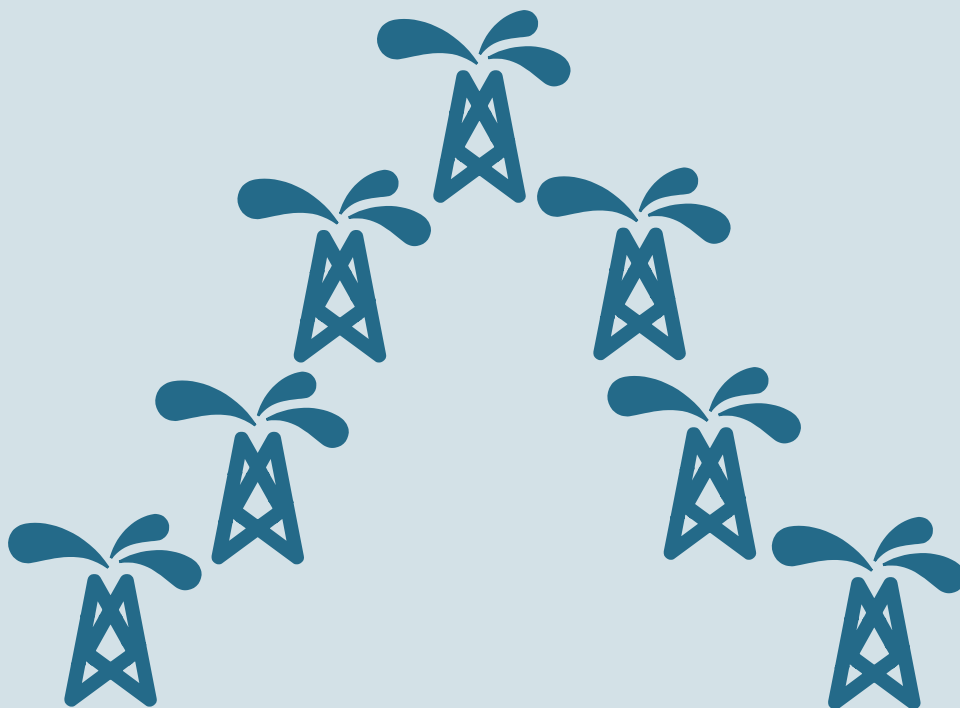


EFTER OLJETOPPEN

Hur bygger vi beredskap när framtidsbilderna går isär?



Hillevi Helmfrid och Andrew Haden

Grafisk form Kerstin Hideborn Alm, KSLA

Foto Karin Ullvén, CUL, SLU

Tryckår/månad 2006/06

Upplaga 1000 ex.

ISBN 91-85205-36-2

Denna rapport kan beställas från KSLA eller CUL. Pris 100 kr. + moms och porto.

Beställ via KSLAs hemsida www.ksla.se under avsnittet Trycksaker/Övriga trycksaker
eller kontakta CUL: kristina.torstensson@cul.slu.se, Tel: 018-67 20 92; Box 7047, 750 07 Uppsala

Förord

Denna rapport är en del av ett projekt som syftar till att synliggöra viktiga frågor och bidra till en bättre förberedelse inför en kommande knapphet på olja. Rapporten ska ge en översikt av dagens kunskap om oljetillgången samt oljans betydelse i samhället och de gröna näringarna. Den ska också tydliggöra skillnader i perspektiv och antaganden som inverkar på vår förberedelse inför en kommande knapphet. Rapporten utgjorde även ett underlag till den workshop som genomfördes den 24 och 25 april 2006, som syftade till att identifiera vilka frågor vi bör ställa oss och att erbjuda ett forum för olika aktörer att ta nya konkreta steg i den omställningsprocess vi står inför. Rapporten skulle ge deltagarna i workshopen en gemensam grund att stå på men också provocera och inspirera till diskussioner.

Bruno Nilsson
Akademiens sekreterare och VD
KSLA, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien

En referensgrupp har varit knuten till projektet. Referensgruppen har följt arbetet med rapporten och kontinuerligt lämnat synpunkter under arbetets gång. Referensgruppen har bestått av Christel Cederberg, Björn Forsberg, Ulrika Geber, Erik Herland, Karin Höök, Bo Kjellén, Lennart Salomonsson och Anders Tivell.

Författarna Hillevi Helmfrid och Andrew Haden är ansvariga för innehållet i rapporten.

Projektet är ett samarbete mellan KSLA (Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien) och SLU (Sveriges lantbruksuniversitet). Rapporten har samfinansierats av CUL (Centrum för uthålligt lantbruk) vid SLU och KSLA.

Torbjörn Fagerström
Prorektor
SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet



KUNGL. SKOGS- OCH LANTBRUKSAKADEMIEN



Sammanfattning

Rapportens första del är en kortfattad litteraturgenomgång över oljans betydelse för världen, Sverige och den gröna sektorn samt en analys av de olika svaren på frågan "När toppar oljan?". Den andra delen blickar framåt med hjälp av två visioner, som vi kallar "högenergisamhället" och "lägenergisamhället" vilka analyseras med avseende på vilken risk vi tar genom att låta oss ledas av den ena respektive den andra framtidsvisionen givet att vitala antaganden i visionerna inte stämmer med verkligheten.

I rapporten framförs bl a följande slutsatser:

Det faktum att oljan av de biogeokemiska krafterna under årmiljoner formats till en extremt koncentrerad och mångsidigt användbar energiråvara, gör att den spelar en viktig ekonomisk roll i samhällets alla sektorer.

Förutspåelserna för när den globala oljetoppen inträffar, varierar mellan att den redan passerats till att det kommer att dröja ytterligare 30 år. Allt fler experter varnar för att toppen kan komma att nås så snart som 2010.

Oenigheten gällande tidpunkten för oljetoppen tycks bero på; a) olika uppskattningar av den ursprungliga mängden olja i marken b) begreppsglidning mellan konventionell och okonventionell olja b) olika uppskattningar av effekten av en trolig klimatpolitik på efterfrågan av fossila bränslen c) olika förståelse av sambanden mellan naturresurser och ekonomi.

Oljan spelar med i de internationella relationerna, och en kommande knapphet på olja kan komma att skärpa spänningar såväl inom de oljeproducerande länderna som mellan producent- och konsumentländer, och mellan de stora konsumentländerna.

Sverige har sedan 1970 halverat oljans andel av den totala energitillförseln till förmån för kärnkraft, vattenkraft och biobränsle. Samtidigt har dock landets totala energikonsumtion stigit.

För att ersätta all bensin och diesel som konsumeras i Sverige idag med åkerbaserade biobränslen skulle

det krävas mark motsvarande två gånger den åker som idag brukas, även när indirekta energikostnader för att vidmakthålla detta system inte tas med i beräkningen. Biogas (från vall) kräver mindre åkerareal jämfört med etanol (från vete) respektive rapsmetylester, men biogasen kräver istället betydande tillförsel av el för omvandlingen till fordonsbränsle. Skulle motsvarande mängd fordonsbränsle istället framställas som etanol respektive dimetyleter ur skogsråvara skulle 80% av de totala årliga avverkningsarna i de svenska skogarna behöva avsättas för detta ändamål. Även i denna siffra saknas de indirekta energikostnaderna.

Som redskap för att analysera den valsituation vi står inför används i rapporten två visioner. "Högenergisamhället" utgår från att det kommer att bli lätt att hitta alternativ till oljan, medan "lägenergisamhället" utgår från att dagens höga energikonsumtion inte kommer att kunna upprätthållas när oljan sinar. Analysen tar avstamp i frågan "Vad riskerar att hända om vitala antaganden bakom den vision som man använder som ledstjärna för politik och investeringar visar sig vara felaktiga?"

De känsliga punkterna i högenergivisionen handlar framför allt om gjorda antaganden om natur och teknik: potentialen för energieffektiv uppsamling av koldioxid, för långsiktigt hållbar biobränsleproduktion, för sol/vätgas-teknik, för genetiskt förbättrad fotosyntes, för gott energinetto vid högteknologiska lösningar och möjligheten att sluta kretsloppen vid hög energiomsättning. Vidare antas ett stabilt oljepris, att inkomstskillnader mellan länder jämnas ut i takt med att världsekonomin växer, att vi genom klimatpolitik kan skydda klimatet även vid en hög energiomsättning, att energieffektiviseringar inte ska ätas upp av högre konsumtion, samt att människan är förmögen att överblicka och reglera globala ekologiska förlöpp och därmed förmå att undvika obehagliga

övertaskningar. De vitala punkterna i lågenergivisionen handlar om antaganden angående ekonomiska, politiska och institutionella förhållanden. Bl a förutsätts en omfattande omorientering mot postmaterialistiska värderingar som ger stöd åt nya spelregler på global nivå, vilka i sin tur främjar rättvisa och resurshushållning, samt att den globala ekonomin kan kontrahera utan att först kollapsa.

Vid felaktiga antaganden om högenergivisionen riskerar de sociala och ekologiska konsekvenserna att bli katastrofala. En politik som har denna vision som ledstjärna innebär således ett storskaligt högriskexperiment där

hela planetens framtid sätts på spel. Lågenergivisionen å andra sidan minimerar sociala och ekologiska risker. Svagheten med denna vision är istället att det är oerhört svårt att föreställa sig vägen till dess förverkligande.

Ett avgörande vägval är om vi nu är beredda att hitta lösningar för energifrågan som ger positiva synergieffekter för övriga ödesfrågor som mänskligheten står inför, eller om vi väljer att se energiförsörjningen som ett isolerat problem och därför går in på lösningar som sker på bekostnad av miljön, människor i andra länder och/eller världsfreden.

Innehåll

| | |
|---|----|
| Förord | 3 |
| Sammanfattning | 4 |
| 1. Inledning och syfte | 8 |
| 2. Tillgången på olja | 8 |
| 3. Efterfrågan på olja | 10 |
| 4. När når vi toppen? | 11 |
| 5. Oljans betydelse | 11 |
| Konsumtion av olja i Sverige | 15 |
| 6. Oljan och den gröna sektorn | 16 |
| Livsmedelssystemet | 16 |
| Skogen | 19 |
| Potentialen för flytande drivmedel ur biomassa | 20 |
| Olika metoder ger olika svar | 24 |
| 7. Bilder av framtiden | 26 |
| A. Högenergisamhälle | 28 |
| B. Lågenergisamhälle | 30 |
| 8. Analys | 34 |
| Antaganden | 34 |
| Vad händer om antagandena som våra visioner bygger på visar sig vara felaktiga? | 34 |
| 9. Författarnas slutsatser | 43 |
| Om författarna | 44 |
| Referenser | 45 |
| Bilaga 1 Beräkningar | 49 |
| Bilaga 2 Processen | 55 |
| Uppdraget | 55 |
| Projekt- och referensgruppen | 55 |
| Rapporten | 56 |
| Open Space-mötet | 56 |
| Måndagen – Parallellsessioner | 60 |
| Tisdagen – Handlingsplaner | 66 |
| Hur bygger vi beredskap när framtidsbilderna går isär? | 69 |
| Bilaga 3 Inbjudan | 70 |
| After the Oil Peak - How do we build preparedness with divergent visions of the future? Summary | 72 |

De flesta överskattar vad som kommer att hända de kommande två åren,
men underskattar vad som kommer att hända de kommande tio åren.

Bill Gates

1. Inledning och syfte

Under ett par decennier med stabilt låga priser på olja pratade vi väldigt lite om den långsiktiga oljetillgången. Det är först under senare år som det allmänna medvetandet återigen har vaknat om att oljan faktiskt är en ändlig resurs.

Från många håll kommer nu varningar om att vi står inför mycket stora svårigheter eftersom oljan spelar en så viktig roll i vårt samhällsbyggande och att konkurrensen om den kvarvarande oljan kan leda till ett hårdnande internationellt klimat. Andra menar att oljan med marknadskrafternas hjälp och utan större problem kommer att kunna ersättas av andra energislag.

Avsikten med den här skriften är att skapa ett underlag för personer med olika erfarenheter, åsikter och kunskap att mötas i konstruktiva och reflekterande samtal. Vi har velat vaska fram det som många verkar vara överens om, men också tydliggöra de punkter där åsikterna går isär. På dessa punkter vill vi stanna upp och undersöka vilka antaganden och värderingar som finns under oenigheten. Vi hoppas att detta kan hjälpa till att skapa förståelse även för perspektiv som du som läsare inte delar samt ge tillfällen att reflektera över dina egna antaganden och värderingar. Genomgående är vår ambition snarare att ställa frågor än att leverera färdiga svar.

I kapitel 2-4 försöker vi summera och strukturera tillgänglig information angående den framtida oljetillgången, efterfrågan på olja, och de olika svaren på frågan När toppar oljan?.

Kapitel 5-6 syftar till att ge en hastig överblick över vilken betydelse oljan tycks ha för oss idag. Kapitel 6 handlar om oljans betydelse för den gröna sektorn. Att vi valt att skriva ett särskilt kapitel om den gröna sektorn grundar sig inte bara på det faktum att SLU och KSLA är initiativtagare till rapporten. Allt fler blickar riktas nu mot den gröna sektorn som potentiell energileverantör i sökandet efter alternativ till oljan. Samtidigt vet vi att livsmedelsproduktionen och livsmedelskedjan är en stor

oljekonsument. Hur denna ekvation ska kunna lösas är en central fråga för hela samhället.

I kapitel 7 tittar vi på framtiden genom två visioner. Den ena ("högenergisamhälle") utgår från att det kommer att bli lätt att hitta alternativ till oljan, medan den andra ("lägenergisamhälle") utgår från att dagens höga energikonsumtion inte kommer att kunna upprätthållas när oljan sinar.

I kapitel 8 tittar vi närmare på de två visionerna och analyserar vad som händer för var och en av visionerna om ett eller flera antaganden skulle visa sig inte hålla, och i kapitel 9 presenterar vi våra slutsatser.

2. Tillgången på olja

Geologerna har sedan länge kunnat göra goda förutsägelser över hur mycket olja som kan pumpas upp ur ett enskilt oljefält. Ju äldre fält, desto säkrare prognoser har kunnat ges.

Prognoserna görs utifrån kunskapen om en regelbundenhet som upptäcktes av geologen M. King Hubbert 1956. Principen är denna:

Först hittas den mest lättillgängliga oljan. I takt med ökade investeringar, ökar uttaget. Efter några år har man hittat fältets största källa. När ungefär hälften av den tillgängliga oljan är utvunnen nås toppen. Fram till denna tidpunkt har allt mer olja per tidsenhet kunnat extraheras. Nu minskar hastigheten i ungefär samma takt som den ökade före toppen. Oljan tar inte slut tvärt, men de nya fynden blir allt mindre och till slut når man gränsen då det inte längre är lönt att investera mer på den platsen (Campbell and Laherrère 1998).

Med hjälp av denna kunskap kunde Hubbert korrekt förutspå tidpunkten för toppen av USA:s (exklusive Alaska) oljeutvinning femton år innan den inträffade år 1972 (Alekklett and Campbell 2003).

Sedan dess har ett femtiotal av de största oljeproducerande länderna i världen redan toppat (Alekklett and

Campbell 2003): Kanada 1973, Iran 1974, Nigeria 1979, Sovjet 1987 (exkl. Kazakstan), Alaska 1990, Venezuela 1998 (1970), Egypten 1996, Argentina 1998, England 1999, Qatar 1999, Norge 2000, Colombia 2000, Indien 2002, Mexico 2000, Kina 2000 (ASPO 2002).

I princip gäller samma kurva för länder och även för hela världen. Ekonomiska och politiska faktorer spelar in och skapar undantag: I f.d. Sovjetunionen har man t.ex. fått två toppar, en första strax före murens fall och en andra, men lägre, topp som resultatet av nyinvesteringar. Om produktionen påskyndas genom ökade investeringar blir kurvan brantare och toppen nås snabbare, medan ett land som håller på sina reserver kommer att följa en flackare kurva. Dessa undantag motsäger inte den övergripande principen bakom Hubberts kurva.

Den största svårigheten idag med att förutsäga när toppen nås globalt är att statistiken hyser en mängd felkällor. Olika länder och företag använder olika be-

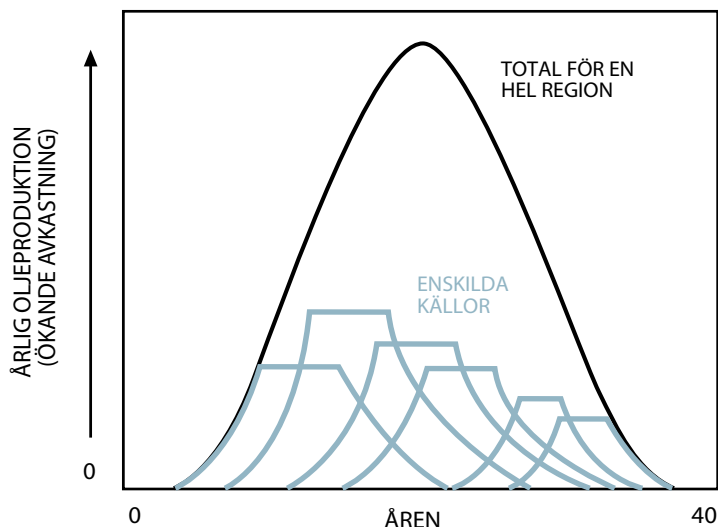
räkningsgrunder och på så vis summeras ”äpplen” med ”päron”. Ett av de mest flagranta exemplen är att man från vissa områden rapporterar ursprungliga fyndigheter medan man från andra områden rapporterar de kvarstående reserverna (ASPO 2002, Aleklett and Campbell 2003, Simmons 2005).

Association for the Study of Peak Oil (ASPO) är en sammanslutning av europeiska forskare som har tagit sig an uppgiften att bearbeta statistiken för att den ska bli mer tillförlitlig. Man försöker väga samman informationen från industrin och ländernas energimyndigheter som publiceras i IEA¹ Outlook, Oil & Gas Journal, World Oil och BP Statistical Report of World Energy mot det schweiziska konsultföretaget Petroconsultants databas, som har alla världens oljeföretag som kunder och dit oljeföretagen lämnar detaljerade uppgifter för varje oljefält.

Enligt ASPO har företag och regeringar systematiskt underrapporterat sina reserver under perioden 1930-1985, med undantag för Sovjetunionen som överskattade sina med cirka 30 procent (Aleklett and Campbell 2003).

En förklaring till underrapporteringen är att USAs regelverk krävde att bara fyndigheter som exploaterades fick tas med i bolagsredovisningen. Företagen har på så sätt kunnat presentera en stadig (men enbart bokföringsteknisk) uppgång för aktieägarna (Campbell citerad i Lindstedt 2005).

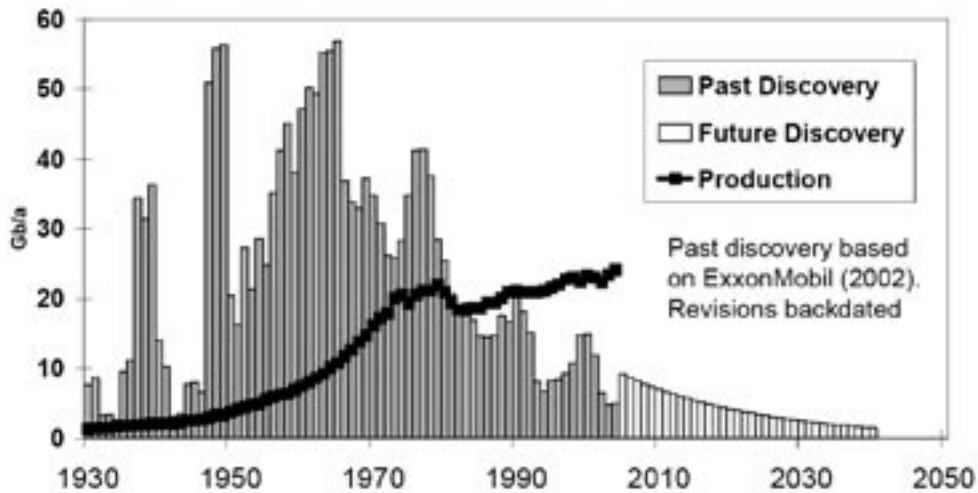
Efter mitten av 1980-talet har reserverna istället systematiskt överrapporterats. När produktionen av olja utanför OPEC steg, sjönk priserna. För att trygga statsfinanserna behövde OPEC-länderna nu sälja mer olja. Land efter land inom OPEC valde att skriva upp sin reserv för att säkra sin kvot och därmed kunna öka sin försäljning av den rekordbilliga oljan. Uppskrivningen på sammanlagt 300 miljarder fat motsvarades inte av nya fynd. Åtskilliga länder har sedan dess år efter år rapporterat oförändrade reserver, trots att extraktionen



Figur 1. Den plana formen på kurvan för den enskilda källan avgörs av den ekonomiskt optimala infrastrukturen vid just den källan. Den sammanlagda kurvan får istället en rundare form.

Källa: (Campbell and Laherrère 1998)

THE GROWING GAP Regular Oil



Figur 2. De nya fynden av olja i världen blir färre och mindre. Dagens höga produktionsnivå är möjlig tack vare de stora fynd som gjordes under 1960-talet.
Källa: (ASPO 2002)

fortsätter i högre takt än nya upptäckter görs (Alekklett and Campbell 2003, Lindstedt 2005).

Detta statistiska krumsprång (decennier av underrapportering följt av tjugo år av överrapportering) har lett till att världen invaggats i en tro att oljan är en resurs som växer, när den i själva verket krymper.

Det är inte bara extraktionen som följer Hubberts kurva. Även oljefynden följer (med undantag för verklighetens taggighet) en motsvarande kurva. Tidsförskjutningen mellan toppen på de två kurvorna är normalt sett 30-40 år. Det är också denna tidsförskjutning man räknar med att de sammanlagda globala kurvorna kommer att ha. I länder med mycket avancerad teknik för oljeutvinning, förkortas den tiden (t.ex. England 25 år och Norge 21 år) (ASPO 2002).

För närvarande utvinns vi årligen drygt fyra gånger så mycket olja som vi hittar. Detta kan bara fortgå så

länge som det finns kvar av de stora fynd som gjorts tidigare (Heppenstall 2005).

3. Efterfrågan på olja

Efterfrågan på olja har skjutit i höjden de senaste åren i en takt som överskrider IEAs prognoser. Det är särskilt de starkt växande ekonomierna i Kina och Indien som står för en stor del av den ökade efterfrågan, men energikonsumtionen ökar också i återhämtningens Östra Europa och hos världens redan största per capita-förbrukare, USA.

IEA presenterade under hösten 2005 nya siffror för den framtida efterfrågan på energi. I ett "business as usual"-scenario räknar man med att efterfrågan på energi år 2030 kommer att vara 60 procent högre än idag och att de fossila bränslenas andel kommer att öka

från 70 procent till 80 procent av den totala energin. Beräkningen bygger på framskrivning av befintlig policy i alla världens länder. Inom OECD är det främst transportsektorn som står för ökningen, medan det i de nya tillväxtekonomierna är både industri och transport. Vad gäller oljan räknar IEA med att det behövs 120 miljoner fat per dag istället för de 83 miljoner fat per dag som nu produceras (Pochettino 2005).

