupare skikten,

Miljöproblemen beror ofta av samband som vi inte har tillräcklig kunskap om. Till stor del uppstår miljöproblemen i samspel som vi till och med *är okunniga om att vi inte har kunskap om*.

För att forskningen ska kunna bidra till lösningar på jordbrukets miljöproblem, och därmed människans långsiktiga försörjning, krävs *erkännande* av den *tysta kunskap* som jordbrukets praktiker förvaltar. Begrepp som "gröna fingrar" och "djuröga" används för att beskriva en skicklig praktiker. Det bör vara av stort intresse för jordbruksforskningen att förstå vad denna kunskap består i och hur den bäst upprätthålls. Detta kräver att odlarna är delaktiga och medansvariga i forsknings- och utvecklingsprocessen så att deras erfarenhet, skaparkraft och motivation kan tas tillvara.

För att kunna bidra till lösningar krävs *öppenhet* för forskning som ligger utanför den analytiska, reduktionistiska vetenskapstraditionen. Det behövs en hög grad av nytänkande, metodutveckling och tvärvetenskapliga angreppssätt för att studera flerdimensionella *samspel* i system. Det är viktigt med öppenhet även för djärva forskningsansatser med ibland svårhanterliga helhetsperspektiv, för att nå förnyelse inom forskningen och för att vinna kunskap för en övergång till ett uthålligt samhälle.

Att bibehålla valmöjligheter

Förr eller senare måste vi ställa om och anpassa oss till kretsloppsprincipen. Om vi fortsätter att bygga fast oss i ohållbara strukturer så kommer omställningskostnaderna att bli orimligt höga. Om vi förstör bördig mark, så kommer det att bli svårare att möta den framtida *ökade* efterfrågan på allt vad de areella näringarna kan producera.

Idag tvingas jordbruk lägga ned, rekryteringen inom

lantbrukarkåren är svag och avfolkningen av hela bygder hotar att fortsätta. Granplantering på åker och förbuskning är synliga resultat av denna trend. Avvecklingen innebär att vi går stick i stäv mot vad vi borde göra, för att förbereda oss för de krav som kommer att ställas på de areella näringarna vid övergången till ett kretsloppssamhälle, och att våra framtida valmöjligheter reduceras.

För att bibehålla valmöjligheterna måste samhället genast:

slå vakt om odlingsmarken som resurs. Detta innebär både att upprätthålla jordbruksmarkens bördighet, t ex inte förgifta den med föroreningar från industri och trafik, och att vara restriktiv med asfaltering och bebyggelse på jordbruksmark.

slå vakt om lantbrukarkåren och försvara ett livskraftigt jordbruk i hela landet.

Hur kan vi nå dit?

Riktningförändrande politiska beslut krävs för att enskilda lantbrukare och konsumenter, handeln och livsmedelsindustrin ska börja en anpassning till kretsloppsprincipen. Politiska beslut ska leda till att det blir ekonomiskt möjligt för enskilda aktörer att anpassa sig till kretsloppsprincipen, något som hela samhället vinner på i det långa loppet. För att nå dit måste den politiska debatten om jordbruket vidgas från att handla om livsmedelspriser och punktföroreningar till globala hållningsfrågor och livskvalitet. Det behövs också en brett förankrad opinion som utövar starkt tryck på makthavarna.

Följande är några viktiga steg i att skapa den nödvändiga folkliga opinionen:

Bred utbildning i kretsloppstänkande behövs på alla nivåer i samhället. Kunskaper om villkoren för livet på jorden och för människors försörjning måste integreras i all övrig utbildning.

Det är viktigt att lantbrukarnas egna organisationer i ord och handling tar ställning för en

övergång till ett uthålligt jordbruk och för ett mer uthålligt samhälle.

Goda exempel måste skapas och lyftas fram så att människor kan göra sig en bild av möjliga alternativ till dagens sätt att producera och konsumera. Det ekologiska lantbruket har här en viktig roll att fylla.

Miljömärkning och annan konsumentupplysning har en viktig roll i att medvetandegöra människor om hur vår konsumtion påverkar naturen. Samtidigt innebär det en stimulans för lantbrukare och andra företagare som vågar pröva mer uthålliga metoder.

Lokal försäljning och gårdsförsäljning kan vara ett viktigt medel för att stärka människors förtroende för lantbrukaren, ge lantbrukaren en möjlighet att känna av konsumenternas önskemål och att öka allmänhetens insikt i de biologiska kretsloppen.