I ett alternativt scenario har IEA räknat med energi- besparande åtgärder, utveckling av okonventionella fossila bränslen, biobränsle och kärnkraft. I detta scenario beräknas behovet 2030 ligga på en daglig produktion av 105 miljoner fat konventionell olja, dvs. en ökning med 26 procent från dagens nivå (Pochettino 2005).

4. När når vi toppen?

Uppskattningar om tidpunkten för den globala oljetoppen varierar mellan att den redan passerats (Deffeyes 2001, 2005) till att det kommer att dröja ytterligare 30 år (USGS 2000). Allt fler välinformerade forskare och branschanalytiker varnar för att toppen kan komma att nås inom innevarande decennium (Hall et al. 1986, Campbell 1997, Campbell and Laherrère 1998, Deffeyes 2001, ASPO 2002, Bentley 2002, Deffeyes 2005, Simmons 2005).

För att lättare kunna förhålla sig till de olika uppgifter som förekommer har författarna på nästa sida i den vänstra kolumnen listat argument som brukar anföras av dem som hävdar att det kommer att dröja mer än 15 år innan vi når toppen. I den högra kolumnen listas argumenten från dem som hävdar att toppen redan kan vara här, eller kommer mycket snart.

En stor del av debattkraften om oljetoppen handlar idag om vem som har rätt när det gäller det exakta året för när vi når toppen. Men som vi ser av uppställningen beror de olika uppskattningarna av årtal på a) olika uppskattningar av den ursprungliga mängden olja

i marken b) en sammanblandning mellan konventionell och okonventionell olja där ingen skarp gränsdragning finns c) vilken klimatpolitik man ser framför sig och d) hur man föreställer sig prisdynamiken.

Det enda man säkert kan säga är att vi kommer att veta tidpunkten för toppen flera år efter att den har inträffat - men att vi långt tidigare borde ha förberett oss på den.

5. Oljans betydelse

Oljan är en konserverad, koncentrerad och förädlad form av solenergi. Den mest högkvalitativa oljan ("light sweet crude oil") har bearbetats under högt tryck på cirka 2000 meters djup i över en miljon år. Därefter har den vandrat upp i en porös bergart och låsts fast av en tätare överlagrad bergart som fungerar som ett lock. Förutom den förstklassiga oljan finns det tyngre mer trögflytande oljor, tjärsand och oljeskiffer som utsatts för lägre tryck i grundare formationer. Ursprungsmaterialet var alger som växte i sjöarna för 100 miljoner år sedan. Kol bildades på liknande sätt men härstammar från landlevande växtmaterial. Även kolet förekommer i olika kvaliteter. Gas har bildats under ännu högre tryck och temperatur och förekommer både i anslutning till olja och till kol (Alekklett and Campbell 2003, Bjørlykke 2005).

Egentligen finns det bara tre primära energikällor på jorden: (1) solstrålningen (2) månens och solens gravitationskrafter som relativt jordens rotation påverkar jorden och (3) den geotermiska energin. Dessa tre ger upphov till de sekundära energikällorna: fotosyntesen, vattnets kretslopp, vinden, tidvattnet, biomassa, mineraler, osv. De primära och sekundära energikällorna som bildat oljan (fotosyntes, geologiska rörelser och geotermisk energi) är alla tre utspädda i sin form. Genom att dessa har haft lång tid på sig har en mycket koncentrerad produkt uppstått, som mot en liten energiinsats kan utvinnas och omvandlas till kommersiellt användbara energibärare så

| Detta talar för att toppen dröjer | Detta talar för att toppen är här mycket snart |
|---|---|
| Den ursprungliga mängden olja i marken innan vi började utvinningen var 3 000 miljarder fat. Vi har två tredjedelar kvar (USGS 2000). | Den ursprungliga mängden var 2 000 miljarder fat, varav vi nu förbrukat ungefär hälften (ASPO 2002). |
| Vi kommer att hitta mer olja (USGS 2000, Nordin 2005). | Under flera år har vi för vart år hittat mindre och mindre olja och storleken på varje fynd har också minskat. De områden på jorden där olja kan förekomma är väl undersökta (Bjørlykke 2005). Trots att stora tekniska framsteg har gjorts för prospektering (seismiska och datoriserade metoder) har de största fälten hittats med blotta ögat och en hammare (Simmons 2005). |
| När priset stiger, ökar också mängden olja som är lönsam att extrahera, vilket gör att det "finns" mer olja (Radetzki 2005). | På kort sikt kan lite mer olja göras tillgänglig om priset stiger. Men i takt med att energikostnaden för prospektering, utvinning och raffinering av den allt mer svårtillgängliga oljan stiger, minskar oljans drivkraft till samhällsekonomin (Hall et al. 1986). |
| De kända reserverna av tjockare oljor (s.k. okonventionell olja) är stora och kommer att tas i bruk allt eftersom (Azar 2003) ² . | Även om en gradvis övergång till okonventionella oljor sker kommer priset och drivkraften till samhällsekonomin att påverkas eftersom dessa ger ett lägre energinetto (Cleveland 2005). |
| Prisökningarna som vi upplever nu är en följd av en plötslig och kortvarig ökning av efterfrågan i kombination med eftersatta investeringar i produktionskapaciteten (Azar 2003, Radetzki 2005) ³ . En del av prisökningarna som vi nu upplever är spekulation grundad på rädsla (Erlandsson 2005). | Den uppmärksammade flaskhalsen i raffinaderikapaciteten beror delvis på att vi redan har en ökad inblandning av tyngre, svavelhaltiga oljor som kräver mer bearbetning för att bli användbara samt att det är svårt att bygga oljeraffinaderier i länder med miljölagstiftning (Simmons and Franssen 2005). Efterfrågeökningen som vi sett hittills är bara toppen på ett isberg och begränsas redan idag av tillgången på billig olja (Alekklett and Campbell 2003). Ju större investeringar i oljeproduktionen, desto snabbare går utvinningen och desto snabbare töms reserverna (Hall et al. 1986). |
| Det går att utvinna mer olja i Mellanöstern än vad som sker idag (USGS 2000). | Det finns mindre olja i Mellanöstern än vad dessa länder rapporterar, beroende på OPECs kvotsystem (Alekklett and Campbell 2003). |
| Vi kommer att mycket snart behöva införa en tuff koldioxidpolitik som gör att vi slutar att använda olja för uppvärmning. Detta gör att den räcker längre (Azar 2003). | |

2. Det finns ingen standardiserad överenskommelse för var gränsen ska dras mellan olika kvaliteter av olja (Alekklett och Campbell).

3. Azar och Radetzki skiljer sig åt i sin argumentation. Azar menar att den prishöjning vi sett hittills inte beror på fysisk brist och att det finns faktorer som talar för både fortsatt höga priser men också för sjunkande priser de närmaste 5-10 åren. Radetzki å sin sida avstår helt från att använda begreppet topp eller att överhuvudtaget prata om oljan som en ändlig resurs.

som el och bensin. Det är det stora arbete som biogeosfären lagt ner under mycket lång tid som gör att oljans ”Energy Return on Energy Invested” (EROEI) är exceptionellt högt⁴ (Hall et al. 1986, Cleveland et al. 2000, Cleveland 2005).

De förnyelsebara alternativen som på ett mer direkt sätt utnyttjar de primära energikällorna (biobaserade bränslen, solceller och vågkraft) har generellt ett lägre EROEI (Hall et al. 1986, Cleveland et al. 2000, Cleveland 2005).

Kärnkraften utnyttjar en energikälla som är ännu mer koncentrerad än olja, men den verkar vid högre temperaturer och kräver därför reglerande konstruktioner som fodrar ett stort indirekt energiunderstöd. Nettot för kärnkraft (vid normal drift) är därför lägre än oljans men högre än för biobränslen (Odum 1996).

Oljan är enkel och billig att både lagra och transportera eftersom den är energität både i förhållande till vikt och volym (cirka 38 MJ/kg), något som inte kan sägas om gas, som kräver en infrastruktur av pipelines, eller kol vars energiinnehåll är 2/3 av oljans, eller biomassa vars energiinnehåll per vikt ligger på drygt 1/4 av oljans (EERE 2005, Udall 2005)⁵. På grund av sina speciella egenskaper är oljan också den råvara som kräver avgörande minst energi att omvandla till flytande bränsle. Även om det är tekniskt möjligt att tillverka flytande bränsle både ur kol, gas och biomassa ger alla dessa processer en betydligt lägre EROEI än bensin ur olja (Ulgiati 2001, Bargigli et al. 2004, Cleveland 2005). Det är ingen tillfällighet att oljan idag står för cirka 95 procent av transportenergin (Murray 2005) och omkring 38 procent av den totala energiförsörjningen i världen (EIA 2005).⁶

Oljan används både för sitt energiinnehåll och som råvara för olika slags produkter. Av råolja framställs drivmedlen flygfotogen, bensin, diesel, eldningsolja, och bunkerolja (fartygsbränsle). Raffinerad olja blir också smörjmedel och bindemedel till exempel för asfalt.

Omkring 10 procent av världens oljeproduktion utnyttjas i den petrokemiska industrin där den omvandlas till en myriad av plaster, färger, lacker, kosmetika, mediciner, biocider, solutioner, lim, hartser, syntetiskt gummi, syntetiska textilier, rengöringsmedel, och så vidare, som används i alla sektorer av samhället, från tung industri till hushåll (Energimyndigheten 2004). För den petrokemiska industrin är oljan en oersättlig råvara, något som inte kan sägas om den olja som går till exempelvis uppvärmning.

Tillgången till billig olja har under efterkrigstiden format våra samhällen med all den materiella komfort som vi idag tar för given. Men tillgången till högkoncentrerad hjälpenergi har också skapat stora miljöbelastningar och sociala spänningar.

Sedan 1950 har oljeutvinningen tiofaldigats (ASPO 2002), och den sammantagna ekonomiska aktiviteten i världen sexfaldigats (UNDP 1998). Samtidigt har koldioxidutsläppen fyrfaldigats (UNDP 1998); världens befolkning blivit 2,5 gånger större (Sveriges Nationalatlas Skogen 1990, UNDP 1998); och den ekonomiska klyftan mellan de 20 procent fattigaste (med svag tillgång till raffinerad olja) och de 20 procent rikaste (med god tillgång till raffinerad olja) mer än fördubblats (UNDP 1992, 1998). Andra förändringar som kännetecknat perioden med billig olja är kraftig urbanisering, territoriell desintegration av ekonomin⁷, automatisering och ägar-koncentration. Samtliga dessa förlopp är exponentiella. Det globala socioekonomiska och ekologiska systemet befinner sig alltså i mycket snabb förändring och förändringstakten ökar oupphörligen. Detta innebär att vi lever i ett labilt system.

I ett längre tidsperspektiv kan mänsklighetens hela historia beskrivas som ett successivt erövrande av nya energikällor och tekniker som gjort utvinningen möjlig. Spjutspetsen och kniven gjorde det möjligt för människor att jaga storvilt; elden tillät oss att utvinna energi ur trä, vilket också möjliggjorde smältning av metaller

4. De fossila bränslena är alltså tertiära energikällor.

5. Se även www.onlineconversion.com/energy.htm

6. Dessa siffror är beräknade som värmevärde i Joule och tar inte hänsyn till energikvalitet. En justering för kvalitet skulle indikera ett högre oljeberoende.

7. Med territoriell desintegration menas att olika delar av en produktionskedja är förlagd till olika platser, idag till olika länder.

och tillverkning av keramik. Jordbruket medförde ett tämjande av fotosyntesen till att möta mänskliga behov. I industrialiseringens barndom lärde vi oss att omvandla vind och vattenkraft till mekaniskt arbete och därefter lärde vi oss att i nämnd ordning bruka kolet, oljan och gasen. För vart och ett av de här sprängen har människan kunnat tillägna sig en allt större andel av jordens samlade energiresurser och för var gång detta har skett har populationen och konsumtionsnivån ökat (Hall et al. 2003, Heinberg 2004).

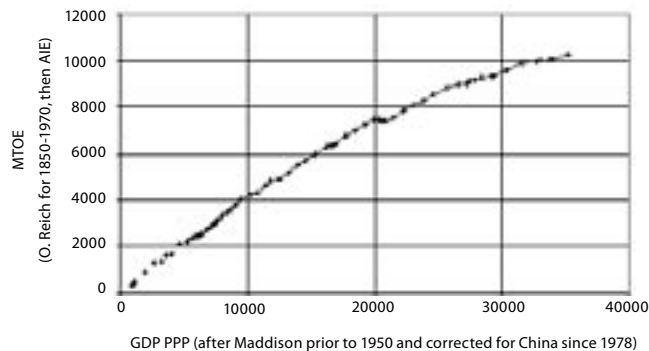
Under det senaste decenniet har det talats hoppfullt om ”decoupling”, dvs. ekonomisk tillväxt som inte är kopplad till ett ökat naturresursuttag. Resultaten av analyser på mikronivå tyder på att detta har skett i OECD-länderna. Men analyser på makronivå visar att i de länder där energiinnehållet i bruttonationalprodukten har minskat, så har det till stor del kunnat förklaras av ett skifte till mer högkvalitativa energikällor (oftast mer el)⁸, respektive av att vår energiförbrukning flyttas till andra länder i takt med att vi köper varor från låglöneländer istället för att producera dem inom landet. I makroanalyser kan bara en mycket liten del förklaras av verklig effektivisering (Hall et al. 2003).

Allt fler varningar hörs om att den internationella konkurrensen om oljan i allt högre grad kan bli orsak till väpnade konflikter (Odum 1970, Youngquist 1990, Brzezinski 1997, Youngquist 1997, Klare 2001, Heinberg 2003, Klare 2004). Bakgrunden är det faktum att ungefär 60 procent av de resterande oljereserverna finns i 70 exceptionellt stora fält med en geografisk koncentration i Mellanöstern, varav tio i Irak (Simmons 2002). Produktionen av konventionell olja utanför OPEC-länderna har legat på en konstant nivå sedan 1997, trots stigande efterfrågan, vilket kan vara ett tecken på att dessa sammantaget redan kan ha toppat. I framtiden kommer små oljefält utanför OPEC att bidra med försumbara mängder olja (ASPO 2005, Meling 2005). ASPO förutspår att det år 2010 bara är sex länder som

fortfarande kan öka sin oljeproduktion: Saudiarabien, Irak, Kuwait, Förenade Arabemiraten, Kazakstan och Bolivia (Alekklett and Campbell 2003).

Det är denna bild som har gjort att oljan i många länder nu ses som en säkerhetsfråga. USA - världens största oljekonsument - har sedan landets egen oljeproduktion toppat på 1970-talet, med olika medel försökt vinna strategisk kontroll i de framtida nyckelområdena för olja. Även om Irakkriget än så länge lett till minskad oljeproduktion i landet och fått oväntat höga politiska såväl som monetära kostnader för USA, så har okkupationen av Irak ändå en viktig oljestrategisk betydelse genom USAs närvaro i Mellanöstern (Brzezinski 1997, Klare 2004, Clark 2006). Kina, världens näst största importör av olja, vinnlägger sig nu om att skriva långsiktiga bilaterala avtal med oljeproducenterna (Lindstedt 2005). Genom Kinas och Indiens expansion har konkurrensen om oljetillgångarna i världen ökat kraftigt. Resurskrig

WORLD 1850-2000 TOTAL PRIMARY ENERGY REQUIREMENTS

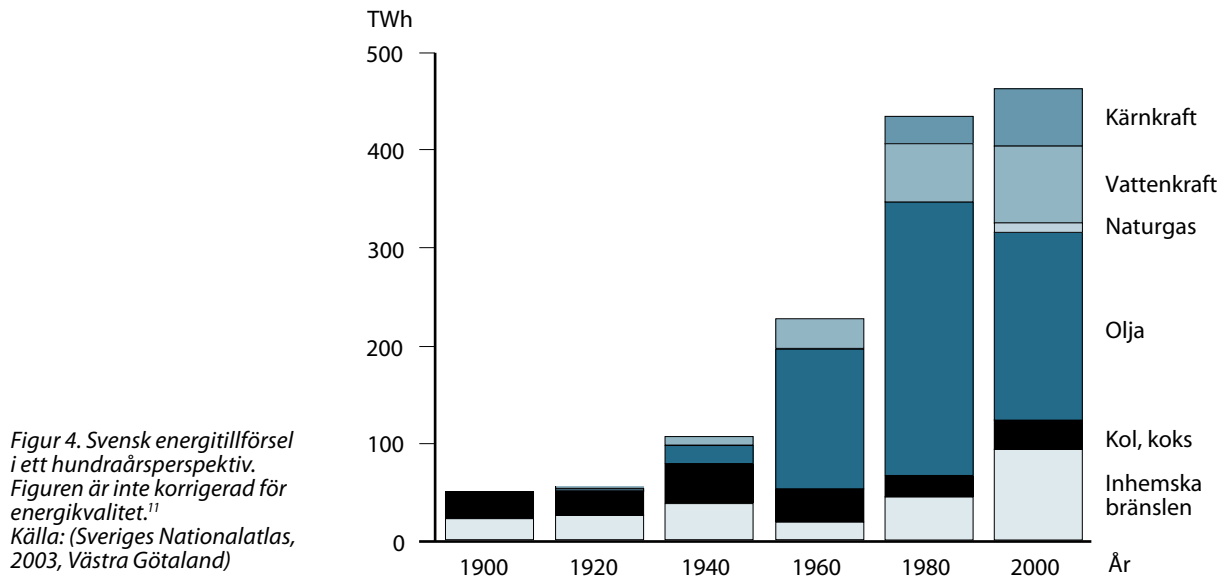


Figur 3. Historiskt finns det en stark korrelation mellan ekonomisk välfärd mätt i Purchasing Power Parity (PPP) och energianvändningen mätt i Mega Tonnes Oil Equivalents (MTOE). Utplaningen under senare år förklaras till stor del av att figuren är inte korrigerad för energikvalitet.⁹
Källa: (Murray 2005)

8. Statistiken för energiförbrukningen ger en missvisande bild eftersom TWh eller Joule är de mått som används och dessa inte tar hänsyn till energins kvalitet utan bara värmevärdet.

9. En korrigerad för energikvalitet skulle stärka korrelationen ytterligare.

ENERGITILLFÖRSEL



Figur 4. Svensk energitillförsel i ett hundraårsperspektiv. Figuren är inte korrigerad för energikvalitet.¹¹
Källa: (Sveriges Nationalatlas, 2003, Västra Götaland)

kan i värsta fall komma att uppstå a) mellan kapitalstarka oljefattiga länder och kapitalsvaga oljerika länder, b) inom oljeländerna och c) mellan konsumentländer (Klare 2001, 2004, Heinberg 2005).

Det är svårt att spekulera i effekterna av oljetoppen för det globala ekonomiska och finansiella systemet. Rent principiellt kan sägas att systemet är uppbyggt kring en förväntan om tillväxt, en tillväxt som historiskt väl korrelerat med ökad energianvändning. Det råder delade meningar om hur världens ekonomier skulle komma att reagera vid ett framtida bestående högt oljepris.

Vissa bedömare menar att det har stor betydelse för det finansiella systemet och för USAs ekonomiska position att dollarn fungerar som betalningsmedel i världens oljehandel.¹⁰ Skulle denna position hotas menar de att följden kan bli finansiella sammanbrott och/eller krig (Liu 2002, Clark 2005, 2006). Andra menar att dessa risker är överdrivna.

Konsumtion av olja i Sverige

Sverige har ända sedan oljekriserna på 1970-talet minskat sin oljeimport avsevärt. 1970 svarade oljan för 77 procent av landets energitillförsel medan den 2004 svarade för 33 procent (Energimyndigheten 2005).

En förklaring till den snabba omställningen är att vi i slutet av 1970-talet stod med en överkapacitet på kärnkraftsels. Denna kunde genast tas i bruk som ersättning för olja (Sveriges Nationalatlas 1990a, Infrastrukturen, Lindstedt 2005). En annan förklaring var att Sverige redan före oljekriserna börjat bygga ut fjärrvärmesystemet för att effektivisera användningen av kol och olja. Detta skapade goda förutsättningar skifta till biobränslen när oljan efter hand blev dyrare och tillförseln osäkrare.

Det är här viktigt att påpeka att Sverige trots vidtagna åtgärder för energisparande och effektivisering inte har minskat utan istället ökat den totala energikonsumtionen. Av 30 europeiska länder är det bara fyra som har

10. Följande exempel belyser resonemanget: Hösten 2000 beslöt Saddam Hussein att Iraks oljehandel i fortsättningen skulle ske i euro. En av de första åtgärderna vid invasionen av Irak var att åter handla olja för dollar. Iran har nu annonserat att de planerar att öppna en oljebörs som ska handla med olja i euro. Ett ordkrig har under den senaste tiden trappats upp och rykten går om militära förberedelser. (Lindstedt 2006)

11. En sådan justering skulle höja staplarna för el och därmed skulle den totala ökningen i energiförbrukning synas tydligare.

högre eller lika hög energikonsumtion per capita som Sverige (Ståhl 2005).

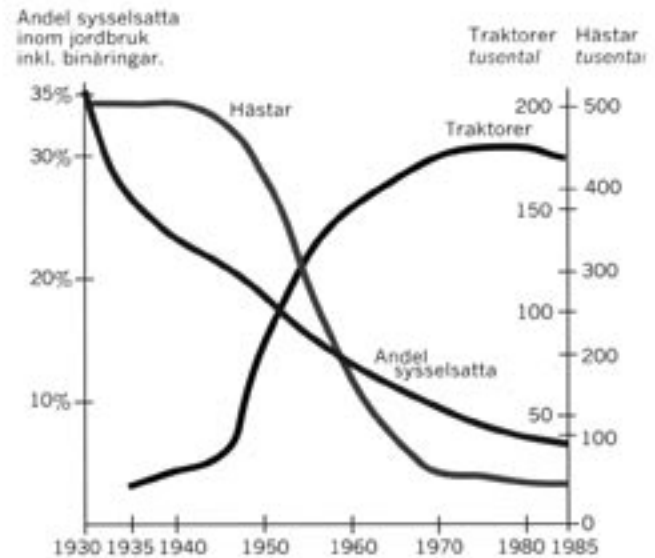
För närvarande kommer hälften av den svenska oljeimporten från Norge, vilket innebär olja av god kvalitet, korta transportavstånd och politisk stabilitet (Energimyndigheten 2004). Men det betyder också att vår olja kommer från ett land som redan har passerat sin produktionstopp (ASPO 2002).

6. Oljan och den gröna sektorn

I detta kapitel kommer vi att beskriva den gröna sektorns dubbla roller: dels som konsument av olja, dels som framtida producent av oljesubstitut. Med ”gröna sektorn” menar vi här livsmedelskedjan (från jord till bord) och skogsbruket (från skog till fabriksgrindarna). Kapitlet behandlar endast den gröna sektorn i Sverige. Resonemangen om livsmedelskedjan och förhållandena i jordbruket är i princip överförbara till övriga industriländer. När det gäller skogen intar Sverige dock en särställning beträffande skogsareal per invånare.

Livsmedelssystemet

Under det gångna seklet har det svenska livsmedelssystemet genomgått en kraftig omvandling. Systemets enheter har gradvis blivit färre, större, mer automatiserade och ligger allt längre ifrån varandra (Günther 2000). Den här förändringen innefattar hela livsmedelskedjan. Gårdar, mejerier, kvarnar, slakterier, grossister, lager och butiker har alla blivit större och är placerade längre ifrån varandra än någonsin. Drivkraften bakom denna förändring har varit att reducera kostnader. Eftersom arbetskraften under de senaste 50 åren varit den största kostnaden har strävan i alla led varit att maximera det arbete som varje anställd kan göra (figur 5). För att möjliggöra att varje anställd ska kunna kontrollera så mycket information och material som möjligt har insatserna av



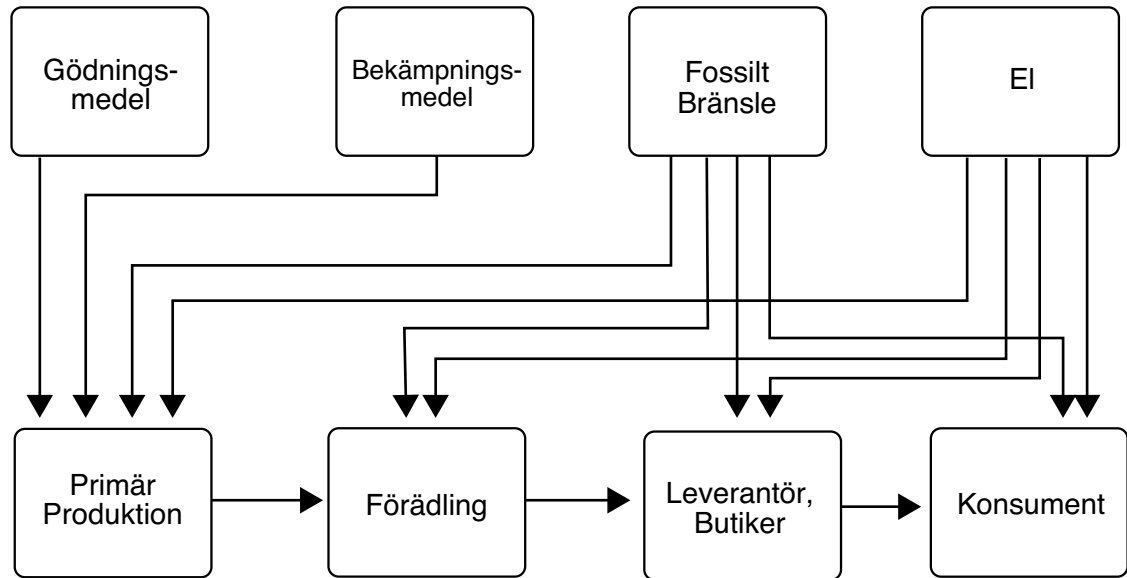
Figur 5. Omvandlingen från ett bioenergidrivet till ett fossilbränsledrivet jordbruk gick på några få decennier. Traktorn kom att ersätta hästen och en stor del av den mänskliga arbetskraften. Motsvarande förändring skedde i hela livsmedelskedjan. Källa: Bearbetad efter (Sveriges Nationalatlas 1990b)

de förhållandevis billiga fossila bränslena och elektricitet ökat under hela perioden.

Livsmedelssektorns konsumtion av fossila bränslen

Livsmedelskedjan är i hög grad oljeberoende. Figur 6 visar de flöden av kommersiell energi¹² och energiintensiva material som idag driver livsmedelskedjan från jord till bord.

Primärproduktionen av spannmål, foder och grönsaker i början av kedjan är idag beroende av fossila bränslen, främst i form av diesel. Alla jordbruk i kommersiell skala, oavsett om de är ekologiska eller konventionella, använder dieseldrivna traktorer för markberedning, sådd, skötsel och skörd. Detta innebär att oljan och



Figur 6. Flödena av kommersiell energi i livsmedelssystemet. Källa: egen

dess derivat ansvarar för merparten av det fysiska arbete som utträttas vid matproduktion (Uhlin 1999, Björklund 2000, Rydberg and Jansen 2002). I konventionellt jordbruk, till skillnad från ekologiskt, tillförs dessutom handelsgödsel, som det åtgått fossila drivmedel för att framställa¹³ och bekämpningsmedel, som är petroleumderivat (Fluck 1992, Cleveland 1995a, Pimentel 1996). Djurhållningen är också i hög grad mekaniserad och förbrukar därmed också bränsle och el, liksom kedjan hela vägen fram till konsumenten.

I tabell 1 har författarna uppskattat åtgången av kommersiell energi i livsmedelssystemet uppdelat på fossila bränslen, el och fossilbränsleintensiva insatsvaror. Endast den direkta konsumtionen av kommersiell energi medräknats. Därtill kommer i verkligheten den indirekta åtgången av kommersiell energi för produktion och underhåll av maskiner, byggnader och nödvändig infrastruktur samt energiåtgång för arbetskraften. Dessutom saknas det direkta energibidrag som naturen

ger till primärproduktionen. Detta mycket enkla beräkningssätt har inte heller tagit hänsyn till kvalitativa skillnader hos olika energislager.

Vi ser av tabellen att även med detta kraftigt förenklade sätt att räkna har maten på tallriken förbrukat 50 procent mer energi än den innehåller (för att producera 20 TWh åtgick 29 TWh).

Eftersom mindre än en tredjedel av energiåtgången sker i primärproduktionen är förändrade produktionsmetoder inte en tillräcklig åtgärd för att spara energi. En relocalisering av livsmedelskedjan kan hålla en större potential att minska energiåtgången (Sundkvist et al. 2001, Heller and Keoleian 2003, Cowell and Parkinson 2003, Johansson 2005, Granstedt et al 2006).

Vilken sorts mat vi äter har också stor betydelse för energiåtgången. Undersökta svenska dieter varierade så mycket som mellan 6,9 och 21 GJ/år i energiåtgång. De mest energisnåla dieterna innehöll mindre kött, större andel lokalproducerat och större andel ekologisk mat

13. Exempelvis framställs kvävegödselmedel med hjälp av naturgas i en energikrävande process. Övriga gödselmedel (fosfor, kalium etc) är ändliga resurser som hämtas ur jordskorpan. Extraktion, förädling och distribution av dessa sker idag också med hjälp av fossila bränslen.

| | Primärproduktion | Förädling | Distribution | Konsumtion | Totalt |
|---|------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| <i>Insatsmedel</i> | | | | | |
| Drivmedel, TWh | 3.78 | 2.00 | 3.00 | 2.72 | 11.50 |
| El, TWh | 1.47 | 2.43 | 3.70 | 7.18 | 14.78 |
| Kalk, TWh | 0.06 | - | - | - | 0.06 |
| Kaliumgödningsmedel, TWh | 0.14 | - | - | - | 0.14 |
| Kvävegödningsmedel, TWh | 2.12 | - | - | - | 2.12 |
| Fosforgödningsmedel, TWh | 0.07 | - | - | - | 0.07 |
| Bekämpningsmedel, TWh | 0.25 | - | - | - | 0.25 |
| Totalt, TWh | 7.88 | 4.43 | 6.70 | 9.90 | ~ 29 |
| % av drivmedel fördelat på sektorerna | 33% | 17% | 26% | 24% | |
| % av el fördelat på sektorerna | 10% | 16% | 25% | 49% | |
| <i>Produkter</i> | | | | | |
| Livsmedel, energiinnehåll, TWh | 25.61 | 22.93 | 22.27 | 19.59 | ~ 20 |
| Energikvot: energiinnehållet i produkter/ Energiåtgången | | 3.2 | 1.9 | 1.2 | 0.7 |

Tabell 1. Kommersiell energi som åtgår i livsmedelskedjan från jord till bord i terrawatt-timmar (TWh). Källa: Bearbetning av data från (Johansson 2005)

(Carlsson-Kanyama et al. 2003).

Livsmedelskedjan från jord till bord svarar idag för 14 procent av den svenska drivmedelsförbrukningen och 11 procent av elförbrukningen. Som framgår av tabell 2 överväger drivmedelsåtgången i början av kedjan medan elförbrukningen stiger mot slutet av kedjan.

Jordbruket som energiproducent

Ekologiska jordbrukssystem är i allmänhet mer effektiva vad gäller energianvändning och medför också andra ekologiska och ekonomiska fördelar jämfört med konventionella system (Refsgaard et al. 1998, Cederberg and Mattsson 2000, Dalgaard et al. 2001, Hansen et al.

2001). En omställning till ekologisk produktion skulle leda till minskad energiåtgång i jordbruket. En sådan omställning skulle dock samtidigt innebära lägre hektarskördar och därmed högre energiåtgång vid bränsleproduktion på åker.

En livscykelanalys över produktion av etanol från vete och biodiesel (RME¹⁴) från raps tyder på att 20 procent sänkt skördenivå av vete och raps skulle höja energiåtgången för att producera bränsle med 9 procent respektive 15 procent för varje producerad Joule bränsle. Utmaningen för drivmedelsproduktion på åkermark består alltså i att hitta grödor som ger höga skördar samtidigt som de kräver små energiinsatser vid produktion.

Tillgängliga livscykelanalyser är gjorda på dagens produktion. Eftersom oljan idag fortfarande finns med som drivmedel vid produktionen av RME, etanol, och biogas både direkt, och indirekt vid framställning av insatsmedel, maskiner, byggnader osv., är det från dessa studier svårt att dra slutsatser om vilken potential jordbruksmarken skulle ha att leverera biobränsle i en situation då oljan behöver bytas ut i all led.

En internationell studie som försökt uppskatta den globala markätgången för att producera både biobränsle och mat vid olika befolkningsnivåer och olika dieter drar slutsatsen att om vi fortsätter att ha en HEI-jordbruk (High Energy Input) behövs 55 procent av dagens jordbruksmark till livsmedelsproduktion och 45 procent kan användas till att producera biobränslen. Men om vi har ett LEI-jordbruk (Low Energy Input), vilket kan verka troligt om vi har brist på olja, så finns det inga jordbruksarealer kvar till att producera biobränslen (Wolf, 2003).

Skogen

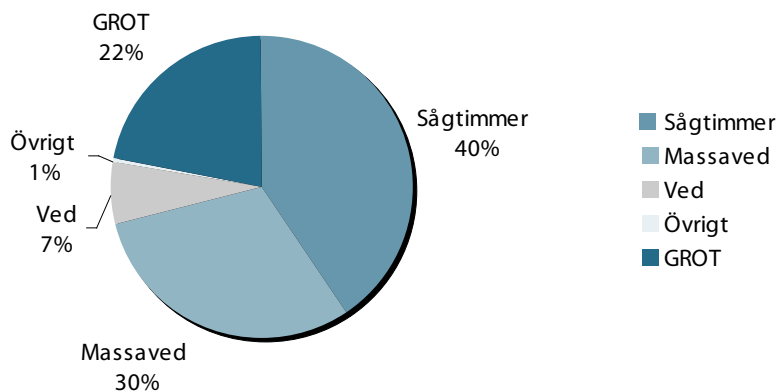
Sveriges vidsträckta skogar ger viktiga bidrag till såväl bytesbalans¹⁵ som inhemsk energiförsörjning. Den totala produktiva skogsarealen är 22 700 000 hektar, med en

årlig tillväxt av 104 000 000 kubikmeter (Skogsstyrelsen 2004). Totalt 85 procent av den årliga tillväxten avverkas och används så som visas i figur 7.

Den skördade veden (7 procent) är inte skogens enda bidrag till Sveriges energiförsörjning. Inom skogssektorn används restprodukter från skogen för att generera el och värme, vilket gör att sektorn är självförsörjande på energi för industriella processer och även kan leverera energi till samhället, t.ex. via fjärrvärmesystemen. Så mycket som 40 procent av allt rundvirke används redan idag för att producera värme och el (i form av spillvärme och brännbara restprodukter från pappersbruk och sågverk) (Berg and Lindholm 2005).

Skogsbrukets konsumtion av fossila bränslen

Skogsbruket använder idag fossila drivmedel vid plantproduktion, skogsskötsel, avverkning och för transporten från skogen till massaindustrin, respektive sågverken. Transporten från skogen till industrin utgör hela 25 procent av det totala landbaserade transportarbetet i Sverige räknat som ton-km (Skogsstyrelsen 2004, Berg and Lindholm 2005). Idag finns ingen storskalig tillverkning av drivmedel från skogen, vilket innebär att skogssektorn är beroende av de fossila bränslena. Skogssektorn (från skog till grind) förbrukar idag 4,04



Figur 7. Användningen av svensk skogsråvara. GROT betyder grenar och toppar. Källa: (Skogsstyrelsen 2004)

15. Sveriges exportinkomster från skogsrelaterade produkter var år 2004 110 miljarder kronor (Skogsstyrelsen 2004).

TWh diesel och 0,11 TWh bensin (Berg and Lindholm 2005).

Potentialen för flytande drivmedel ur biomassa

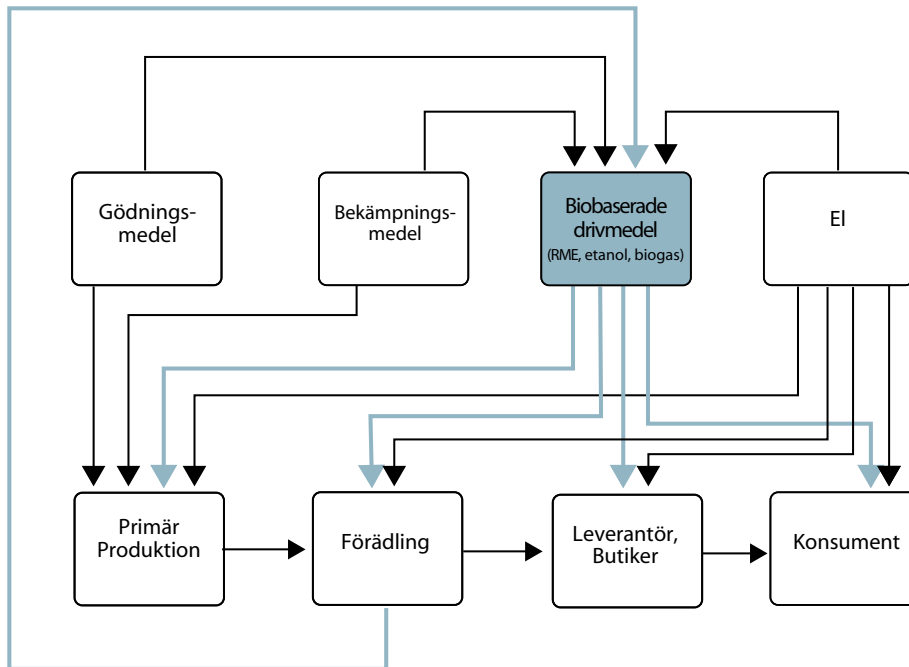
När oljan blir allt dyrare kommer vi successivt att prioritera den kvarvarande oljan till de användningsområden där det är svårast att hitta billig ersättning. Redan nu har oljan för uppvärmning i hög grad ersatts med biobränsle. Svårast blir det troligtvis att i stor skala hitta ersättning för de oljebaserade flytande drivmedlen.

Nedan presenterar vi några enkla överslagsberäkningar som syftar till att ge storleksordningen på den utmaning vi skulle stå inför om vi idag skulle försöka oss på att ersätta all bensin och diesel med biobaserade bränslen. Den bild vi presenterar är förenklad på många

sätt och tar inte hänsyn till dynamiska förlopp. Bland annat beaktar vi inte att en förändrad arealanvändning inom jordbruket också ändrar sammansättningen av restprodukter, vilket i sin tur påverkar arealbehovet för livsmedelsproduktionen. Vi antar också ett oförändrat behov av bensin och diesel och utgår endast från idag känd teknik. Med dessa enkla beräkningar vill vi endast skapa en känsla för storleksordningar ”mellan tummen och pekfingeret” av vad för slags utmaning som vi kan komma att stå inför.

Markbehov för att täcka livsmedelssystemets drivmedelsbehov från åkern

Biodiesel av raps (RME), biodiesel ur träråvara (DME¹⁶), etanol av vete eller trä, och biogas ur gräs eller animaliskt avfall, har blivit uppmärksammade som möjliga framtida drivmedel (Azar et al. 2003).



Figur 8. Principskiss över ett tänkt livsmedelssystem med egenproducerade drivmedel. Källa: egen

Figur 8 illustrerar hur det svenska livsmedelssystemet skulle förändras om dess förbrukning av diesel och bensin skulle ersättas med drivmedel producerade i jordbruket.

Tabell 2 visar en uppskattning av hur mycket energi som kan skördas på åker i form av etanol ur vete och RME från raps, respektive biogas från vall, baserat på data ur litteraturen. Beräkningarna förutsätter dagens produktionssystem, dvs. ett HEI-jordbruk (High Energy Input).

Utifrån detta underlag har vi i tabell 3 beräknat markbehovet om dagens förbrukning av fossila drivmedel i livsmedelskedjan skulle ersättas med drivmedel producerade i jordbruket.

Beräkningen indikerar att produktionen av biogas är mindre arealkrävande än motsvarande mängd RME och etanol. Härav ska man dock inte allt för snabbt dra slutsatsen att biogas är det mest effektiva alternativet. Våra beräkningar fokuserar nämligen enbart på materialbehovet för energiproduktion och är inte någon kalkyl för energinetto. Även om det finns mycket som talar för biogas (t ex de miljömässiga fördelarna med vallproduktion och möjligheten att tillvarata resprodukter), så bedöms det stora elbehovet vid rening av gasen till användbart bränsle och den kostsamma infrastrukturen

(bl a högtryckskärl) vara hinder för teknikens utbredning (Fredriksson et al., 2006).

Beräkningarna indikerar att för att täcka livsmedelssystemets eget drivmedelsbehov skulle 38 procent (eller 23 procent vid biogas) av Sveriges åkermark (som är 2,6 miljoner hektar) behöva upplätas för produktion av drivmedel, mark som nu används till livsmedelsproduktion. Annorlunda uttryckt skulle vi behöva återta den cirka 1,1 miljon hektar åkermark som lagts ner sedan toppåret 1927 (Sveriges Nationalatlas 1990b).¹⁸ Detta skulle dock minska arealen skog med motsvarande yta, och fortfarande bara räcka för att täcka livsmedelssystemets eget drivmedelsbehov.

För att täcka enbart jordbrukets eget behov skulle 13 procent av åkermarken behöva avsättas för drivmedelsproduktion (vid RME/etanol) eller 8 procent (vid biogas). Alternativt skulle 340 000 (vid biogas 200 000) nya hektar behöva tillkomma.

Om vi använder trädad åkermark¹⁹ och/eller minskar odlingen av fodergrödor (och därmed vår köttkonsumtion) skulle mark teoretiskt kunna göras tillgänglig för jordbruket att producera sitt eget drivmedel. Vid ekologisk produktion skulle arealbehovet vara avsevärt större.

Men även om vi lyckades göra dessa omprioriteringar

Tabell 2.
Biobränsleskörd från åker i GJ och TWh per hektar och år.
Källa:
(Bernesson, 2004a,b)

| Biodiesel ur raps - RME (baserat på data från Bernesson, 2004a) | | |
|---|----------|-----------|
| | GJ/ha/år | TWh/ha/år |
| Energiskörd av raps (olja och biprodukter) | 63.9 | 0.0000178 |
| RME skörd efter förädling ¹⁷ | 40.3 | 0.0000112 |
| Etanol ur vete (baserat på data från Bernesson, 2004b) | | |
| | GJ/ha/år | TWh/ha/år |
| Energiskörd av vete (kärna och biprodukter) | 85.4 | 0.0000237 |
| Etanolskörd efter förädling | 52.1 | 0.0000145 |
| Biogas ur vall (baserat på data från Fredriksson et al., 2006) | | |
| Energiskörd av biogas efter förädling | 70.4 | 0.0000196 |

17. Här kompenseras vi för de förluster som uppstår i samband med förädling.

18. De marker som har övergivits har lägre skördepotential än de marker som våra data bygger på. Därför skulle arealbehovet i praktiken troligtvis vara ännu större.

19. Trädad och annan obrukad mark var 193 000 ha år 2004 (SCB).

| | Primärproduktion | Förädling | Distribution | Konsumtion | Totalt |
|--|------------------|-----------|--------------|------------|---------------------|
| Bränslebehov | | | | | |
| Diesel, TWh | 3.78 | 2.00 | 3.00 | 0.11 | 8.89 |
| Bensin, TWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.61 | 2.61 |
| Markbehov för bränsleproduktion | | | | | |
| RME, ha/år | 337 537 | 178 660 | 267 990 | 9 858 | 794 046 |
| Etanol, ha/år | 0 | 0 | 0 | 180 530 | 180 530 |
| | | | | | 974 576 ha |
| | | | | | ~ 1 milj ha |
| Alternativ: Biogas | 203 604 | 107 768 | 161 653 | 114 843 | 587 870 ha |
| | | | | | ~ 600 000 ha |

Tabell 3. Behovet av diesel och bensin i det svenska livsmedelssystemet och markbehovet för att producera motsvarande mängd RME och etanol, respektive biogas på jordbruksmark. Källa: Egna beräkningar baserade på data från (Johansson, 2005 och Bernesson, 2004a,b)

kan vi av andra skäl inte odla mer än cirka 180 000-200 000 hektar raps i Sverige. Dels begränsas rapsodlingarna klimatomfattigt och jordmånmässigt till de södra delarna av landet. Dels bör man inte odla raps oftare än vart femte till sjunde år för att förebygga växtföljdsjukdomar. Slutsatsen blir att inte ens jordbrukets eget drivmedelsbehov kan täckas av RME från åkermark.

Förklaringen till det stora arealbehovet för framställning av drivmedel från åkermark är att vi här försöker ersätta ett bränsle som producerats under geologisk tid

och under mycket speciella omständigheter (høgt tryck och temperatur) med bränslen som ska produceras på kort tid och direkt ur de glesa primära energikällorna.