Detta konsensusdokument är utarbetat av:

Rune Andersson (Statens Naturvårdsverk)
Mårten Aronsson (Naturskyddsföreningen)
Eivor Bucht (Sveriges Lantbruksuniversitet)
Litti le Clerq (Alternativodlarnas Riksförbund)
Sten Ebbersten (Sveriges Lantbruksuniversitet)
Peter Edling (lantbrukare)
Jan Eksvärd (Lantbrukarnas Riksförbund)
Maria Gardfjell (KRAV)
Artur Granstedt (Sveriges Lantbruksuniversitet)
Nils Gyllenkrok (lantbrukare)
Annette Hellström (Lantbrukarnas Riksförbund)
Hillevi Helmfrid (redaktionssekreterare för dokumentet)
Christine Jakobsson (Statens Jordbruksverk)
Inger Källander (Alternativodlarnas Riksförbund)
Peter Lustig (KRAV)
Ulrich Nitsch (Sveriges Lantbruksuniversitet)
Karl-Henrik Robèrt (Karolinska Institutet)
Björn Sundell (Statens Jordbrukstekniska Institutet)
Björn Wallgren (Statens Naturvårdsverk)

Gruppen har inhämtat värdefulla synpunkter från ytterligare sakkunniga inom jordbruksområdet:

Carl-Johan Lidén (Statens Jordbruksverk)
Gunnar Rundgren (KRAV)
samt Seminariedeltagare i Naturresursgruppen vid inst. för Ekonomi, SLU

Därefter har dokumentet skickats ut för granskning till hela Det Naturliga Stegets nätverk av forskare och naturvetare. Redaktionsgruppen har beaktat alla synpunkter som därvid inkommit. Nätverket består för närvarande av följande personer:

Erik Arrhenius, Prof.
Kerstin Holmquist-Beling, Dr.
Bengt-Erik Bengtsson, Prof.
Bo Bengtsson
Per G. Berg, Fil. Dr.
Anders Bignert, Forskn. ass.
Gunilla Björklund

Lars-Olof Björn, Prof.
Sven Boström, 1:e int.
Torleif Bramryd
Gunnar Bylin, Dr. Med. Sci.
Rolf Edberg, Dr.
Carl Edelstam, 1:e int.
Hans Egneus
Jerzy Einhorn, Prof.
Stefan Einhorn, Doc.
Hadar Emanuelsson, Prof.
Anders Enemar, Prof.
Kjell Engström, Museidir.
Karl-Erik Eriksson, Prof.
Sam Erlinge, Prof.
Malin Falkenmark, Prof.
Bo Fernholm, Prof.
Gösta Gahrton, Prof.
Folke Günther
Olov Hedberg, Prof.
Boris Holm, Doc.
John Holmberg, Civ. Ing.
Bengt Hubendick, Prof.
Conny Jerkbrant, Arkit.
Arne Jernelöv, Prof.
Thomas B. Johansson, Prof.
Alf G. Johnels, Prof.
Jan-Erik Kihlström
Tomas Käberger
Johan Landberg
Thorbjörn Lahti
Stanislav Lazarek
Karl Lidegren, Prof.
Oliver Lindquist, Prof.
Tore Lingshede
Hans Lundberg, Dr.
Nils Malmer, Prof.
Marilyn Mehlmann
Lennart Möller, Dr. Med. Sci.
Bengt Nihlgård, Fil. Dr.
Åke Norberg, Doc.
Bertil Nordenstam, Prof.
Håkan Nordin
Pelle Nordmalm
Jonas Norrman, Doc.
Anders Nyquist
Tjelvar Odsjö, 1:e int.
Bo Olsson

Mats Olsson, Prof.
Ragnar Olsson, Prof.
Göran Persson, Doc.
Pelle Pettersson
Claes Ramel, Prof.
Christoffer Rappe, Prof.
Pia Richardson
Karl-Henrik Robèrt, Doc.
Gustav Rudebeck, Prof.
Lars G. Rydén, Doc.
Klas Sandell
Sören Svensson, Doc.
Anders Södergren, Prof.
Staffan Thorman, 1:e int.
Bo Thunberg
Nils Tiberg, Prof.
Rune Toftgård, Doc.
Anders Tollmar
Bertil Törnell, Prof.
Staffan Ulfstrand, Prof.
Jens Wahlstedt, Gen. sekr.
Björn Wallgren, Tekn. lic.
Anders Wijkman, Gen. Dir.
Folke Zackrisson
Helena Åberg

Ordlista

agroekosystem (=jordbruksekosystem)

ett starkt människopåverkat ekosystem som har det gemensamt med naturekosystem att det är soldrivet, dock skiljer det sig i följande avseenden: Det är beroende av hjälpenergi i form av exempelvis dragdjur, mänskligt arbete eller fossila bränslen. Det har i allmänhet en lägre biologisk mångfald både vad gäller artsamansättning och genetisk inomartsvariation. Det karakteriseras av att långvarigt mänskligt selektionstryck utövats på de ingående arterna och raserna. Kontrollen av agroekosystemet är extern och målinriktad snarare än intern och byggd på återkopplingsmekanismer, vilket är fallet i ett naturligt ekosystem. Det är ett mer öppet system än naturekosystemet dvs tillförsel och bortförsel av energi och materia från systemet är betydande. Agroekosystemet är instabilt och upprätthålles genom ständiga ingripanden från odlaren.