Markbehov för att täcka skogssektorns drivmedelsbehov med skogsbaserad råvara

Det finns idag ingen produktion av flytande bränsle ur skogsråvara i kommersiell skala. Men erfarenheter från försök indikerar att dimetyleter (DME) kan vara ett lovande alternativ till diesel. DME framställs genom för-

| Biodiesel från träråvara (DME) (data från Vägverket, 2001, Berg och Lindholm 2005) | | |
|--|----------|-----------|
| | GJ/ha/år | TWh/ha/år |
| Energiskörd skogsråvara (fast virke) | 40.6 | 0.0000113 |
| DME skörd per ha och år (efter förädling) | 22.33 | 0.0000062 |
| Etanol från träråvara (data från Vägverket, 2001) | | |
| | GJ/ha/år | TWh/ha/år |
| Energiskörd skogsråvara (fast virke) | 40.6 | 0.0000113 |
| Etanolskörd per ha och år (efter förädling) | 18.27 | 0.0000051 |

Tabell 4. Drivmedelsproduktion ur skogsråvara i GJ och TWh per hektar och år. Källa: Egna beräkningar baserade på (Vägverket 2001, Berg och Lindholm 2005)

Tabell 5.
Markbehov
för att möta
skogssektorns
drivmedels-
behov ur egen
råvara.
Källa: Egna
beräkningar
baserade på
(Berg and
Lindholm 2005)

| Skogssektorns fossilbränsleförbrukning (Berg and Lindholm 2005) | | | |
|---|--|------------|---------|
| Diesel, TWh | | 4.04 | |
| Bensin, TWh | | 0.11 | |
| Skogsmark för att möta skogssektorns drivmedelsbehov | | | |
| Diesel ur träråvara (DME) | | 651 321 | ha skog |
| Bensin ur träråvara (Etanol) | | 21 675 | ha skog |
| Tillkommer markbehovet för drivmedelsförbrukningen i drivmedelsproduktionen | | 20 190 | ha skog |
| Totalt markbehov för skogssektorns bränslebehov | | ~ 700 000 | ha skog |
| Total skogsareal 22 000 000 (85% avverkningsnivå) ²⁰ | | 18 700 000 | ha skog |
| Markbehov i procent av total årlig avverkning | | 3.7% | |

gasning av träfibrer och genom syntetisering av gasen till diesel. Även etanol (som ersättning för bensin) går att framställa ur skogsråvara (Vägverket, 2001). Tabell 4 presenterar data för dessa två metoder att konvertera trä till flytande drivmedel.

Tabell 5 visar bränslebehovet inom skogssektorn (från skog till fabriksgrindarna) och arealåtgången för att producera detta bränsle ur skogsråvara.

Uppskattningen visar att det skulle räcka med cirka 3,7 procent av den svenska skogsarealen för att göra skogssektorn självförsörjande med drivmedel (från skog till grind). Här ska man dock tillägga att drivmedelsbehovet för transporten av skogsprodukterna när de lämnar sågverk och pappersbruk inte är medräknat. Denna analys är alltså inte lika komplett som den för livsmedels-systemtet, vilken sträcker sig ända fram till konsumentledet. Likaså saknas i det här fallet energiåtgången för att bygga, underhålla och driva de anläggningar som omvandlar skogsråvaran till DME respektive etanol, och energiåtgången för transport och lagring etc. före och efter konverteringen. Ska hela processen drivas med eget bränsle blir arealbehovet större.²¹

Markbehov för att täcka Sveriges drivmedelsbehov från den gröna sektorn

I tabell 6 fortsätter vi överslagsberäkningarna och visar arealbehovet för att ersätta all konsumtion av bensin och diesel med alternativ från åker respektive skog.²²

Uppskattningen visar att 6,3 miljoner (alternativt 4,2 miljoner) hektar skulle behövas för att framställa ersättning till dagens svenska konsumtion av diesel och bensin med drivmedel från åkern. Även om arealbehovet i absoluta tal är mindre på åkern än i skogen (15,1 miljoner hektar) så betyder 6,3 miljoner hektar nästan dubbelt så mycket åker som odlades under toppåret 1927 (3,7 miljoner hektar), vilket visar att detta alternativ står utom all realitet.

Låter vi istället skogen stå för hela drivmedelsproduktionen skulle nästan 80 procent av de årliga avverkningarna åtgå till drivmedelsproduktion, om vi vill ersätta hela dagens svenska drivmedelskonsumtion med DME och etanol från skogen, med känd teknik. I ett sådant scenario blir det inte mycket skog kvar för att täcka vårt behov av uppvärmning, papper och byggnadsmaterial vilket 99 procent av skogsråvaran idag används till.

20. Vi antar att dagens avverkningsnivå på 85% av den årliga tillväxten ligger kvar av naturvårdsskäl.

21. Vi saknar data för att säga hur mycket större.

22. Vi har valt att inte genomföra beräkningar på ersättning för flyg- och fartygsbränsle eftersom det i dagsläget inte finns några prövade alternativ för dessa drivmedel och vi därför inte kunnat få fram LCA data som underlag för beräkning.

| Konsumtion av fossila drivmedel i Sverige (Energimyndigheten 2004) | | |
|---|------|------------------|
| Diesel, TWh | 33.3 | |
| Bensin, TWh | 49.2 | |
| Alternativ 1: Dagens svenska drivmedelskonsumtion ersätts med åkerbaserade alternativ | | |
| Diesel ur raps (RME) | 2.9 | miljoner ha åker |
| Bensin ur vete (Etanol) | 3.4 | miljoner ha åker |
| Totalt behov av åkermark för drivmedelsproduktion | | |
| Alternativ a: (RME + Etanol) | 6.3 | miljoner ha åker |
| Alternativ b: Biogas | 4.2 | miljoner ha åker |
| Dagens åkerareal | 2.6 | miljoner ha åker |
| Åkerareal 1927 (toppåret) | 3.7 | miljoner ha åker |
| Alternativ 2: Dagens svenska drivmedelskonsumtion ersätts med skogsbaserade alternativ | | |
| Diesel ur träråvara (DME) | 5.4 | miljoner ha skog |
| Bensin ur träråvara (Etanol) | 9.7 | miljoner ha skog |
| Totalt skogsbehov för produktion av biodrivmedel | | |
| Total skogsareal 22 000 000 (avverkningsgrad 85%) | 18.7 | miljoner ha skog |
| Arealbehov i procent av årlig avverkning | 80% | |

Tabell 6.
Arealbehov för att ersätta hela den svenska fossilbränsleanvändningen med åker- respektive skogsbaserade alternativ.
Källa: Egna beräkningar baserade på (Energi-myndigheten 2004)

Olika metoder ger olika svar

Utifrån våra beräkningar ovan kan vi inte sluta oss till vilket energinetto som framställning av drivmedel ur skogs- respektive jordbruksråvara skulle generera. Den direkta drivmedelsförbrukningen för drivmedelsproduktion inom jordbruket kan uppskattas till 6 procent

medan den inom skogsbruket ligger omkring 3 procent av drivmedelsskörden. Men vi saknar uppgifter om de indirekta energi- och resursbehoven för att i stor skala konvertera biomassan till flytande bränsle. Detta gör att vi inte kan säga hur (eller ens om) det skulle fungera om hela systemet för drivmedelsproduktion från den gröna

sektorn drevs på eget bränsle.

Våra uppgifter är särskilt bristfälliga när det gäller DME ur skogsråvara. Tillgängliga livcykelsanalyser visar på vitt skilda energinetton, skillnaden är upp till faktor 29 i de olika studiernas output/input kvoter. Variationen i resultaten beror dels på vilken produktionsskala man har antagit, dels hur man valt att allokera för restprodukter (Berg och Lindholm 2005, Bernesson et al. 2004).

Det är viktigt att notera att el, olja, gas, RME/DME, etanol, fast ved, raps och vete är olika produkter med mycket olika karaktär och kvalitet. Förutom skillnaden i förnybara/icke förnybara har energibärarna olika energidensitet (J/kg och J/m³). De har olika förmåga att omvandla sitt energiinnehåll till mekaniskt arbete (exergi). De är olika energikrävande att konvertera (exempelvis från fast till flytande), har olika egenskaper vid lagring och transport (jämför t.ex. pipelines för gas, elledningar och timmerbilar), är olika rena och är olika riskfyllda att framställa och använda. I våra beräkningar ovan har vi inte korrigerat för dessa kvalitativa skillnader utan räknat mycket förenklat på energibärarnas värmevärde.

Det finns forskare som menar att detta är ett ofullständigt sätt att räkna vilket kan skapa missledande slutsatser (Hall et al. 1986, Odum 1996, Brown and Ulgiati 2002, Brown and Ulgiati 2004, Cleveland 2005, Ulgiati et al. In press). Dessa har utvecklat andra beräkningsmetoder som tar hänsyn till kvalitetskillnaderna mellan exempelvis solljus, ved, olja, etanol och el.

Även om de flesta inser vikten av att ta hänsyn till de olika energiformernas kvalitetsaspekter råder det delade meningar om hur man i beräkningar ska göra det rent praktiskt. En skiljelinje handlar om ifall energikvaliteten ska räknas som värdet vid slutanvändningen eller i termer av vad det kostar att framställa energibäraren. För var och en av de här två principerna finns åtminstone två sinsemellan väldigt olika metoder, vilket ger fyra väsensskilda angreppssätt.

1. I exergianalysen beräknas energibärarens förmåga att utträtta mekaniskt arbete. I exergitermer är skillnaden mellan el och olja/kol mycket liten. Exergi är ett väletablerat teoretiskt begrepp inom fysik och kemi och har som sådant många fördelar när det gäller att ta hänsyn till energikvaliteten i enskilda processer. Svagheten med exergibegreppet är att det är endimensionellt.

2. Cleveland (2005) har utvecklat en metod som fångar olika energibärarens mångdimensionella användarvärden så som flexibilitet, transportbarhet, renhet, osv., kvaliteter som har stor praktisk ekonomisk betydelse. Enligt Clevelands metod skulle elen kvalitetsmässigt överträffa kolet med faktor 18, ett resultat som skiljer sig avsevärt från det man får när man använder exergibegreppet ensamt (Cleveland 2005).

Tittar man istället bakåt i kedjan finns det två angreppssätt varav det ena även i detta fall lämpar sig för studiet av enskilda processer, medan det andra används för studier av hela system.

3. Ett sätt är att mäta vad som krävs för att konvertera en energibärare till en annan. Exempelvis krävs det 3-4 energienheter kol för att framställa 1 enhet el. Detta skulle ge elen en kvalitetsfaktor 3-4 över kolet (Cleveland 2005).

4. Ett annat sätt är att följa alla energiflöden hela vägen tillbaka till källan. Detta görs i emergianalysen (Odum 1996). I denna översätts alla energibärare till det gemensamma måttet "solenergiekvivalenter" (SEJ). På så sätt möjliggörs en jämförelse som tar hänsyn till kvalitetskillnaderna på en gemensam bas. Enligt denna metod skulle elen kvalitetsmässigt överträffa kolet med faktor 4.3 (Odum 1996).

Olika metoder ger sålunda olika svar, och lämpar sig också olika bra beroende på vilken fråga som ska besvaras. Vi har i denna rapport inte utrymme att närmare förklara de antaganden och synsätt som ligger till grund för de olika metoderna. Vi får här nöja oss med att konstatera att det finns mycket kvar att göra när det gäller

att skapa förståelse mellan olika perspektiv och även för att skapa lekmannamässig förståelse och beredskap att tolka de delvis motstridiga resultaten av energianalyser, energiekonomiska analyser, exergianalyser och emergi-analyser.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att oavsett metodologiska osäkerheter innebär ett skifte från olja till biomassa en mycket stor utmaning. Även våra beräkningar ovan, som inte fullt ut tar hänsyn till indirekta resursflöden och kvalitetsaspekter hos energibärarna, pekar på att vi står inför allvarlig konkurrens om markresursen. Åttio procent av den årliga avverkningen skulle åtgå om vi skulle ersätta alla fossila drivmedel med drivmedel från skogen. Tar vi med emergianalysens hjälp med de indirekta flödena (energiåtgång för att framställa insatsvaror i alla led bakåt i kedjan) blir arealbehovet minst tre gånger större (Doherty et al. 2002). Ur ett emergiperspektiv skulle det alltså åtgå mer än dubbelt så mycket skog som det avverkas idag i Sverige, för att täcka råvarubehovet till dagens drivmedelskonsumtion. För att kunna täcka den totala oljeimporten med skogsråvara skulle vi behöva trefaldiga vår skogsareal och då kvarstår fortfarande att täcka de behov som vi idag använder skogen till (ved, timmer och papper) (Doherty et al. 2002, SCB 2005).

Genom att inkludera de indirekta energiflödena ger emergianalysen oss en indikation över kostnaderna att upprätthålla vårt ekonomiska system och vår livsstil. Slutsatsen ur en sådan analys blir att ett bioenergidrivet samhälle skulle se mycket annorlunda ut än dagens. Istället för att som idag optimera våra resurser kring en miljöförstörande, men mycket koncentrerad lagerresurs som ger samhällsekonomin mycket stor drivkraft, skulle ett bioenergidrivet samhälle innebära ett samhälle som

optimerar sina resurser kring en ren men gles fondresurs som ger betydligt lägre ekonomisk drivkraft. Stämmer analysen skulle vår livsstil och vår energiförbrukning behöva förändras radikalt.

7. Bilder av framtiden

Ett vanligt sätt att ta sig an framtidsfrågor är att bygga scenarier.^{23,24} Scenarier kan utgöra en värdefull form av beslutsunderlag då ett digert faktamaterial behöver bearbetas så att det blir användbart för lekmän i en beslutsituation. Grundläggande för alla sorters scenarier är att man spelar med variabler och ser vad som händer om man ändrar den ena eller andra variabeln. Avgörande för scenariernas värde som beslutsunderlag är att de som bygger scenarierna väl känner till samspelet i systemet och med dess omgivning. Ju mindre system och ju kortare tidsperspektiv desto lättare är det att bygga adekvata scenarier. I långa tidsperspektiv ökar osäkerheten och det blir allt mer vanskligt att anta att det finns en konstant bakgrund mot vilken man kan spela med variabler.

En kommande oljeknapphet kan fungera just som en förändring av de grundläggande förutsättningarna. Mycket av det vi hittills har tagit för givet kan komma att ställas på ända, vilket gör det mycket svårt att ställa upp relevanta scenarier.

Detta är ett skäl till att vi i denna rapport har valt att inte arbeta med scenarier. Ett annat skäl för detta val är att rapporten är tänkt som ett underlag för samtal och inte som beslutsunderlag. Ett tredje skäl hänger ihop med hur vi hanterar våra värderingar när vi talar om framtiden.

Åsikter utgör en kombination av kunskap, värderingar och antaganden. Oenighet när det gäller framtidsfrå-

23. Börjesson et al skiljer på tre sorters scenarier: Prediktiva scenarier som svarar på frågan "vad kommer att hända om...?"; Explorativa scenarier som svarar på frågan "vad kan hända om...?"; och Normativa scenarier som svarar på frågan "hur kan ... uppnås?". De prediktiva scenarierna närmar sig det vi normalt sett kallar för prognoser. De explorativa scenarierna ställer en liknande fråga men arbetar med längre tidsperspektiv och fler parametrar vilket gör att dessa scenarier handlar om ett utforskande av möjligheter. Den tredje sortens scenarier kallar författarna för normativa eftersom de utgår från ett förutbestämt mål ska uppnås och scenariearbetet syftar till att utforska olika vägar till att uppnå målet. (Börjesson et al 2005)

24. Vi vill här bara nämna några exempel på scenariearbeten som är värda att studera för att få en bild som kompletterar den väg vi har valt: Heinberg 2004 beskriver fyra scenarier för olika mänskligt beteende (Last One Standing (resurskrig), Powerdown (organiserad omställning till hållbarhet), Waiting for Magic Elixir (förnekelse), samt Building Lifeboats) men utgår i alla fyra från att det vi kallar "den teknikskeptiska hållningen" har rätt. Raskin et al 2002 har skissat sex scenarier (marketforces, policy reform, fortress world, breakdown, great transition och eco-communalism). Det irländska projektet Energy Scenarios Ireland arbetar med fyra scenarier som löper utefter två dimensioner: tidig/ sen oljetopp respektive proaktiv/reaktiv irländsk politik (<http://info.energy-scenariosireland.com>). Ett annat exempel är projektet Millenium Ecosystems Assessment som formulerar sina scenarier utifrån dimensionerna: proaktiv/reaktiv attityd till miljöfrågor respektive internationellt samarbete eller ej.

gor berör ofta våra grundläggande (ibland omedvetna) antaganden om hurdan tillvaron ytterst är beskaffad. Dessa antaganden och värderingar styr också (delvis omedvetet) vilken kunskap och information vi tar till oss. För att kunna mötas i samtal behöver vi alltså lyfta upp värderingar och antaganden till ytan och hitta ett sätt att samtala om dem.

Vi har därför valt att skriva framtidsbilderna som visioner. En vision är en bild av en önskvärd framtid. Därför tydliggörs värderingarna här bättre än vad man normalt sett gör i scenarier. Visioner skiljer sig också från scenarier i det att de ger kraft till förändring. Därmed inte sagt att verkligheten alla gånger blir som den var beskriven i visionen. Visionens funktion är främst att utgöra drivkraft och ledstjärna för individer, organisationer och samhällen i förändring. Visionens kraft kommer ur den längtan som den ger uttryck för och ur balansen mellan fantasifullhet och trovärdighet. En abstrakt tanke fungerar inte som vision. En vision behöver innehålla exempel som konkretiserar hur tillvaron skulle kunna te sig om visionen blev verklighet (Ziegler 1995). Detta förklarar varför de visioner vi målar upp nedan innehåller en blandning av stort och smått samt sannolikt och mindre sannolikt.

Det är visionernas funktion som drivkraft som gör dem intressanta. Människans förmåga att generera händelseförlopp genom sin längtan (eller genom sin rädsla) ska inte underskattas. Men vi lever också i en fysisk verklighet där människan inte styr allt. Vad händer om några av de antaganden som visionen bygger på visar sig inte stämma överens med naturlagarna?

En avgörande vattendelare mellan olika syner på framtiden handlar om tron på teknologiska framsteg. Vi har därför, inspirerade av Costanza, valt att beskriva två framtidsvisioner som skiljer sig just i detta avseende (Costanza 2000).²⁵ Den första visionen (A) utgår från att teknologiska framsteg kommer att kunna lösa alla slags problem i takt med att de uppstår. Genom ny tek-

nik kommer vi att kunna klara vår energiförsörjning och fortsätta att utvidga högenergisamhället även efter att oljan fasas ut. Samtidigt förväntas miljöproblemen få sin lösning och även en rättvis fördelning kunna åstadkommas. Den andra visionen (B) utgår från en hållning som är skeptisk till att de problem vi nu står inför kan lösas genom ytterligare tekniska genombrott. Det är enligt detta synsätt angeläget att förbereda för en ordnad omställning till det lågenergisamhälle som vi förr eller senare ändå kommer att tvingas till. Att förbereda denna omställning i tid är enligt detta synsätt en förutsättning för att vi också ska kunna klara miljön, rättvisan och freden.

Vi har valt dessa två poler mot bakgrund av att vi ser att en stor del av oenigheten i den pågående debatten om den kommande oljeknappheten löper längs dimensionen teknikooptimism - teknikskepticism. Som underlag för att skriva visionerna har vi läst debattartiklar, samtalat med företrädare för båda ståndpunkter och använt vår inlevelseförmåga för att med den egna fantasin till hjälp skriva en sammanhållen vision.

Nedan kommer vi att beskriva dessa två visioner ur ett "inifrån-perspektiv". Texten är skriven som en "framtidshistoria", dvs. utvecklingen berättas av en tänkt person som lever vid nästa sekelskifte. Det hundraåriga perspektivet har vi valt för att komma ifrån den fruktlösa diskussionen om huruvida oljan toppar nu eller om trettio år. Med ett tillräckligt långt tidsperspektiv kan vi rikta blicken mot de viktiga principiella frågorna, oavsett exakta tidpunkter. Tittar vi bakåt är hundra år ett tidsperspektiv som de flesta av oss fortfarande kan relatera till genom äldre släktingar som vi känt personligen. Visionerna är medvetet suggestivt och fantasieggande skrivna för att ge läsaren ett tillfälle att leva sig in i ett perspektiv som hon/han normalt sett inte delar. Avsikten är inte bara att väcka tankar, utan också känslor.

I det efterföljande kapitlet skiftar vi till analytisk ton för att betrakta visionerna "utifrån" och skärskåda dem.

25. Costanza beskriver fyra framtidsbilder. Den teknikooptimistiska kallar han för "Star Trek" och den teknikskeptiska för "Ecotopia". Därefter ställer han frågan: Vad händer om man försöker förverkliga "Star Trek", men de antaganden de bygger på visar sig vara felaktiga. Detta A-scenari kallar han för "Mad Max". Motsvarande fråga för Ecotopia leder till ett B-scenario som han kallar för "Big Government". Med dessa som grund arbetar Costanza med spelteori i kombination av opinionsundersökningar för att ta reda på vilket som är det förnuftigaste förhållningssättet. Läs hela artikeln på: <http://www.consecol.org/vol14/iss1/art5>

Inspirerade av Costanza bygger vi analysen på frågan: Vad händer om vi använder en av visionerna som ledstjärna för beslut och investeringar och de antaganden som ligger till grund för visionen visar sig vara felaktiga? (Costanza 2000)

Syftet med detta tvåstegsupplägg är att bygga en gemensam referensram där personer som har olika värderingar ändå kan delta i samma analys.

Vi har avsiktligt valt bort att beskriva dystopier²⁶ i motsvarande målade ordalag som visionerna. Analysavsnittet innehåller istället det som skulle kunna utgöra stoff att författa dystopier.

Förutom skillnaden i syn på teknologiska framsteg har vi valt att fylla bägge visioner med en rad optimistiska antaganden. Man skulle kunna säga att båda visionerna är politikoptimistiska. Båda antar att man bedriver en klok och proaktiv politik i tillräckligt många av de inflytelserika länderna i världen. I båda fall antar vi avgörande politisk handlingskraft att i god tid sörja för alternativ energiförsörjning innan oljepriserna rusar i höjden. I båda fall finns också effektiva åtgärder för att avvärja globala miljöhot med växthusproblemet och alla dess földeffekter som nummer ett. Visionerna är också lika i det att vi i båda förutsätter en strävan efter en fredligare och mer rättvis värld. Men i var och en av visionerna utgår proaktiviteten från visionens egen logik. Strävan att säkra klimatet och energitillförseln samt att möjliggöra fred och rättvisa är gemensam - men åtgärderna är olika grundade på olika analyser färgade av antingen teknikoptimism eller teknikskeptisism.

Man kan med rätta ifrågasätta om inte dessa politikoptimistiska antaganden gör visionerna allt för osannolika. Vi har ändå bedömt att det är rimligt att utgå från denna optimistiska hållning, eftersom den stämmer väl överens med den officiella svenska hållningen. Dessutom är det just alla "goda" sidor hos visionerna som ger dem en visionär dragningskraft och genom att politikoptimismen gäller symmetriskt i båda visioner kan

vi lättare renodla den intressanta skillnaden i synen på teknologiska framsteg.

I det efterföljande analysavsnittet kommer vi också att titta på vad som händer, i vart och ett av fallen, om den proaktiva politiken uteblir.

Nu till visionerna.

A. Högennergisamhälle

Världen

Vi kan konstatera att pessimisterna från det förra sekel-skiftet hade fel på de flesta punkter.