anuell

ettårig växt

bio-geo-kemiska kretslopp

ett samlingsbegrepp för alla naturens kretslopp. Detta samlingsbegrepp används ofta eftersom de flesta funktioner i naturen beror av samspel mellan olika kretslopp. T ex beror jordmänsbildningen på biologiska-, geologiska-, kemiska- och hydrologiska kretslopp.

biosfär

den del av land, vatten och atmosfär som innehåller, eller är starkt påverkad av, levande organismer.

biotop

ett område som bebos av ett bestämt växt- och/eller djursamhälle. Till skillnad från ekosystem avses här endast strukturen på miljön vid ett visst tillfälle.

bortodling av organiskt material

jordbearbetning och öppen växtodling är åtgärder som ökar syretillgången i marken och därmed påskyndar omsättningen av organiskt material i marken. När brukningsmetoder används där de nedbrytande processerna är snabbare än de uppbyggande åstadkoms någonting som kan kallas för bortodling av organiskt material.

ekosystem

ett system i vilken organismerna samspelar med varandra och sin omvärld. Det vi definierar som ett ekosystem kan i storlek variera från en mikromiljö till alla organismer som ingår i en ocean. Det som avgör att det är ett ekosystem är att det råder ett samband (funktionellt eller strukturellt) mellan systemets komponenter. Som komponenter ingår producenter, konsumenter och återvinnare samt kemikaliska och fysikaliska förhållanden.

geologiskt kretslopp

processer som bildar, bryter ner och återbildar bergarter och jordarter avseende både sammansättning, struktur och form i landskapet.

hjälpenergi

den energi som används för att bedriva jordbruk som inte utgörs av direkt solinstrålning, regn, vind, osv över den aktuella arealen. Hjälpenergin kan komma både

från förnybara källor (t ex dragdjur, grön gödsel, stallgödsel) och icke förnybara källor (t ex fossila bränslen och kärnkrafts-el).

humus

organiskt material som består av döda växt- och djurr rester under nedbrytning och som har förlorat sin ursprungliga yttre struktur.

hydrologiskt kretslopp

vattnets kretslopp

hydrosfären

allt vatten på jorden och i atmosfären

klimatcykler

regelbundna klimatförändringar med omloppstider på decennier, sekler eller årtusenden.

konsensus

ett beslut i konsensus är ett beslut där alla som deltar i beslutet är överens.

litosfär

jordskorpan. (Mark som innehåller eller är starkt påverkad av levande organismer inkluderas per definition i begreppet biosfär. Övrig mark inkluderas i detta dokument i begreppet litosfär. Marken brukar i andra sammanhang kallas för pedosfären.)

molekylsopor

restprodukter i form av molekyler, joner eller små partiklar som inte ingår i kretslopp.

mykhorrisa

samlevnad mellan svamp och växtrot. Svampen erhåller kolhydrater från rötterna och svamphyferna hjälper växten att öka upptaget av vatten och näringsämnen, t ex fosfor.

mångfald

många arter eller raser är representerade, stor variation förekommer. Ordet används i detta dokument som synonym till diversitet, dvs fördelningen i grupper av den totala mängden arter i ett ekosystem. Låg diversitet innebär att någon enstaka komponent dominerar systemet.

märgling

användningen av kalkhaltig alv (jord från skikt under matjordslagret) som jordförbättringsmedel. Märglingen var främst i Skåne en vanlig jordförbättringsmetod före handelsgödselns tid. Märglingen hade främst en kalkningseffekt men innebar även att växtnäringsämnen tillfördes åkern samt att växtnäring i markens organiska material blev tillgängligt genom att marklivet stimulerades av höjt pH. Vattenfyllda gropar "mängelgravar" är idag de synliga spåren av märglingen i det skånska landskapet.

organogen jord

jordart som härstammar från organiskt material, t ex torvjord, gyttejord eller dyjord. Kallas även mulljord.

perenn

flerårig växt

skatteväxling

skattereformer i riktning mot ökad skatt på resursomsättning och minskad skatt på arbete kallas ofta för skatteväxling.

spökarealer

de arealer i vissa länder som används för försörjningen i andra länder. Begreppet myntades av Georg Borgström (se t ex Borgström 1972 *The Hungry Planet*) och används för att beskriva i-ländernas nyttjande av resurser i u-länderna.

teknosfär

alla befintliga av människan konstruerade anläggningar, maskiner, verktyg osv.

vall

gröda bestående av baljväxter och/eller gräs

växtföljd

anger den ordning i vilken de olika grödorna odlas på ett och samma skifte



Detta dokument kan beställas från
Det Naturliga Steget, Amiralitetshuset,
1:1 49 Stockholm, tel. 08-678 00 22.