Oljan räckte längre än många trodde. Toppen kom inte förrän 2038. Detta berodde på flera samverkande positiva händelser. Dels blev det en kontinuerlig övergång till tjockare oljor, dels satsade ledande industriländer redan i början av seklet hårt på att ersätta oljan vilket gjorde att efterfrågan mattades av.

Till att börja med var det uppvärmningen i de kalla länderna som ställdes om från olja till biobränsle. Denna övergång stimulerades både av de tillfälligt höga oljepriserna under de första åren på 2000-talet och av verkningfulla koldioxidskatter som infördes i alla industriländer från 2015 för att skydda det globala klimatet. Under den första halvan av seklet femfaldigades användningen av biobränslen i världen. För denna ökning stod framför allt skogsprodukter i både Nord och i Syd, men också storskalig sockerrörsodling i Syd.

Redan under 2010-talet fanns det en mångfald av alternativa fordonsbränslen på marknaden. Några var biobaserade, andra tillverkades av naturgas eller kärnkraft. Kreativiteten var enorm och många av bränslena försvann lika fort som de kom därför att de inte klarade konkurrensen. Det skulle dröja ända till 2060-talet till den vätgasdrivna bränslecellsbilen slutligen vann striden om att vara den mest konkurrenskraftiga.

Den internationellt bindande klimatpolitiken gjorde

att kolet inte kom att ersätta oljan i någon större omfattning förrän efter att även naturgasen ”toppat” år 2061. De kvarstående reserverna av kol kommer väl till pass eftersom vi nu behärskar tekniken att framställa vätgas ur stenkol samtidigt som kolatomerna pumpas tillbaka ner i berggrunden vilket gör användningen klimatneutral. Denna teknik tillsammans med tekniken att direktomvandla solenergin till vätgas kommer att driva världsekonomin länge än, eftersom reserverna av kol fortfarande är mycket stora och inflödet av solenergi fortfarande är tusen gånger större än vad vi idag tar tillvara på.

Visst har det gångna seklet inneburit en del påfrestningar. Särskilt rådde viss turbulens kring fordonsbränslen under den första halvan av seklet. Men övergången från ett energislag till ett annat har inte påverkat tillväxten och välfärden i något nämnvärt avseende. Världsekonomin har vuxit med i genomsnitt 4 procent per år under hela detta sekel, vilket innebär att den samlade ekonomiska aktiviteten har 36-faldigats sedan 1950.

Tillväxten i Syd har under hela seklet varit högre än i Nord. Till i-länderna räknas nu även Indien, Kina, Indonesien, Malaysia, Thailand, Vietnam, Brasilien, Mexico, Argentina, Chile, Sydafrika samt många fler. Genom aktiv fördelningspolitik i dessa länder har två miljarder människor lyfts upp ur fattigdom till en standard jämförbar med den svenska. Sedan 2075 pågår ett kraftfullt program att hjälpa de återstående fattiga länderna att komma direkt in i soltekniken utan att behöva göra de omvägar som de rika länderna har gjort. De globala klyftor som kändes så besvärande hotfulla för världsfreden under 2020-talet håller nu på att slutas och befolkningsmängden har stabiliserats vid 12 miljarder.

Sverige

Sverige klarade sig bättre än många andra länder genom omställningarna. Det som gynnade oss var vår långa tradition av samförståndsanda som gjorde den proaktiva politiken möjlig, men också vårt gröna guld, skogen.

Även om befolkningen idag har ökat till 20 miljoner, främst genom invandring, är landet fortfarande glest befolkat i internationell jämförelse.

Sverige visade sig ha en viktig komparativ fördel i det att vi tidigt infört koldioxidskatter som redan under slutet av 1900-talet börjat stimulera energieffektivisering och utveckling av förnybara energiformer. Energiteknik blev därför en viktig svensk exportprodukt under 2020-talet. Sverige fortsatte att gradvis höja koldioxidskatten, så länge den inte motsvarade de verkliga kostnaderna för koldioxidutsläpp till atmosfären. Tillsammans med en lång rad av andra kraftfulla ekonomiska styrmedel gjorde detta att vi under flera decennier behöll värt tekniska försprång.

Redan år 2038 när oljan ”toppade” i världen var Sverige helt oberoende av olja. En ny byggnorm infördes redan 2010 vilket innebär att det nu nästan inte finns några hus kvar längre av den gamla sorten som behövde värmas upp på vintern. Husen är så välisolerade att det räcker med den spillenergi som ändå kommer från lampor, elektriska apparater och invånarnas kroppsvärme för att hålla värmen på en behaglig nivå. Ändå har de flesta en liten braskamin för trivselns skull.

De svenska biltillverkarna gick tidigt över till alkoholer som etanol och metanol som drivmedel. För tyngre fordon blev DME det dominerande bränslet, som liksom alkoholer kunde tillverkas genom förgasning av restprodukter från jord- och skogsbruk. Dessa bränslen dominerade till 2060 när vätgasen producerad direkt med solenergi tog över. Bilar, lastbilar, flygplan och tåg har effektiviserat sin energiåtgång med faktor 20 på hundra år. Tåget är fortfarande det i särklass mest energisnåla transportmedlet men kan ju som bekant inte fylla alla transportbehov.

Återvinningen av material från jordskorpan har blivit näst intill total. Detta gör att vi äntligen har fått bukt med avfallsproblemet och många av de miljöproblem som hängde samman med spridning av metaller och svärnedbrytbara kemiska ämnen till luft, vatten och

mark. Under hela seklet har detta varit en av de svåraste frågorna att lösa. Den rikliga tillgången på energi har nämligen gjort allt större materialomvandlingar möjliga och så länge dessa löpte i ett linjärt flöde så skapades en mängd problem både på resurs- och på avfallssidan.

Jordbruk

Storleksrationaliseringen i jordbruket som startade under slutet av 1900-talet har fortsatt under hela detta sekel. Det är nu endast en promille av befolkningen som arbetar inom jordbruket och den genomsnittliga gårdsstorleken ligger omkring 1 000 hektar inräknat driftbolog omfattande flera mindre gårdar. Ett viktigt genombrott var när de förarlösa traktorerna kom i dagligt bruk under 2050-talet. Dessa arbetar effektivt och med stor precision med hjälp av GPS.

Skördarna har ökat markant med hjälp av nya sorter som tagits fram med hjälp av genteknik, en teknik som i början på detta sekel endast var i sin vagga. Då, för hundra år sedan, var det perifera egenskaper hos växterna man lyckades förändra genom genteknik. Sedan ett svenskt forskarteam vid Genetikcentrum i Uppsala lyckades knäcka koden bakom fotosyntesen 2067 odlar vi nu enbart växter med förbättrad fotosyntes. Den verkningsgrad på mindre än 1 procent som naturen gav oss har kunnat mångfaldigas och allt tyder på att denna utveckling ännu bara är i sin början.

Idag ställs det mycket högre krav på jordbruket än för hundra år sedan. Jordbruket producerar förutom mat och fibrer också bränsle (DME och alkoholer som etanol och metanol). Dessutom tillverkas hela behovet av plaster, smörjmedel, hartser, limmer, bindemedel till asfalt och färger, rengöringsmedel och mediciner nu av grödor från åkern. Dessa har sedan 2070 helt ersatt de petroleumbaserade materialen med samma funktion.

Trots att produktionen per hektar är mångfaldigad mår jordarna bättre nu än för hundra år sedan, likaså har näringsläckaget minskat och den biologiska mångfalden

ökat i jordbrukslandskapet. Detta på grund av att de datorburna informationssystemen ger information i mycket hög upplösning om allt som händer på gården vilket möjliggör långt driven precision i alla brukningsåtgärder.

Skogsbruk

Även inom skogsbruket har allt färre människor kunnat sköta allt större arealer. Mekaniseringen inom skogen nådde sin topp omkring år 2020 avseende storleken på maskinerna. Därefter har den tekniska utvecklingen av skogsmaskiner framförallt inriktat sig på att bli ”smartare”. Inte bara genom att de moderna maskinerna drar en bråkdel av den energi som bjässarna på 2010-talet gjorde. De lämnar framför allt betydligt mindre spår efter sig vilket gör att höga naturvärden är väl förenliga med ett effektivt skogsbruk.

I och med övergången till det papperslösa kontoret har behovet av papper minskat radikalt. Detta skapade utrymme för ökad användning av skogsråvara för uppvärmning och fordonsbränsle. Vi ligger kvar på samma avverkningsgrad som för hundra år sedan (cirka 85 procent av den årliga tillväxten) för att kunna säkra tillräckligt mycket gammelskog, både för natur- och kulturvärdenas skull och för att behålla nödvändig resiliens i skogssystemet. Men i och med att vi under de senaste decennierna har börjat plantera träd med långt mer effektiv fotosyntes kommer skördecyklerna skyndas på avsevärt och vi kommer att kunna skörda mer trots att mycket mark avsätts i naturreservat.

B. Lågenergisamhälle

Världen

De höga oljepriserna under 2005 blev den första riktiga väckarklockan. Även om oljepriserna kom att fluktuera under de kommande åren insåg allt fler att den långsiktiga trenden skulle gå oåterkalleligen uppåt. Efter toppen

2009 föll produktionen brant och priset steg snabbt.

Redan några år tidigare hade det gått upp för både forskare, politiker, näringsliv och allmänhet att någon lika kraftfull energikälla som oljan inte skulle gå att uppbringa. Vid mängder av möten och konferenser diskuterade man hur den kvarvarande, nu allt dyrare, oljan skulle användas.

De första årtiondena var oroliga. Konkurrensen om de krympande oljeresurserna skapade en ständigt närvarande oro för att krig mellan de stora oljekonsumerande länderna skulle utbryta. Även mellan de oljeproducerande länderna och resten av världen ökade spänningarna. Ett annat orosmoln var klimatförändringarna.

Det föddes en längtan hos allt fler att bygga en hållbar framtid, dvs. en framtid baserad enbart på förnybara resurser. Eftersom de fossila alternativen till olja skulle ha givit ännu större klimatpåverkan - per nyttig energi - än olja, avstod man tidigt från storskalig satsning både på kol, tjärsand, oljeskiffer, metanhydrater, osv. Kärnkraft sågs inte heller som ett framtidsalternativ. Dels för att kärnkraften inte var särskilt effektiv när kostnaderna för den ännu osäkra slutförvaringen räknades in, dels för att uranet också var en ändlig resurs.

Alla insåg det som så länge hade förnekats: att en övergång till enbart förnyelsebara källor skulle komma att innebära en framtid med betydligt mindre tillgång till energi och att industriländerna måste minska sin energiförbrukning radikalt för att möjliggöra en rättvis fördelning av de begränsade resurserna. Högtflygande hightech-lösningar avfärdades då dessa antingen förutsatte infrastrukturer som krävde ett för högt energiunderstöd, eller byggde på tekniska lösningar som ännu inte skadat dagens ljus.

Tur var att framsynta människor i fyra decennier före toppen hade byggt alternativ i det tysta. Detta pågick både i Nord och i Syd och nätverken mellan dessa initiativ var starka. Det fanns en rik flora av sociala och tekniska experiment som snabbt kunde stå förebild och

skalas upp: räntefria banker, organiserad rättvis internationell handel, lokala bytesringar, utsädesbanker, odling utan industriella insatsmedel, direktdemokratiska mötesformer, enkla energisnåla tekniska lösningar för vardagslivet, olika former för lokalt samägande och lokal förvaltning... etc. Människor som i decennier arbetat ideellt eller halvideellt med att bygga alternativ blev plötsligt de mest anlitade rådgivarna. Att mycket kunskap redan fanns gjorde att omställningen blev lättare än många trott.

När de internationella organen demokratiseras fick det till följd att regelverken för den internationella handeln, finansmarknaden, etc., förändrades i grunden för att gynna rättvis fördelning och resursbevarande, framför ekonomisk tillväxt.

Att vända ständigt expanderande ekonomier till att bli kontraherande, var oerhört svårt. Det tog ända fram till 2060-talet innan någon slags normalitet i den nya världsordningen infann sig. Då hade invånarna i de rika länderna börjat vänja sig vid den nya livsstilen. Man hade börjat uppskatta den livskvalitetsförbättring som till mångas överraskning blev följden av det som för hundra år sedan skulle ha kallats "sänkt standard".

Vid den här tiden hade också människor i de tidigare så kallade u-länderna slutat sörja över att de missat den historiska köpfesten. Man kunde nu istället börja glädja sig över resultat av den nya rättvisa världsordningen. När dessa länder inte längre oupphörligen dränerades på sina resurser kunde en process starta av materiella förbättringar, demokratisering, fördelning och kulturell återhämtning.

Sverige

Sverige spelade en viktig roll som förebild för de andra i-länderna. Så snart det blev allmänt känt att vi befann oss nära toppen på den globala oljeproduktionen förstod framsynta beslutsfattare att ju tidigare vi skulle börja den nödvändiga omställningen, desto mindre skulle

den kosta oss. Det var självklart att priset på alla energiformer skulle påverkas av priset på olja. Den enskilt viktigaste målsättningen var därför att förbereda sig på att klara sig på mindre energi.

Eftersom det var ovisst vilka lösningar som skulle hålla i längden uppmuntrade staten till regional och lokal experimentlusta och en mångfald av lösningar. Via föreningslivet och bildningsförbunden nåddes under de första åren nästan hela befolkningen av erbjudandet att delta i handlingsinriktade studiecirkel som inte så mycket gick ut på att lära ut (lösningarna var ju ovissa) utan mer på att väcka befolkningens kreativitet och engagemang för frågorna. Det bildades också lokala och regionala energiråd med brett medborgardeltagande.

Under oljeeran hade vi lagt oss till med en oerhört energikrävande livsstil där vi transporterade både människor och varor hit och dit över jordklotet på ett sätt som idag känns helt verklighetsfrämmande. Idag finns berättelsen om brödbilarna från Pågens och Polar som möttes på halva vägen mellan Skåne och Norrbotten, båda för att transportera bröd till andra änden av landet, i skolans historieböcker. Barnen har svårt att tro att det är sant. Långväga transporter sker nu med järnväg eller högeffektiva segelfartyg. I butikerna finns övervägande lokalt och regionalt producerade varor. Detta gynnar ett levande och diversifierat näringsliv i hela landet.

Merparten av den tekniska utveckling som skedde under oljeeran har vi idag ingen glädje av. Under oljeeran var man i allmänhet blind för det energiunderstöd i kringssystemen som en viss teknik krävde. Det viktigaste tekniska bidraget från oljeeran till vår tid är Internet. Det har visat sig vara ett robust, effektivt och delvis självorganiserande system som hjälper till att knyta ihop världen, nu när flygresor blivit otänkbara.

Många lösningar från äldre tider har kommit tillbaka i ny tappning. Kallskafferiet ingår t ex återigen som en självklar del i byggnormen. De höga råvarukostnaderna gör att gångna tiders flod av ”slit och släng”-prylar

är ett minne blott. En framgångsrik tillverkare satsar idag på livslängd, reparerbarhet, multifunktionalitet och att möjliggöra materialåtervinning. Detta leder till att prylfloden har minskat avsevärt, vilket de flesta upplever som en stor lättnad. Det är ovanligt med privatpersoner som äger en bil. Istället finns bilpooler, taxi och ett tätt nät av buss- och tågförbindelser. Detta gör att lanthandlar, skolor, brandvärn och kollektivtrafik återigen är en självklarhet på landsbygden.

När vi försöker leva oss in i hur det var att leva vid det förra sekelskiftet tycks det som om den stora tillgången på billig energi drog upp tempot på allt och människor fick bråttom med att leva. Idag är det helt annorlunda. Vi är nu mer orienterade mot att uppleva gemenskap och existentiella värden. Många människor kombinerar lönearbete på deltid med självförsörjning eller att ta hand om barn och gamla. På så sätt skapas en balans mellan fysiska, känslomässiga och intellektuella utmaningar så att vi håller oss friska och välmående långt upp i åren. Begreppet ”utbrändhet” tillhör medicinalhistorien. Den naturliga motion som kommer genom att vi nu cyklar och går i stället för att åka bil, samt den förändring av dieten med en ökning av rotfrukter, mjölksyrade grönsaker och minskning av kött, fett och socker gör också att folkhälsan förbättrats avsevärt på hundra år. Troligtvis var det denna frivilliga omorientering av livsvärdena som var förutsättningen för att vi klarade omställningen till ett lågenergisamhälle så bra som vi gjorde.

Den gröna sektorn

Under 2030-talet blev det en anstormning till utbildningarna på Lantbruksuniversitetet i och med att efterfrågan på kunskaper om hållbar biologisk produktion vida översteg utbudet. Universitetet genomgick en kraftig omstrukturering för att ställa om forskning och undervisning efter de nya behoven.

Effektivisering inom jord- och skogsbruk blev under 2030-talet liktydigt med att bygga resilienta energisnåla

system. Idag är 10 procent av befolkningen heltidssysselsatta inom jord- skogs- och trädgårdsbruk. Därtill kommer en mycket stor andel deltidssysselsatta och fritidsodlare, mellan vilka det är svårt att dra en skarp gräns. Räknar man in förädling av produkterna från jord och skog så är omkring 80 procent av befolkningen på något sätt inblandad i vad som tidigare kallades ”den gröna sektorn”, om än inte alla på heltid.

När användningen av handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel minskade kraftigt under 2030-talet innebar det till en början ett stort skördebortfall. Det var först när äldre sorter plockades fram ur genbanker och den nya förädlingsvägen givit resultat som skördarna började öka igen under mitten av 2040-talet. Man ska komma ihåg att förvånansvärt mycket möda hade lagts ner omkring det förra sekelskiftet på att förädla växter som krävde att bli omskötta som bebisar för att överhuvudtaget överleva (förutom att bebisar naturligtvis inte tål den kemikalieexponering som dåtidens jordbruksgrödor fick utstå). Idag är förädlingsarbetet istället inriktat på att ta fram friska och robusta växter som ger god skörd även under magra och växlande förhållanden. För detta förädlingsarbete används de beprövade traditionella selektionsmetoderna som använts framgångsrikt i tusentals år.

Köttproduktionen har ställt om från installerade spannmålsätande djur till betande grovfoderomvandlare vilket är mycket mer resurseffektivt. Eftersom bara mark som inte går att plöja används som bete har köttproduktionen totalt sett också minskat. Lin blev en stor gröda när priset på bomull steg i mitten på seklet till följd de nya reglerna för rättvis internationell handel. Men jordbrukets huvuduppgift är fortfarande att producera mat. Eftersom varje brukningsenhet behöver egna stödarealer för att tillgodose behovet av driftsenergi och näring blir det inte någon mark kvar att i jordbruket producera energi för avsalu. De större gårdarna drivs fortfarande med traktorer. De mindre gårdarna har i allmänhet funnit att

hästen är en effektiv dragare som visserligen också kräver sin försörjningsareal, men långt mindre än traktorn, när man beaktar hela livscykeln.

Genom att under 2010-talet successivt styra över jordbruksstödet från producenterna till de aktörer som ville bygga upp, återskapa eller bibehålla småskalig förädling och lokal distribution, gynnades även producenterna i förlängningen. Dessa kunde i allt högre grad få lokal avsättning för sina produkter till ett bättre pris än det världsmarknaden erbjöd. Allt efter som transportkostnaderna steg blev det förnuftiga i denna politik allt tydligare och subventionerna kunde minskas för att under 2050-talet helt plockas bort. Då hade vi i Sverige redan (för de rika länderna unika) väl fungerande lokala nätverk av producenter, förädlare och distributörer som försörjde konsumenterna med högkvalitativ mat från närområdet.

En annan avgörande och framsynt åtgärd under 2010-talet var de nya förordningarna för Lantmäteriet. Under hela 1900-talet hade det skett en stark koncentration av markägandet på svensk landsbygd. Denna ägarkoncentration var inte bara resultatet av de fria marknadskrafterna utan av en uttalad politisk ambition att koncentrera jord- och skogsbruksmark till vad som kallades ”ekonomiskt bärkraftiga enheter” vilket systematiskt tolkades som ”ju större desto bättre”. Detta försvårade återbefolkningen av landsbygden. Det var i stort sett omöjligt att köpa en gård i storleken 0,5-20 hektar med både jord och skog. När regeringen insåg situationens allvar ändrades reglerna radikalt. Alla lantmäteriförrättningar²⁷ som ledde till att fler människor kunde bo på landsbygden och bruka jorden där de bor, gjordes kostnadsfria. Under 2030-talet följdes denna åtgärd upp med en landsomfattande kampanj där stora markägare uppmuntrades att stycka och sälja alla tänkbara områden som skulle kunna fungera som separata brukningsenheter.

Även skogsbruket ingår nu i den lokala ekonomin.

27. Försäljning, sammanslagning eller styckning av fastigheter.

Många av de mindre sågverk som stängde under 1900-talet togs åter i bruk under 2030-talet. Skogsbruket bedrivs i första hand med traktor (i jämn terräng) och häst (i kuperad terräng) vilket samtidigt leder till mindre markskador och mindre spill. Endast några stora skogsbolag använder fortfarande tyngre maskiner för skogsbruk.

Pappersproduktionen har fått minska avsevärt för att ge utrymme åt bioenergi, som nu utgör den viktigaste avsättningen för skogsråvaran. Uppvärmning sker med ved, flis och pellets. I viss utsträckning tillverkas också metanol och DME ur skogsråvaran, men genom en vidareutveckling av gengasmotorn används ved också direkt som drivmedel utan att först behöva genomgå den energikrävande omvandlingen till flytande bränsle. Dessutom används trä numera för många funktioner där hårdplast tidigare användes: t.ex. hållbara förpackningar. Trä är också det vanligaste byggnadsmaterialet.

8. Analys

Antaganden

Ovan har vi skissat två visioner för år 2100. Vår avsikt var att skriva två visioner som skiljer sig främst i synen på teknik. För att kunna skriva texterna har vi lyssnat på hur företrädare för de olika synsätten resonerar. Vi kan nu konstatera att synen på teknik tycks ha återverkningar på vilka lösningar man föreslår inom snart sagt alla samhällsområden. Listan på nästa sida är ett försök att skapa överblick över de antaganden som finns invävda i texterna.

I listan av antaganden återfinns vi två välbekanta perspektiv, två huvudfåror i debatten om energiförsörjning och hållbar utveckling. Ett mönster utkristalliserar sig där teknikostrimisterna ofta ser möjligheter att agera

inom de grundläggande spelreglerna i det marknads-ekonomiska systemet. Teknikskeptikerna däremot, ser det marknadsekonomiska systemet som problematiskt, och odlar istället optimism när det gäller möjligheten att skapa nya spelregler, nya förhållningssätt och ändrade värderingar.

Innan vi går vidare i analysen är det viktigt att påminna om att bilden naturligtvis är mycket mer komplex än vad de två tabellerna visar. Det är t.ex. inte alls ovanligt med människor som är djupt kritiska till det marknadsekonomiska systemet som ändå är teknikostrimister. Det förekommer också att teknikoptimerare menar att det rådande ekonomiska systemet är den enda möjliga världsordningen. Många kombinationsmöjligheter är möjliga och de flesta av oss kanske ligger någonstans mitt emellan de två synsätten. Syftet med att renodla perspektiven är framför allt att vi ska kunna gå vidare i analysen och besvara nästa fråga.

Vad händer om antagandena som våra visioner bygger på visar sig vara felaktiga?

Vi människor har olika framtidsbilder och i dessa bilder flätar vi samman det vi håller för önskvärt med det vi håller för sannolikt. Inte sällan förutsätter vi utan vidare reflekterande att det vi tycker är önskvärt också är troligt. Att förutsätta att den önskade framtiden faktiskt kommer att inträffa är en grundläggande drivkraft för allt samhällsengagemang. Ändå är detta tankesprång problematiskt.

Vad händer om de antaganden som våra visioner bygger på visar sig vara felaktiga? Vad händer om den önskvärda framtiden bygger på falska premisser? Nedan gör vi ett försök att beskriva vad som kan bli följden om vi låter vision A vägleda policy och investeringar, och de antaganden som den visionen bygger på inte visar sig hålla. Därefter gör vi samma sak med vision B.

| HÖGENERGISAMHÄLLE | LÅGENERGISAMHÄLLE |
|--|---|
| <p>ANTAGANDEN OM NATUR OCH TEKNIK</p> <p>Visionen förutsätter att:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oljan kommer att räcka länge än • det blir både lönsamt och miljömässigt acceptabelt att använda tjockoljor i stor skala • koldioxiduppfångning kan göra fossilbränsleanvändningen klimatneutral • kärnkraften kan vara en rimlig övergångslösning • tekniken för att driva fordon med vätgas framställd ur solenergi kommer att bli bärkraftig • gentekniken blir bärkraftig och riskfri • utnyttjandet av biobränslen kan växa kraftigt utan att hota naturvärdena • det kommer att bli bärkraftigt att i stor skala framställa flytande bränsle ur biomassa • det finns stor potential för högteknologisk energieffektivisering • det är möjligt att sluta kretsloppen även vid en väldigt hög omsättning av energi och materia | <p>ANTAGANDEN OM NATUR OCH TEKNIK</p> <p>Visionen förutsätter att:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oljan snart toppar • utnyttjandet av tjockoljor innebär orimliga kostnader för miljön och ger ett oförsvarligt lågt energinetto • tekniken för koldioxiduppfångning är både osäker och energikrävande • kärnkraften är både riskfylld och ger ett dåligt energinetto när den ännu osäkra slutförvaringen räknas in • den högteknologiska sol/vätgastekniken för att driva fordon blir inte bärkraftig • det är säkrare och mer resurseffektivt med traditionell förädling genom urval än med genteknik • potentialen för att utnyttja biomassa utan att långsiktigt degradera ekosystemen är starkt begränsad • energinettet från framställning av flytande bränsle ur jordbruksgrödor kan vara nära noll när hela det understödande systemet tas med i beräkningen • högteknologiska lösningar i allmänhet kräver energidyra understödande system • ett småskaligt lågenergisamhälle är det enda miljömässigt hållbara på sikt |
| <p>ANTAGANDEN OM EKONOMISKA, POLITISKA OCH INSTITUTIONELLA FÖRHÅLLANDEN</p> <p>Visionen förutsätter att:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oljepriset endast kommer att stiga långsamt • energipriserna på sikt kan bli lägre än idag • vi får en klimatpolitik som blir tillräckligt effektiv för att klimatet ska räddas • klyftorna mellan länder kan slutas genom att fattiga länder "kommer ikapp" • nyrika länder får en fungerande fördelningspolitik • vi kan förhindra att vinsterna från effektivisering äts upp av ökad konsumtion • Sverige kommer att fortsätta ha kontroll över de svenska skogarna "det gröna guld" • det är önskvärt eller nödvändigt med fortsatt stordrift och ägarkoncentration | <p>ANTAGANDEN OM EKONOMISKA, POLITISKA OCH INSTITUTIONELLA FÖRHÅLLANDEN</p> <p>Visionen förutsätter att:</p> <ul style="list-style-type: none"> • energipriserna kommer att stiga rejält för att aldrig mer sjunka igen • vi genom att påbörja omställningen nu kan skapa ett lågenergisamhälle som kan möta människors behov och undvika ekologiska och sociala kollapser • vi får en frivillig omorientering till icke materiella värderingar i kombination med insikten att vi inte kan fortsätta som hittills • de internationella institutionerna demokratiseras • vi får nya regelverk som gynnar rättvis internationell handel och ett ekonomiskt system som fungerar även utan ständig tillväxt • att kontrollen över resurserna blir mer lokal • att myndigheter uppmuntrar experiment och småskalighet |
| <p>NATUR- OCH MÄNNISKOSYN</p> <p>Visionen förutsätter att</p> <ul style="list-style-type: none"> • människan kan effektivisera naturen • det är möjligt och lättare att vidga naturens bärformåga genom ny teknik än att förändra det ekonomiska/politiska systemet | <p>NATUR- OCH MÄNNISKOSYN</p> <p>Visionen förutsätter att</p> <ul style="list-style-type: none"> • naturlagarna utgör icke-förhandlingsbara ramar som människan för sin långsiktiga överlevnad behöver förstå och respektera • ekonomiska/politiska system är skapade av människor och kan därför förändras |

”Teknikoptimisterna har fel” (A-)

ANTAGANDEN OM NATUR OCH TEKNIK

Koldioxiduppsamling

Företrädare för högenergivisionen sätter stor tilltro till tekniken att fånga upp koldioxid. Detta antagande öppnar för världens länder att planera för ytterligare lång tid med fossila bränslen, till exempel syntetisk diesel ur stenkol och tjockolja. Visar sig tekniken för koldioxidinsamling inte hålla måttet är den troliga följden stora plötsliga läckage av koldioxid med irreversibla effekter för klimatet.

Det kan också bli så att koldioxiduppfångningen i och för sig fungerar tekniskt, men blir så kostsam att den drar upp priserna på fossila bränslen kraftigt. Då ökar också incitamenten att fuska med koldioxiduppsamlingen. Följderna för klimatet kan bli katastrofala eftersom kol och okonventionella oljors klimatpåverkan är högre än oljans.²⁸

Bioenergipotentialen

Om den hållbara potentialen för biobränslen visar sig vara överskattad kan jakten på biobränslen leda till rovdrift på ytor i hela världen vilket kan få oåterkalleliga följder för den biologiska mångfalden och den framtida produktionskapaciteten genom t.ex. tilltagande jordförstöring och växande problem med vattenförsörjningen. Ett möjligt scenario är att de rika länderna väljer att skydda sin egen natur och istället importerar biobränslen på bekostnad av människor och natur i Syd. Ett redan aktuellt exempel är den pågående svenska importen av etanol från brasilianska sockerrörsplantage.²⁹

När det gäller skogen hamnar Sverige i en valsituation mellan att få exportinkomster för pappret och att ha tillgång till inhemskt bränsle. En annan följd av konkurrensen om skogsresursen skulle kunna vara att vi tvingas suboptimera genom att elda högkvalitativt sågtimmer.

Slår de optimistiska antagandena om jordbruket fel kan vi komma i en situation där vi tvingas prioritera den kvarvarande dyra oljan som hjälpenergi till jordbruket för att alls få fram mat.

Sol/vätgastekniken

Det finns idag en mångfald av idéer kring hur vi i framtiden skulle kunna driva våra fordon på enbart solenergi. Några förutsätter vätgas som energibärare. Vätgasen skulle t.ex. kunna produceras genom att solljuset koncentreras så att det förmår att sönderdelas vatten. Andra idéer bygger på eldrivna fordon där elen produceras i gigantiska solfångare i öknar, eller på månen (Hoffert et al 2002, Azar 2003). Särskilt effektiva kisel fria solceller skulle kunna fås med hjälp av nanoteknik. Nanotekniken som manipulerar strukturer på atomnivå är helt ny och det är ännu okänt hur nanopartiklar transporteras i kroppen och påverkar oss på cellnivå (Strid 2005).³⁰

I väntan på att någon av dessa tekniker ska slå igenom används i högenergivisionen kol och kärnkraft som övergångslösningar medan sol/vätgastekniken förutspås slå igenom i stor skala först efter 2060 (Azar et al 2003). Teknikoptimisternas eget tidsperspektiv säger något om osäkerheten. Uteblir den förväntade teknikrevolutionen kanske vi har investerat de sista värdefulla oljereserverna i infrastruktur som visar sig vara oanvändbar (t.ex. ledningsnät för vätgas, storskaliga solcellsanläggningar, nya motorvägar och stadsplanlösningar som förutsätter massbilism), samtidigt som övergångslösningarna har lett till ytterligare produktion av växthusgaser och kärnavfall. I värsta fall har vi under tiden även överutnyttjat skog och jord i förhoppning om att den billiga och rena energikällan snart är här och kan betala tillbaka ”lånen”. Sammanfattningsvis: uteblir den nya tekniken står vi i en situation med färre valmöjligheter än idag på grund av ytterligare eroderad ekologisk och social resiliens.

28. Stenkollets klimatpåverkan är den dubbla jämfört med oljans. Med okonventionella oljor menas exempelvis tjärsand, oljeskiffer och metanhydrat. Uppskattningarna av nettoenergiutbytet för att framställa olja ur oljeskiffer är en tunna in, två tunnor ut, vilket bara det innebär ett trefaldigande av klimatpåverkan. Dessutom bildas gigantiska dagbrott där 95% av materialet blir tungmetallinnehållande avfall (Heinberg 2004, Bjørlykke 2005, Udall 2005).

29. Sockerplantagen i nordöstra Brasilien är gigantiska monokulturer som nu tränger undan de sista spillrorna av atlantregnskog som före sockrets tid täckte hela regionen. Arbetsförhållandena på plantagen kritiserar av människorättsorganisationer. ”Om sockerrörsproducenterna skulle leva upp till brasilianska lagar - och europeisk standard - vad gäller miljöhänsyn och socialt ansvar så skulle priset stiga väsentligt” säger Charlotte Pruth från människorättsadvokat från brasilianska FIAN (Areskog och Strid 2005).

30. <http://europa.eu.int/comm/health/>

Genetiskt förbättrad fotosyntes

I högenergivisionen sätts stora förhoppningar till att vi med genteknikens hjälp ska kunna förbättra fotosyntesen och därmed avsevärt kunna höja avkastningen från jord och skog. Om dessa förhoppningar grusas har vi i bästa fall gjort felinvesteringar och byggt upp falska förhoppningar enligt ovan. I sämre fall har vi skapat helt nya miljökatastrofer, t.ex. artospecifika virus eller kraftigt ökad mutation genom diffust läckage av restriktionsenzymer till grundvattnet exempelvis från laboratoriernas avlopp.

Energinetto

Flera av de tekniker som förespråkas inom högenergivisionen vet vi fungerar rent tekniskt. Det vi däremot inte kan veta är om de alternativa energikällorna bär sina egna framställningskostnader den dag då understödet från oljan upphör. Kommer till exempel utvinning från tjärsand och oljeskiffer att ge något energinetto alls när vi inte längre har naturgas för själva utvinningen? Om ja, finns det fortfarande ett energinetto kvar för att bekosta koldioxiduppsamling, raffinering etc.? Om ja, finns det fortfarande resurser kvar för att omhänderta miljöproblemen på platsen? Om ja, hur mycket drivkraft finns det nu kvar för att driva samhällets aktiviteter? På liknande sätt skulle man kunna ställa frågor om energinettot för framställning av flytande bränsle ur biomassa, solpaneler för el i Sahara eller på månen, vätgasframställning ur solenergi, osv. Tekniker som idag framstår som lovande kan i ett större systemperspektiv visa sig vara oförmögna att driva ett högenergisamhälle utan oljeunderstöd.

Antagandena om potentialen för högteknologisk energieffektivisering kan visa sig vara falska på motsvarande sätt. En dator drar inte mycket energi när man använder den. Men räknar vi med hela livscykeln inklusive energiåtgången för att tillverka, underhålla och vidareutveckla hård- och mjukvara samt omhändertar avfallet

så tar datorn mycket resurser i anspråk. Avancerade styr-, regler- och kontrollsystem för energieffektivisering kan visa sig för energikrävande att upprätthålla om vi totalt sett har tillgång till mindre energi. Vi kan bli tvungna att se oss om efter systemlösningar som i mindre grad kräver högteknologiska kontroll- och reglerfunktioner.

Att sluta kretsloppen

Om antagandena angående energiteknik ovan håller och vi faktiskt lyckas skapa ett högenergisamhälle på de nya premisserna återstår uppgiften att sluta kretsloppen vid en omsättning av energi och materia som kanske är ännu högre än idag. Misslyckas vi med detta kan högenergisamhället medföra ödesdigra miljökonsekvenser. Eftersom energiframställning och energianvändning alltid är knuten till materialomvandling och varje materiaomvandling skapar restprodukter i fast, gas, eller flytande form så finns det ett starkt samband mellan energianvändning och miljöförstöring. Modern miljöteknik påverkar detta samband, men hittills bara på marginalen. Växthuseffekten är det tydligaste exemplet på detta.

ANTAGANDEN OM EKONOMISKA, POLITISKA OCH INSTITUTIONELLA FÖRHÅLLANDEN

Oljepriset

I den teknikoptimistiska visionen antas priset på olja endast stiga långsamt. Om oljepriserna istället skulle skena iväg och världen står oförberedd, kan det globala finansiella systemet komma i svängning. Börskrascher i stil med 1929, hyperinflation, massarbetslöshet och förlorat förtroende för gemensamma institutioner är möjliga situationer. Sker detta kan vi förvänta oss följdverkningar i ekonomier över hela världen, kanske främst i industriländerna och i de länder som producerar för de rika ländernas marknader. Ett skenande pris på oljan ökar också risken för resurskrig. De stora oljekonsumerande

länderna kan mycket väl välja att säkra sin oljetillförsel med militära medel. Även mellan de stora oljekonsumenterna kan resurskapplöpningsen leda till upptrappade konflikter.

Då den svenska ekonomin är så sammanvävd med världsekonomin skulle en eventuell internationell ekonomisk kollaps att slå hårt mot Sverige med bland annat massarbetslöshet och ett förtroendegap mellan folk och ledare som följd.

Vid en kraftig oljeprisstegring kan det temporärt bli brist på mat i Sverige. Jordbrukare kan tvingas i konkurs när maskinparker för mångmiljonbelopp inte längre betalar sig. Kedjan från jord till bord som idag bygger på många och långa transporter kan bli för dyr att upprätthålla. Ett högt oljepris kan komma att framtvunga en mer småskalig och lokal struktur inom livsmedelssektorn. En sådan omställning är dock tidskrävande och blir dyrare att genomföra ju längre stordrift och specialisering har hunnit drivas. Inte bara p.g.a. att fysiska anläggningar behöver bytas ut och omlokaliseras utan också för att den kunskap och de organisationer som behövs i ett småskaligt system kan ha hunnit gå förlorade.

Kontroll över resurserna

Det finns länder i Europa som skulle stå betydligt sämre rustade än Sverige om oljepriset skulle skena iväg. I en nödsituation är det inte otänkbart att de folkrika länderna i Centraleuropa skulle kunna genomdriva EU-krav på att skogsresursen (och därmed även Sveriges "gröna guld") ska ses som en europaangelägenhet. Det är inte heller säkert att vi i framtiden har kvar skog i offentlig ägo. Utländska energibolag är redan idag mycket intresserade av att köpa skog i Sverige.

Om förutsättningarna plötsligt förändras, t.ex. genom en ekonomisk kollaps förorsakad av ett skenande oljepris kan ägande komma att spela en allt viktigare roll, inte minst markägande. Den odlingsbara marken ägs idag

av en mycket liten andel av befolkningen och ytterligare koncentration av ägandet pågår fortlöpande. Faller välfärdssamhället samman kan situationen i industriländerna komma att likna den som sedan lång tid tillbaka kännetecknat Latinamerika. I Brasilien är de jordlösa kamp för rätten till jorden den största massrörelsen.³¹

Solidaritet

Högenervisionen klarar sitt solidaritetsmål genom antagandet att en växande kaka så småningom gynnar alla. Till detta antagande är det svårt att ställa frågan "vad händer om det visar sig vara fel?", eftersom åsikterna går isär redan när det gäller historiska data. Optimisterna brukar framhålla att andelen av världsbefolkningen som ligger under fattigdomsgränsen har minskat medan skeptikerna betonar att skillnaden mellan fattig och rik har ökat under de senaste trettio åren. Båda har rätt.³² Vi måste här istället fråga oss vad vi menar med solidaritet och rättvis fördelning.

Om teknikooptimisterna får rätt i att kakan fortsätter att växa men klyftan mellan fattiga och rika samtidigt fortsätter att vidgas kommer allt mer resurser åtgå till att skydda gynnade från missgynnade (från säkerhetssystem för privatbostäder till militär upprustning mellan länder). Troliga följder är en kraftig ökning av fenomen som systematiskt avvisande av flyktingar, människohandel, våldsbrott, kravaller, terrorism, etc.

Om de högteknologiska lösningarna istället uteblir kanske vägen till ett fossilbränslefritt Sverige går via storskalig säsongsanställning av billig muskelkraft i jord- och skogsbruk, från våra grannländer i öst.

Klimatpolitik

Ett nyckelantagande i högenervisionen är en effektiv klimatpolitik, dvs en klimatpolitik som driver på struktur- och livsstilsförändringar och därigenom verkligen minskar riskerna för oacceptabla klimatteffekter. Med en

31. <http://www.mstbrazil.org/>

32. År 1970 levde 1,4 miljarder människor under fattigdomsgränsen (1 dollar per dag). Dessa utgjorde då 38% av världsbefolkningen. År 1980 levde lika många människor i fattigdom men utgjorde nu tack vare befolkningstillväxten 26% av befolkningen. År 2000 har antalet människor under fattigdomsgränsen minskat till en miljard och andelen till 19%. Dessa siffror brukar framhållas av marknadsoptimisterna. Marknadsskeptikerna grundar sig på samma statistiska källor men framhåller att gapet mellan den rikaste och den fattigaste femtedelen av jordens befolkning mer än fördubblats på femtio år. År 1998 stod den rikaste femtedelen av befolkningen för 86% av den privata konsumtionen medan den fattigaste femtedelen stod för 1,3%. Det innebär en relation mellan rik och fattig på 66/1. År 1960 var motvarande siffra 30/1. Exempelvis konsumerade det genomsnittliga afrikanska hushållet år 1998 20% mindre än 25 år tidigare, medan världens 225 rikaste personers egendomar år 1998 motsvarade halva världsbefolkningens årliga inkomst. Samtidigt har antalet människor under fattigdomsstrecket i industriländerna ökat (UNDP Human Development Report 1992, 1998 och <http://www.gapminder.org/>).

för svag klimatpolitik blir incitamentet för den önskade teknikutvecklingen för litet. Det kan då dröja ytterligare hundra år innan allvarliga försök görs att bygga solbilan.

Vid en svag klimatpolitik blir användningen av okonventionella oljor och kol omöjlig att hejda, med en galopperande klimatdestabilisering som följd och vi får räkna med en explosionsartad ökning av antalet miljöflyktingar som kräver en fristad i de länder där det fortfarande går att leva.

Följderna för Sverige är svåra att förutse. Ett scenario är arktiskt klimat till följd av en förändrad Golfström. Ett annat scenario är en gradvis förskjutning av odlingszonerna norrut. Ett tredje utfall kan vara en allmän oförutsägbarhet med ökad frekvens av extrema stormstyrkor, temperaturer och nederbörds mängder. Sverige kan bli ett land som måste ta emot miljöflyktingar, eller land från vilket vi kan komma att behöva fly.

Ett förändrat klimat kan komma att underminera skogsbruket genom större och mer frekventa orkaner, torkperioder och insektsangrepp, i kombination med att befintliga träds lag plötsligt befinner sig i "fel" klimatzon. Ett försvagat skogsbruk gör oss än mer beroende av fossila bränslen, vilket i sin tur förvärrar problemen.

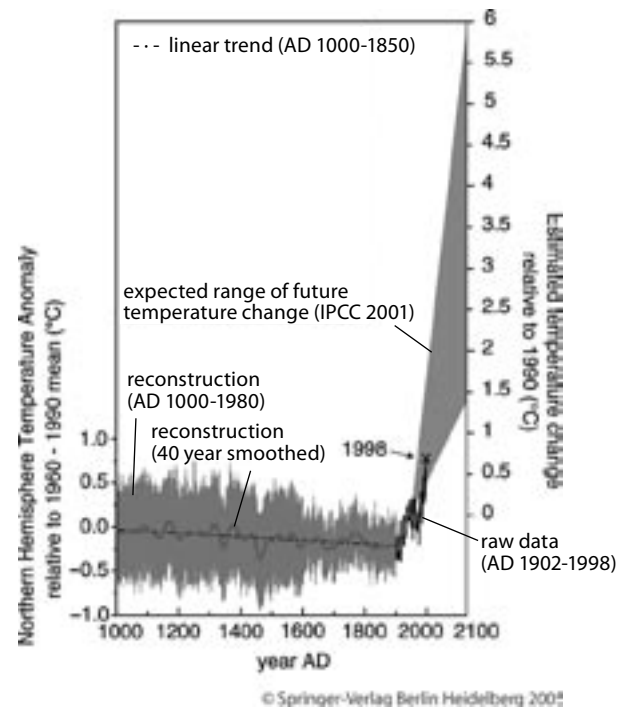
Effektivisering

Högenergivisionen förutsätter att vi på teknisk väg kan effektivisera och därmed minska vår energianvändning för att på så sätt skapa ett resursutrymme för fattiga länder att höja sin energikonsumtion. Hittills har energi-effektiviseringens vinster ätit upp av ökad konsumtion i de rika länderna. Vilka mekanismer kan förhindra detta att ske i framtiden?

Människans förmåga att kontrollera ekologiska förlopp

Högenergivisionen sätter stor tilltro till människans förmåga att förutsäga och kontrollera ekologiska förlopp och skapar därför inte utrymme för ekologiska överrask-

ningar. Om växthuseffektens självförstärkande mekanismer skulle komma i rullning kan medeltemperaturen på jorden komma att stiga med 6 grader istället för med de 1-2 grader som man idag räknar med. Detta skulle leda till att hela länder försvinner under havet, bl.a.öarna i Stilla Havet, Bangladesh och Nederländerna. Kanske behöver en miljard människor fly från drabbade kust-



Figur 9. En uppskattning av växthuseffektens självförstärkande mekanismer (climate sensitivity) förändrar bilden av den pågående klimatförändringen radikalt i ett hundra års perspektiv. Bilden visar möjliga följder av en fördubblad koldioxidkoncentration jämfört med förindustriell nivå (560ppm). Ett exempel på självförstärkande mekanismer är skogsdöd till följd av uppvärmningen. Källa: Will Steffens, Chief Scientist, IGBP (The International Geosphere-Biosphere Programme) (Steffen 2005).

områden runtom i världen.

Effekterna av en okontrollerad klimatförändring skulle få oförutsebara följdverkningar inom hela det komplex som brukar kallas "global change", vilket förutom direkta klimatförändringar innefattar de redan kända och växande problemen med vattenbrist, översvämningar, förändrade havsströmmar, accelererad ökenspridning, ökad spridning av sjukdomar, vikande produktion i havsekosystemen, förlust av biologisk mångfald, ökning av onaturliga naturkatastrofer, skogsdöd, osv. Dessa effekter kan i sin tur verka självförstärkande på växthuseffekten.

"Teknikskeptikerna har fel" (B-)

ANTAGANDEN OM TEKNIK OCH NATUR

Generellt

Lågenergivisionen bygger på antagandet om att det kommer att bli omöjligt att behålla dagens konsumtionsnivå utan olja. Ett argument för detta är att oljan vida överträffar alla kända energialternativ i drivförmåga (Odum 1996).

En "teknikskeptiker" är inte teknikfientlig. Även i ett lågenergisamhälle behövs det teknik, men teknik av ett annat slag än den vi utvecklar i dag, menar teknikskeptikern.

Medan "teknikoptimisten" beskriver historien som en serie av tekniska revolutioner som har lett till ökat materiellt välstånd, menar "teknikskeptikern" att ny teknik inte skapat något i sig själv, utan bara har gjort det möjligt för människan att tillägna sig allt mer av de befintliga naturresurserna. (Det är inte förbränningsmotorn som driver samhället utan den olja som vi med hjälp av förbränningsmotorn kan nyttja). På grund av denna grundläggande skillnad i perspektiv ser teknikskeptikerna ett starkare samband mellan ekonomisk

tillväxt, energiförbrukning och miljöförstöring än vad teknikoptimisterna gör.

Teknikskeptikerna betonar att olika rationaliteter råder i en situation med rik tillgång till högkvalitativa energikällor (så som det moderna industrisamhället), jämfört med samhällen som bygger på glesare energikällor (förindustriella samhällen och framtidens lågenergisamhällen). I ett samhälle med rik tillgång till energi är det rationellt att utveckla högteknologiska lösningar. De högteknologiska lösningarna kräver i allmänhet ett omfattande understödande system i form av indirekta energiinsatser, men denna kostnad kompenseras av den bekvämlighet och precision som dessa teknologier medför i toppen av energipyramiden. Att minimera mänskligt arbete (och att styra över mänskligt arbete från att hantera materia till att hantera information) är rationellt enligt detta synsätt eftersom arbete är den produktionsfaktor som kostar mest både i pengar och i energi. Inom emergianalysen förklaras den höga kostnaden för mänskligt arbete med den höga konsumtionsnivån.

I ett lågenergisamhälle däremot blir de högteknologiska lösningarna för energikrävande att upprätthålla och det blir mer rationellt med enkla, robusta och småskaliga tekniska lösningar som kräver mer direkta mänskliga insatser. Teknikskeptikerna föreställer sig teknikutvecklingen för det framtida lågenergisamhället som en fundamentalt ny inriktning som kombinerar det kunnande om grundläggande principer som vi utvecklat under oljeerans högenergisamhälle med tekniskt kunnande från förindustriella samhällen.

Med utgångspunkt i ett renodlat teknikskeptiskt perspektiv skulle man kunna förespråka en övergång till kol och kärnkraft som ersättning till oljan, eftersom dessa energikällor är mer kraftfulla än de förnyelsebara alternativen och därmed skulle ge oss ett större konsumtionsutrymme. Detta skulle dock inte möta de villkor som vi inledningsvis sagt skulle gälla båda visionerna, angående ansvarstagande för miljön och klimatet, efter-

som det ur ett teknikskeptiskt perspektiv saknas realistiska tekniska lösningar för att undvika de miljöeffekter som kol och kärnkraft medför.

Slutsatsen av den teknikskeptiska hållningen är därför att vi gör bäst i att så snart som möjligt anpassa oss till en långsiktigt hållbar konsumtionsnivå, innan de ekosystem som är de enda som på sikt kan bära oss, är degraderade.

Världen

Om vi genomför omställningen till ett lågenergisamhälle nu i global skala, men antagandena om natur och teknik visar sig vara falska har vi hämmat teknikutvecklingen och att utsatt oss för onödig återhållsamhet.

Skulle antagandena om energitillgången vara falska, men den skeptiska hållningen till att de storskaliga miljöproblemen kan lösas på teknisk väg ändå ha fog för sig, har vi genom att förbereda ett lågenergisamhälle skapat marginaler i förhållande till de storskaliga miljöhoten. Dessutom har vi mer resurser kvar i marken för framtida användning än vad vi annars skulle ha haft.

Sverige

Om ett enskilt land ensamt skulle välja lågenergivisionen och premisserna visar sig falska skulle det landet hamna på efterkälken och kanske förvandlas till ett land som serverar turister. Man kan fantisera om kinesiska ekoturister som anländer i Stockholm häpnar de över hur billigt allting är och fascinerar över vårt enkla ekologiska leverne.

Skulle antagandena om energitillgång vara falska, men den teknikskeptiska hållningen till miljöproblemen ha fog för sig, har detta land dragit sitt strå till stacken för att skapa marginaler mot ekologiska kollapser. Kanske kan en sådan omställning också ge marknads-mässiga fördelar på sikt.

Gröna sektorn

För den gröna sektorns del skulle det kunna leda till för-

lorade marknadsandelar om samhället idag underskattade potentialen hos biobränsle som ersättning för olja.

ANTAGANDEN OM EKONOMISKA, POLITISKA OCH INSTITUTIONELLA FÖRHÅLLANDEN

Omorientering och nya spelregler

Lågenergivisionen förutsätter en genomgripande samhällsomdaning som är svår att föreställa sig hur den skulle kunna gå till.

Visionen förutsätter att initiativet till den nya världsordningen kommer från de rika länderna och att det snabbt utvecklas en internationell konsensus om nödvändigheten att dra ned energiförbrukningen. För att omställningen ska kunna ske under ordnade former skulle den behöva påbörjas innan priserna tvingar oss därtill och vi fortfarande har kvar något av oljans drivkraft för att bekosta själva omställningen. Förändringen initieras genom en kombination av frivillig omorientering av grundläggande värderingar och föreställningen att vi inte kan fortsätta som hittills.

Tillräckligt många människor i de rika länderna antas alltså inse att en omställning är nödvändig. Detta antagande är problematiskt på två sätt. Dels ska känslan av nödvändighet infinna sig innan priserna signalerar detta. I annat fall hotar kollapser liknande A-. För det andra ska känslan av nödvändighet infinna sig hos befolkningen i de rika länderna trots att miljö- och sociala kostnader i vår globaliserade ekonomi i hög utsträckning externaliseras till tredje världen.

Visionen antar att detta krismedvetande kombineras med en frivillig omorientering av livsvärdena till förmån för en materiellt sett enklare, men en mänskligt sett mer innehållsrik, livsstil. I försäljningsstatistik över böcker, kurser och tidskrifter som handlar om andlig utveckling skulle man mycket väl kunna få stöd för att en omorientering är på gång. Men om vi i denna trend sorterar ut de böcker, kurser och tidskrifter som också pläderar för

sänkt materiell standard, blir det endast en liten bäck kvar av en älv. I denna bäck finns det i sin tur endast en liten rännil av människor som är beredda att leva som de lär.³³ För att en samhällsförändring ska komma till stånd är det inte nödvändigt att majoriteten ändrar åsikt, men frågan är hur mycket denna trend skulle behöva växa för att få ett så starkt genomslag att samhället kan bereda vägen för lågenergivisionen.

Det finns många hinder på vägen. Exempelvis satsas idag 25 000 kronor per svenskt hushåll på reklam, det vill säga på att sprida budskapet att vi skulle kunna bli lyckligare om vi konsumerade mer. I TV, tidningar, skolor och universitet nås vi av dubbla budskap. Samtidigt som problemen då och då målas upp i skrämmande format fortsätter vardagen sin gilla gång med det underförstådda budskapet att situationen i stort sett är under kontroll och vi odlar mentala strukturer som placerar både problemen och deras lösningar utanför oss själva.

Om en värderingsförskjutning trots dessa hinder skulle äga rum måste den i något skede fångas upp av det politiska systemet för att strukturella förändringar ska komma till stånd. Det behövs nya regelverk och nya ekonomiska styrmedel som visar vägen till lågenergisamhället. Även detta steg är ytterst problematiskt. Det program vi här talar om är inte precis lätt att göra politisk karriär på.

Solidaritet

Visionen innehåller en dubbel utmaning för de rika länderna: dels behöver vi dra ner på konsumtionen för att anpassa oss till de glesare förnyelsebara energikällorna och dels behöver vi dra ner för att möjliggöra en rättvis fördelning. Utan solidaritetsdimension kan fossilbränslefrihet i de rika länderna komma att ske på bekostnad av människor och natur i fattiga länder så som redan beskrivits under A-.

En sätt att åstadkomma en rättvis fördelning skulle kunna vara införandet av en motsvarighet till det pro-

gressiva skattesystemet på internationell nivå. Det finns förslag på att individuella utsläppsrätter skulle kunna utformas så att de fungerar inkomstutjämnande och samtidigt sporrar till klimatförbättringar.³⁴ Denna slags reformer, hur genialt de än är formulerade, blir inte lätta att få gehör för. Svårigheten ligger dels i att få folklig acceptans i de rika länderna för sådana förslag, dels att sådana förslag överhuvudtaget skulle komma upp på de politiska dagordningarna eftersom det är de inflytelserika länderna och de inflytelserika personerna som har mest att förlora.

Om världens stater trots dessa svårigheter skulle kunna enas om ett system för utjämnning av rikedomar återstår ett annat problem. Av världens 100 största ekonomier är numera en minoritet stater, medan en majoritet är transnationella företag. Dessa företag är troligtvis de som har allra mest att förlora på en ny världsordning där rättvisa och resursbevarande står högst på dagordningen. Dessa företag kontrollerar idag inte bara stora flöden av pengar och naturresurser. De är också viktiga aktörer när det gäller informationsflödet, vilket gör att de har utomordentligt goda förutsättningar att påverka såväl politik som enskilda individer i en för dem önskvärd riktning.

Ekonomisk tillväxt

I lågenergivisionen förutsätts det ekonomiska systemet kunna omvandlas till ett system som inte kräver ständigt tillväxt. Förväntan om tillväxt är själva livsnerven för det marknadsekonomiska systemet och räntan utgör en av drivkrafterna bakom tillväxten. I liten skala finns fungerande räntefri kreditgivning.³⁵ Om alla kreditinstitut anammade denna princip skulle kravet på kapitalavkastning minska och därmed också trycket på naturresurserna. Befintliga kreditinstitut har dock inget intresse av denna låneform eftersom det skulle minska deras möjligheter att själva ackumulera kapital. Det är svårt att se hur lågenergivisionens antagande om att

33. Ett av de bästa svenska exemplen på svenska mötesplatser för människor som frivilligt omorienterar sina livsvärden i riktning mot lågenergivisionen och dessutom är beredda att leva som de lär är www.alternativ.nu. Sidan har 345 000 besökare per månad. Papperstidningen går ut i en upplaga på 4 500 exemplar (enligt artikeln "Ett liv med samlade krafter" i Göteborgsposten 18 januari 2006).

34. se t.ex. www.feasta.org och artikel i tidningen Grus nr1 2006: "Nu kan även privatpersoner köpa utsläppsrätter".

35. Den räntefria svenska medlemsbanken JAK har fungerat i 40 år och har idag 30 000 medlemmar som sparar (lånar ut) och lånar av varandra utan ränta.

vi får ett ekonomiskt system som fungerar även utan ständig tillväxt ska kunna förverkligas genom en mjuk övergång. Ett alternativ är att det nuvarande finansiella systemet först kollapsar och att sedan nya medlemsägda räntefria kreditinstitut växer fram. Det är dock lång väg därifrån till att hela det globala ekonomiska systemet skulle styras av principen om räntefrihet.

Kontroll över resurserna

I lågenergivisionen finns en inbyggd paradox: Trots att slutmålet är ökad lokal kontroll över resurserna och vitaliserade lokala ekonomier förespråkas stärkta överstatliga organ för att kunna åstadkomma den önskade omställningen. Tanken är att de överstatliga organen ska organisera själva omställningen och sedan avveckla sig själva när de blir för kostbara att upprätthålla i takt med att energipriserna stiger. Skulle detta inte ske men allt annat lyckas, har vi kanske skapat en global megastat som ogärna ger tillbaka makten till lokalplanet.

Sammantaget står det många hinder och frågetecken på vägen till ett förverkligande av lågenergivisionen. Den är definitivt inte någonting som kommer av sig självt. Även om vi skulle ha mycket starka belägg för att de teknikskeptiska antagandena stämmer, skulle det vara ytterst svårt att vända dagens utveckling till ett lågenergisamhälle på det smärtfria sätt som beskrevs i visionen. Det är därför ytterst osannolikt att vi skulle hamna där "av misstag".

9. Författarnas slutsatser

Som den uppmärksamme läsaren redan har lagt märke till fick svaren på frågan "Vad händer om antagandena visar sig felaktiga?" för vision A respektive vision B, väldigt olika karaktär. Vi som författare blev till en början själva konfunderade över att det visade sig vara svårt att skriva analysen på det symmetriska sätt som vi föresatt oss. Vi lämnar till läsaren att bedöma om assymetrin i analysen beror på en slagsida hos oss som författare, eller om den i själva verket visar oss något intressant som har

med frågans och visionernas natur att göra.

Som vi ser det har båda visioner sina svaga punkter, men svagheter har helt olika karaktär.

Svagheten hos den teknikoptimistiska visionen är att den grundar sin optimistiska framtidsbild på ännu inte gjorda tekniska framsteg. Dessa förväntas inte bara att lösa eventuell brist på energi, utan också hjälpa oss ur fattigdomsproblemet³⁶, växthusproblemet och den allmänna överbelastningen av ekosystemen, samt undanröja krigsriskerna.

Med tanke på att (1) de avgörande tekniska genombrotten är mycket osäkra (vilket framgår av att teknikoptimisterna själva förlägger det verkliga genombrottet 50-60 år framåt i tiden), att (2) mer eller mindre riskabla "övergångslösningar" föreslås i väntan på de stora genombrotten och att (3) följderna, om dessa tekniska framsteg uteblir, av allt att döma blir katastrofala, innebär en politik som har denna vision som ledstjärna ett storskaligt högriskexperiment där hela planetens framtid sätts på spel.

Lågenergivisionen kan förvisso också ha fel i sina antaganden om natur och teknik. Men detta är inte det stora problemet med denna vision som överlag minimerar ekologiska och sociala risker. Svagheten hos denna vision är istället att det är oerhört svårt att föreställa sig vägen till dess förverkligande.

När vet vi tillräckligt mycket för att vi ska vilja och kunna ta svåra och obekväma beslut? Hur bygger vi den sociala resiliens som förutsätts i visionen? Är en mjuk omställning fortfarande möjlig eller handlar det om att dämpa effekten av kommande sociala och ekologiska kollapser?

Medvetenheten om den förestående oljeknappheten växer nu snabbt i de länder som är stora oljekonsumenterna.³⁷ Om bristen på energi var det enda strukturella problem som mänskligheten stod inför skulle lösningarna kanske inte vara så svåra att hitta. Men till detta nu uppseglade problem måste läggas de redan kända: växande klyftor mellan rik och fattig, befolkningstill-

36. Vi har i denna rapport hittills inte alls behandlat befolkningsproblematiken. Men eftersom ekonomiska förbättringar historiskt har lett till färre födlsar i industriländerna så skulle befolkningsproblemet enligt denna vision också få en lösning.

37. Chevron-Texaco, ett av världens största oljebolag, har nyligen gått ut med en jättelik kampanj till den amerikanska allmänheten med texterna: "Det tog 125 år att förbruka de första tusen miljarderna fat olja. Det kommer att ta 30 år att förbruka de andra.", "Världen konsumerar två fat olja för varje nytt fat som hittas - Är detta något som borde oroa dig?", "Mer än hälften av världens olja ligger i fem länder." (<http://www.willyoujoinus.com>)

växt, storskalig miljöförstöring (destabiliserat klimat, jordförstöring, vattenbrist, förlorad biologisk mångfald, kraftigt degraderade marina ekosystem, m.m. - vilket sammantaget innebär förlorad potential för förnyelsebar produktion) och hotande resurskrig.

Det mest avgörande vägvalet för hur det blir att leva på den här jorden under det kommande seklet

är troligtvis om vi nu är beredda att hitta lösningar för energifrågan som ger positiva synergieffekter för övriga ödesfrågor som mänskligheten står inför, eller om vi väljer att se energiförsörjningen som ett isolerat problem och därför går in på ”lösningar” som sker på bekostnad av miljön, människor i andra länder och/eller världsfreden.

Om författarna

Hillevi Helmfrid är agronom och fristående konsult. Hon driver företaget Hållbar utveckling - Process & Perspektiv www.hillevihelmfrid.com

Andrew Haden är doktorand vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för stad och land och specialiserad inom energi och hållbar utveckling. Han nås på achaden@yahoo.com

Referenser

- Ahlvik, P., and Å. Brandberg. 2001. Well-To-Wheel Efficiency: For alternative fuels from natural gas or biomass. Report number: 2001:85, Swedish National Road Administration.
- Aleklett, K., and C. J. Campbell. 2003. The peak and decline of world oil and gas production. *Minerals & Energy* 18:5-20.
- Areskog, M., P. Strid, 2005. Tveksam etanolimport, Miljöaktuellt, Tema:Miljöbilar, nr 4.
- ASPO. 2002. Statistical Review. www.peakoil.net/ASPOstatrew/ASPO-Stat-Rev-Tables.xls. in. Association for the Study of Peak Oil and Gas.
- ASPO. 2005. Oil and Gas Liquids, 2004 Scenario. in C. J. Campbell, editor. ASPO Newsletter, No.55. www.peakoil.ie.
- Azar, C. 2003. Oljan - finns det för mycket eller för lite? Energi och politik.
- Azar, C., K. Lindgren, and B. A. Andersson. 2003. Global energy scenarios meeting stringent CO2 constraints--cost-effective fuel choices in the transportation sector. *Energy Policy* 31:961.
- Bargigli, S., M. Raugei, and S. Ulgiati. 2004. Comparison of thermodynamic and environmental indexes of natural gas, syngas and hydrogen production processes. *Energy* 29:2145.
- Bentley, R. W. 2002. Global oil & gas depletion: an overview. *Energy Policy* 30:189.
- Berg, S., and E.-L. Lindholm. 2005. Energy use and environmental impacts of forest operations in Sweden. *Journal of Cleaner Production* 13:33.
- Berndes, G., C. Azar, T. Kaberger, and D. Abrahamson. 2001. The feasibility of large-scale lignocellulose-based bioenergy production. *Biomass and Bioenergy* 20:371.
- Bernesson, S., D. Nilsson, and P.-A. Hansson. 2004. A limited LCA comparing large- and small-scale production of rape methyl ester (RME) under Swedish conditions. *Biomass and Bioenergy* 26, pp. 545.
- Bernesson, S., D. Nilsson, and P.-A. Hansson. 2006. A limited LCA comparing large- and small-scale production of ethanol for heavy engines under Swedish conditions. *Biomass and Bioenergy* 30, pp. 46.
- Björklund, J. 2000. Emergy analysis to assess ecological sustainability: strengths and weaknesses. Swedish Univ. of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Bjørlykke, K. 2005. Geological aspects on oil and gas supply. in *Running out of oil - Scientific perspectives on fossil fuels*.
- Börjesson, L., M. Höjer, K.-H. Dreborg, T. Ekvall, G. Finnveden, 2005, Towards a user's guide to scenarios - a report on scenario types and scenario techniques. www.infra.kth.se/fms
- Borjesson, P., and M. Berglund. 2006. Environmental systems analysis of biogas systems--Part I: Fuel-cycle emissions. *Biomass and Bioenergy* 30, pp. 469.
- Brown, M. T., and S. Ulgiati. 2002. Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems. *Journal of Cleaner Production* 10:321.
- Brown, M. T., and S. Ulgiati. 2004. Energy quality, emergy, and transformity: H.T. Odum's contributions to quantifying and understanding systems. *Ecological Modelling* 178:201.
- Brzezinski, Z. 1997. The grand chessboard: American primacy and its geostrategic imperatives, 1st edition. BasicBooks, New York.
- Campbell, C. J. 1997. The coming oil crisis. Multi-Science Pub. Co. & Petroconsultants, Brentwood, Essex, England.
- Campbell, C. J., and J. H. Laherrere. 1998. The end of cheap oil. *Scientific American* March:60-65.
- Cederberg, C., and B. Mattsson. 2000. Life cycle assessment of milk production -- a comparison of conventional and organic farming. *Journal of Cleaner Production* 8:49.
- Clark, W. 2005. Petrodollar Warfare: Dollars, Euros

- and Upcoming Iranian Oil Bourse. Media Monitors Network.
- Cleveland, C. J. 1995a. The direct and indirect use of fossil fuels and electricity in USA agriculture, 1910-1990. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 55:111.
- Cleveland, C. J. 1995b. Resource degradation, technical change, and the productivity of energy use in U.S. agriculture. *Ecological Economics* 13:185.
- Cleveland, C. J. 2005. Net energy from the extraction of oil and gas in the United States. *Energy* 30:769.
- Cleveland, C. J., R. K. Kaufmann, and D. I. Stern. 2000. Aggregation and the role of energy in the economy. *Ecological Economics* 32:301.
- Costanza, R. 2000. Visions of alternative (unpredictable) futures and their use in policy analysis. *Conservation Ecology* 4, pp.
- Dalgaard, T., N. Halberg, and J. R. Porter. 2001. A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 87:51.
- Deffeyes, K. S. 2001. *Hubbert's peak: the impending world oil shortage*. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Deffeyes, K. S. 2005. *Beyond oil: the view from Hubbert's Peak*, 1st edition. Hill and Wang, New York.
- Doherty, S. J., P. O. Nilsson, and H. T. Odum. 2002. Energy evaluation of forest production and industries in Sweden. SLU, Inst. för bioenergi, Uppsala.
- EERE. 2005. *Properties of Fuels*. US DOE Energy Efficiency and Renewable Energy.
- EIA. 2004a. *Annual Energy Review*. DOE/EIA-0384(2004).
- EIA. 2004b. *World Energy Use and Carbon Dioxide Emissions, 1980-2001*. <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/carbonemiss/index.html>, US DOE Energy Information Administration.
- EIA. 2005. *International Energy Outlook 2005*. Report #:DOE/EIA-0484(2005), United States Department of Energy: Energy Information Agency.
- Energimyndigheten. 2004 artnr 1678. www.stem.se
- Energimyndigheten. 2005. Tar oljan slut?
- Erlandsson, M. 2005. Konjunkturinstitutet, telefonsamtal. in.
- Fluck, R. C., editor. 1992. *Energy in Farm Production*. Elsevier, Amsterdam.
- Fredriksson, H., A. Baky, S. Bernesson, A. Nordberg, O. Noren, and P. A. Hansson. 2006. Use of on-farm produced biofuels on organic farms - Evaluation of energy balances and environmental loads for three possible fuels. *Agricultural Systems* 89, pp. 184.
- Granstedt, A., O. Thomsson, and T. Schneider. 2006. *Environmental Impacts of Eco-Local Food Systems - final report from BERAS Work Package 2*, Centrum för hålligt lantbruk, SLU.
- Günther, F. 2000. *Vulnerability in agriculture: Energy use, Structure and Energy Futures*. Paper presented at the INES conference, KTH, Stockholm, June 15, 2000.
- Hall, C. A. S., C. J. Cleveland, and R. Kaufmann. 1986. *Energy and resource quality: the ecology of the economic process*. Wiley, New York.
- Hall, C., P. Tharakan, J. Hallok, C. C., and M. Jefferson. 2003. Hydrocarbons and the evolution of human culture. *Nature* 426.
- Hansen, B., H. F. Alroe, and E. S. Kristensen. 2001. Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 83:11.
- Heinberg, R. 2003. *The party's over: oil, war and the fate of industrial societies*. New Society Publishers, Gabriola, B.C.
- Heinberg, R. 2004. *Powerdown: options and actions for a post-carbon world*. New Society Publishers, Gabriola Island, BC.
- Heppenstall, A. 2005. C.E.O. of Lundin Petroleum, intervju av Global Public Media i Grand Hotel,

- Stockholm. <http://www.globalpublicmedia.com/interviews/475>. in.
- Hoffert et al., 2002. Advanced Technology Paths to Global climate Stability: Energy for a Greenhouse Planet. *Science* 298: 981-987.
- Hornborg, A., 2001. The power of the machine. Global inequalities of economy, technology and environment. Altamira Press.
- Johansson, S. 2005. The Swedish foodprint: an agroecological study of food consumption. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* 2005:56. Dept. of Ecology and Crop Production Science Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Klare, M. T. 2001. Resource wars: the new landscape of global conflict, 1st edition. Metropolitan Books, New York.
- Klare, M. T. 2004. Blood and oil: the dangers and consequences of America's growing petroleum dependency, 1st edition. Metropolitan Books, New York.
- Lindstedt, G. 2005. Olja. Jakten på det svarta guldet när världens oljekällor sinar. Bokförlaget DN.
- Lindstedt, G. 2006. Hotet mot USA. Recension av boken Petrodollar warfare - Oil Iraq and the Future of the Dollar av W. R. Clarc. *Veckans Affärer*, 30 januari 2006.
- Liu, C. K. H. 2002. US Dollar hegemony has got to go. *Asia Times Online Co, Ltd.*
- Meling, L. M. 2005. Filling the gap. in *Running out of oil - Scientific perspectives on fossil fuels*, Kungliga Vetenskapsakademien i Stockholm.
- Mudeva, A. 2005. Fuel Use Spreads Vegoil too Thin for Margarine Firms. <http://www.planetark.org/daily-newsstory.cfm/newsid/33099/story.htm>. in.
- Murray, J., 2005. The Global Energy Perspective: reflections of the World Energy Council. http://www.iva.se/upload/Verksamhet/Projekt/Energiframsyn/Jan_StockholmMar05.doc
- Nordin, T.-S. P. 2005. paneldebatt på, Kungliga Vetenskapsakademien i Stockholm konferens, Running out of oil - Scientific perspectives on fossil fuels. in, Stockholm.
- Odum, H. T. 1970. Environment, power, and society. Wiley-Interscience, New York.
- Odum, H. T. 1996. Environmental accounting: EMERGY and environmental decision making. Wiley, New York.
- Pimentel, D. 1996. Green revolution agriculture and chemical hazards. *The Science of The Total Environment* 188:S86.
- Pimentel, D., and T. W. Patzek. 2005. Ethanol Production Using Corn, Switchgrass, and Wood; Biodiesel Production Using Soybean and Sunflower. *Natural Resources Research* 14:65.
- Pochettino, N. 2005. World Oil Demand: Key Trends and Uncertainties. in *National Academies Workshop on oil supply, demand and peaking in production.*, Washington, D.C.
- Radetzki, M. 2005. Priset på olja halverat 2010. in *Dagen Nyheter*.
- Raskin et al 2002. The Great Transition, The Promise and Lure of the Times Ahead, Stockholm Environment Institute.
- Refsgaard, K., N. Halberg, and E. S. Kristensen. 1998. Energy utilization in crop and dairy production in organic and conventional livestock production systems. *Agricultural Systems* 57:599.
- Rogner, H.-H. 1997. An Assessment of World Hydrocarbon Resources. *Annual Review of Energy and the Environment* 22:217-262.
- Rydberg, T., and J. Jansen. 2002. Comparison of horse and tractor traction using emergy analysis. *Ecological Engineering* 19:13.
- Simmons, M. R. 2002. The World's Giant Oil Fields: How many exist? How much do they produce? How fast are they declining? HUBBERT CENTER NEWSLETTER.

- Simmons, M. R. 2005. *Twilight in the desert: the coming Saudi oil shock and the world economy*. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J.
- Simmons, M. R., and H. Franssen. 2005. *Oil Depletion and the Pacific Northwest*. <http://www.kuow.org/defaultProgram.asp?ID=9545>. in S. Scher, editor. *Weekday*. KUOW, Seattle.
- Skogsstyrelsen. 2004. *Skogsstatistisk årsbok*. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Ståhl, S. 2005. *Sverige får blandad miljöranking*. *Miljöaktuellt* december 2005.
- Steffen, W. 2005. *Slumbering giants*, föredrag vid Albaeco, Stockholm hösten 2005. <http://www.google.com/custom?q=slumbering+giants&sa=S%F6k&domains=albaeco.com&sitesearch=albaeco.com>.
- Strid, P. 2005. *Billig solvärme med nanoteknik*. *Science fiction blir verklighet*. OCH "Ingen vet hur nanopartiklar kan påverka hälsan" *Miljöaktuellt*, mars 2005.
- Sundkvist, A., A. Jansson, and P. Larsson. 2001. *Strengths and limitations of localizing food production as a sustainability-building strategy -- an analysis of bread production on the island of Gotland, Sweden*. *Ecological Economics* 37:217.
- Sveriges Nationalatlas 1990a, *Infrastrukturen*
- Sveriges Nationalatlas 1990b, *Skogen*
- Sveriges Nationalatlas, 2003c, *Västra Götaland*
- Udall, R. 2005. *The illusive Bonanza: Oil Shale in Colorado "Pulling the Sword from the Stone"*.
- Uhlin, H.-E. 1999. *Energy productivity of technological agriculture-lessons from the transition of Swedish agriculture*. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 73:63.
- Ulgiati, S. 2001. *A Comprehensive Energy and Economic Assessment of Biofuels: When "Green" Is Not Enough*. *Critical Reviews in Plant Sciences* 20:71.
- Ulgiati, S., M. Raugei, and S. Bargigli. In press. *Overcoming the inadequacy of single-criterion approaches to Life Cycle Assessment*. *Ecological Modelling*, Corrected Proof.
- USGS. 2000. *U.S. Geological Survey World Petroleum Assessment 2000*. USGS.
- Vägverket 2001. *Well to Wheel Efficiency for alternative fuels from natural gas or biomass*. *Ecotrafic*. Publikation 2001:85.
- Wolf, J., P. S. Bindraban, J. C. Luijten, and L. M. Vleeshouwers. 2003. *Exploratory study on the land area required for global food supply and the potential global production of bioenergy*. *Agricultural Systems* 76, pp. 841.
- Youngquist, W. L. 1990. *Mineral resources and the destinies of nations*. National Book Co., Portland, Or.
- Youngquist, W. L. 1997. *GeoDestinies: the inevitable control of earth resources over nations and individuals*. National Book Co., Portland, Or.
- Ziegler, W., 1995. *Ways of Enspiriting*. FIA International LLC, Denver, USA.

Bilaga 1 Beräkningar

Appendix – Data and calculations of land area requirements for Swedish biofuel production

Kapitel 6: Oljan och den gröna sektorn

Andrew Haden, achaden@yahoo.com

Table 1. Swedish fuel demand

| Food system fuel demand, 'jord till bord' | | Source |
|--|-------|---------------------------------------|
| Diesel, TWh/yr | 8.89 | (Johansson, 2005) |
| Petrol, TWh/yr | 2.61 | (Johansson, 2005) |
| Forestry system fuel demand, estimate | | |
| Diesel, TWh/yr | 4.04 | (See forestry sector demand estimate) |
| Petrol, TWh/yr | 0.11 | (See forestry sector demand estimate) |
| Green Sector (forestry + food system) fuel demand | | |
| Diesel, TWh/yr | 12.93 | (Sum of above) |
| Petrol, TWh/yr | 2.72 | (Sum of above) |
| Total Swedish diesel and petrol demand | | |
| Diesel, TWh/yr | 33.3 | (Energimyndigheten, 2004) |
| Petrol, TWh/yr | 49.2 | (Energimyndigheten, 2004) |

Table 2. Biofuel productivity under Swedish conditions

Biodiesel from raps (RME)

| | GJ/ha | TWh/ha | Source |
|---|-------|----------|--------------------------|
| Energy yield of raps (oil and byproducts) | 62.7 | 1.78E-05 | (Bernesson et al., 2004) |
| RME yield per hectare per year | 40.3 | 1.12E-05 | (Bernesson et al., 2004) |
| Conversion efficiency | 64% | | (Calculated) |

Ethanol from wheat

| | GJ/ha/yr | TWh/ha/yr | Source |
|--|----------|-----------|--------------------------|
| Energy yield from wheat and byproducts | 85.4 | 2.37E-05 | (Bernesson et al., 2004) |
| Ethanol yield per hectare per year | 52.06 | 1.45E-05 | (Bernesson et al., 2004) |
| Conversion efficiency | 61% | | (Calculated) |

Biodiesel from wood synfuel (DME)

| | GJ/ha/yr | TWh/ha/yr | Source |
|--------------------------------|----------|-----------|--------------------------------|
| Energy yield of forest | 40.6 | 1.13E-05 | (See forest yield calculation) |
| Conversion efficiency | 55% | | (Ahlvik and Brandberg, 2001) |
| DME yield per hectare per year | 22.33 | 6.20E-06 | (Calculated) |

Ethanol from wood

| | GJ/ha/yr | TWh/ha/yr | Source |
|-------------------------------------|----------|-----------|--------------------------------|
| Energy yield of forest (solid wood) | 40.6 | 1.13E-05 | (See forest yield calculation) |
| Conversion efficiency | 45% | | (Ahlvik and Brandberg, 2001) |
| Ethanol yield per hectare per year | 18.27 | 5.08E-06 | (Calculated) |

Biogas from dedicated ley crops

| | GJ/ha/yr | TWh/ha/yr | Source |
|-----------------------|----------|-----------|---|
| Energy yield (biogas) | 70.4 | 1.96E-05 | (Calculated from (Fredriksson et al., 2006) as 2676 GJ/38 ha) |

Table 3. Land area calculations

Arable land needed to meet food system fossil fuel demand with agricultural-based biofuels

| | | | |
|---------------------------------|---------|------------|---|
| Diesel from raps (RME/methanol) | 794,046 | ha, arable | (Calculated as 8.89 TWh / 0.0000112 TWh/ha) |
| Petrol from wheat (Ethanol) | 180,530 | ha, arable | (Calculated as 2.61 TWh / 0.0000145 TWh/ha) |
| Total arable land | 974,576 | ha, arable | (Sum) |
| Biogas alternative | 587,870 | ha, arable | (Calculated as 11.5 TWh / 0.0000197 TWh/ha) |

Forest land needed to meet forestry sector fossil fuel demand with forest-based fuels

| | | | |
|----------------------------|---------|------------|---|
| Diesel from wood (DME) | 652,933 | ha, forest | (Calculated as 4.04 TWh / 0.0000062 TWh/ha) |
| Petrol from wood (Ethanol) | 21,675 | ha, forest | (Calculated as 0.11 TWh / 0.0000051 TWh/ha) |
| Total forest land | 674,608 | ha, forest | (Sum) |

Arable land needed to meet Green Sector fossil fuel demand with agricultural crop-based biofuels

| | | | |
|-----------------------------|-----------|------------|--|
| Diesel from raps (RME) | 1,155,833 | ha, arable | (Calculated as 12.93 TWh / 0.0000112 TWh/ha) |
| Petrol from wheat (Ethanol) | 188,137 | ha, arable | (Calculated as 2.72 TWh / 0.0000145 TWh/ha) |
| Total arable land | 1,343,969 | ha, arable | (Sum) |
| Biogas alternative | 800,534 | ha, arable | (Calculated as 15.66 TWh / 0.0000197 TWh/ha) |

Forest land needed to meet Green Sector fossil fuel demand with forest-based fuels

| | | | |
|----------------------------|-----------|------------|--|
| Diesel from wood (DME) | 2,085,985 | ha, forest | (Calculated as 12.93 TWh / 0.0000062 TWh/ha) |
| Petrol from wood (Ethanol) | 536,092 | ha, forest | (Calculated as 2.72 TWh / 0.0000051 TWh/ha) |
| Total forest land | 2,622,077 | ha, forest | (Sum) |

Arable land needed to meet Swedish transport fuel demand with agricultural crop-based biofuels

| | | | |
|-----------------------------|-----------|------------|---|
| Diesel from raps (RME) | 2,974,690 | ha, arable | (Calculated as 33.3 TWh / 0.0000112 TWh/ha) |
| Petrol from wheat (Ethanol) | 3,402,228 | ha, arable | (Calculated as 49.2 TWh / 0.0000145 TWh/ha) |
| Total arable land | 6,376,918 | ha, arable | (Sum) |
| Biogas alternative | 4,217,489 | ha, arable | (Calculated as 82.5 TWh / 0.0000197 TWh/ha) |

Forest land needed to meet Swedish transport fuel demand with forest-based fuels

| | | | |
|----------------------------|------------|------------|---|
| Diesel from wood (DME) | 5,368,562 | ha, forest | (Calculated as 33.3 TWh / 0.0000062 TWh/ha) |
| Petrol from wood (Ethanol) | 9,694,581 | ha, forest | (Calculated as 49.2 TWh / 0.0000051 TWh/ha) |
| Total forest land | 15,063,144 | ha, forest | (Sum) |

Table 4. Forest energy productivity

| | | | |
|-----------------------------------|-------|-----------------------|----------------------------------|
| Average annual growth per hectare | 5.3 | m ³ /ha/yr | Source (Skogsstyrelsen, 2005) |
| Energy content | 7661 | MJ/m ³ | (Berg and Lindholm, 2005) |
| Harvestable energy | 40602 | MJ/ha/yr | (Calculated, from above) |
| Harvestable energy | 40.6 | GJ/ha/yr | (Calculated, from above) |

Table 5. Swedish forestry diesel and petrol demand estimate

The calculations below use averaged values from the Life Cycle Assessment of forestry operations in North, Central and Southern Sweden, by Berg and Lindholm (2005).

| | North | Central | South |
|--|----------------|---|-------------|
| Diesel use, m ³ | 6039 | 4511 | 4342 |
| Petrol use, m ³ | 306 | 144 | 33.4 |
| Timber produced, m ³ | 1,167,700 | 936,900 | 1,100,000 |
| Timber transported, m ³ | 1,234,615 | 1,131,309 | 1,100,000 |
| Diesel use, MJ | 233,452,276 | 174,408,018 | 167,861,720 |
| Petrol use, MJ | 10,463,402 | 4,915,837 | 1,143,274 |
| Diesel use in MJ per m ³ transported wood | 189.1 | 154.2 | 152.6 |
| Petrol use in MJ per m ³ transported wood | 8.5 | 4.3 | 1.0 |
| Average diesel use, MJ per m ³ transported wood | 165.3 | | |
| Average petrol use, MJ per m ³ transported wood | 4.6 | | |
| Annual forest harvest, m ³ | 88000000 | (Skogsstyrelsen, 2005) | |
| Total diesel use estimate, MJ/yr | 14,545,094,269 | (MJ/m ³ x total harvest m ³) | |
| Total petrol use estimate, MJ/yr | 406,549,325 | (MJ/m ³ x total harvest m ³) | |
| Total annual diesel use estimate, TWh | 4.04 | (Calculated) | |
| Total annual petrol use estimate, TWh | 0.11 | (Calculated) | |

Table 6. Conversion factors

| | | | Source |
|--|----------|-------------------|------------------------------|
| Wood, energy content (per kg) | 19.2 | MJ/kg | (Berg and Lindholm, 2005) |
| Wood, volumetric density | 399 | kg/m ³ | (Berg and Lindholm, 2005) |
| Wood, energy content (per m ³) | 7661 | MJ/m ³ | (Berg and Lindholm, 2005) |
| MJ/TWh | 3.60E+09 | | |
| Diesel | 38.66 | MJ/l | (Fluck, 1992) |
| Gasoline | 34.24 | MJ/l | (Fluck, 1992) |
| RME | 38.5 | MJ/kg | (Bernesson et al., 2004) |
| Ethanol | 25.12 | MJ/kg | (Bernesson et al., In Press) |
| Energy requirements, logging (% of yield) | 3.0% | | (Ahlvik and Brandberg, 2001) |
| Energy requirements, farming (% of yield) | 6.0% | | (Ahlvik and Brandberg, 2001) |

References

- Ahlvik, P., and Å. Brandberg. 2001. Well-To-Wheel Efficiency: For alternative fuels from natural gas or biomass. Report number: 2001:85, Swedish National Road Administration.
- Berg, S., and E.-L. Lindholm. 2005. Energy use and environmental impacts of forest operations in Sweden. *Journal of Cleaner Production* 13, pp. 33.
- Bernesson, S., D. Nilsson, and P.-A. Hansson. 2004. A limited LCA comparing large- and small-scale production of rape methyl ester (RME) under Swedish conditions. *Biomass and Bioenergy* 26, pp. 545.
- Bernesson, S., D. Nilsson, and P.-A. Hansson. In Press. A limited LCA comparing large- and small-scale production of ethanol for heavy engines under Swedish conditions. *Biomass and Bioenergy* In Press, Corrected Proof, pp.
- Energimyndigheten. 2004. Energiläget. www.stem.se, pp.
- Fluck, R. C., editor. 1992. *Energy in Farm Production*. Elsevier, Amsterdam.
- Fredriksson, H., A. Baky, S. Bernesson, A. Nordberg, O. Noren, and P. A. Hansson. 2006. Use of on-farm produced biofuels on organic farms - Evaluation of energy balances and environmental loads for three possible fuels. *Agricultural Systems* 89, pp. 184.
- Johansson, S. 2005. *The Swedish foodprint: an agroecological study of food consumption*. Dept. of Ecology and Crop Production Science Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Skogsstyrelsen. 2005. *Skogsstatistisk årsbok*. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Bilaga 2 Processen

Uppdraget

Projektet uppstod ur en dialog mellan Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien (KSLA) och Centrum för Uthålligt lantbruk (CUL) vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) angående en lämplig form för att ta sig an frågan om en förestående knapphet på olja.

Under vårvintern 2005 fördes samtal mellan Karin Höök vid KSLA och Ulrika Geber, Anders Tivell, Johanna Björklund samt Lennart Salomonsson vid SLU. I maj 2005 fick Hillevi Helmfrid i uppdrag att föreslå ett projektupplägg med utgångspunkt i gruppens önskemål. Andrew Haden blev vid samma tid tillfrågad att vara med och ge innehållsmässiga bidrag till den planerade underlagsrapporten.

Det stod från början klart att energifrågorna är laddade med värderingar som tillsammans med olika tolkningar av fakta formar vitt skilda synsätt på möjliga och önskvärda framtider. Gruppen såg det därför inte som meningsfullt att försöka sig på att författa en rapport där vi ”talar om hur det är”. Vi ville istället tydliggöra olika synsätt och på det viset bidra till fördjupad förståelse. En artikel av Robert Costanza (2000) fanns tidigt med som inspirationskälla. Syftet med rapporten skulle vara att stimulera konstruktiva samtal.

Projekt- och referensgruppen

I projektgruppen ingick Ulrika Geber, enhetschef, CUL (SLU) och Karin Höök, akademiagronom (KSLA) som representanter för uppdragsgivarna. Därutöver ingick Anders Tivell från SLU/Omvärld som hjälpt till att styra processen, Andrew Haden som levererat kunskapsunderlag till rapporten, samt Hillevi Helmfrid som arbetat redaktionellt med rapporten och även som processledare.

Strax före sommaren 2005 tillfrågades ett antal personer om att delta i projektets referensgrupp. Syftet med referensgruppen var att samla personer med engagemang för frågan och vilja att hjälpa oss i projektgruppen att förverkliga projektidén. När vi sökte efter deltagare till referensgruppen strävade vi efter att få en bredd av perspektiv och erfarenheter representerade. Detta lyckades också, med undantag för att vi saknade representanter för den statliga sfären då miljödepartementet och energimyndigheten avböjde att delta i referensgruppen. Den slutliga sammansättningen av referensgruppen blev: Christel Cederberg, agronom och filosofie doktor, Norra Storegård(KSLA), Erik Herland, Näringspolitisk chef, Lantmännen Energi, Björn Forsberg, forskare i statsvetenskap, Centrum för utvärderingsforskning vid Umeå Universitet, Ulrika Geber, enhetschef, CUL (SLU), Karin Höök, akademiagronom, KSLA, Bo Kjellén, f.d. klimatförhandlare och Senior Reserach Fellow, Stockholm Environment Institute samt Lennart Salomonsson, forskningsledare, Institutionen för stad och land (SLU). Vi hade också i inledningskedet kontakt med Christian Azar (CTH) och Leif Magne Melling (Statoil International) som av olika anledningar inte kunde vara med i referensgruppen men lämnade skriftliga bidrag.

Referensgruppen sammanträdde sammanlagt fyra gånger. Vid det första mötet lades grunden för referensgruppens arbete genom att vi tillsammans på väggen listade vad vi såg som ”hot” respektive ”hopp” för Världen, Sverige och den gröna sektorn i relation till en förestående knapphet på olja. Samtliga närvarande slogs av att vi på en övergripande nivå var tämligen samstämmiga. Denna insikt skapade ett bra klimat för de fortsatta överläggningarna. Övriga punkter på

programmet var (1) den planerade konferensformen (Open Space), (2) gemensam listning av målgrupper för konferensen, (3) övergripande synpunkter på det första utkastet av underlagsrapporten.

Det andra referensgruppsmötet fokuserade uteslutande på innehållet i rapporten medan det tredje var inriktat på förberedelse för konferensen. Det fjärde mötet hölls efter konferensen och syftade till att fånga upp lärdomar och eventuella fortsättningar.

Rapporten

Arbetet med rapporten påbörjades hösten 2005. Texten bearbetades ett flertal gånger efter såväl muntlig som skriftlig dialog med referensgruppen. För vissa avsnitt hämtades experthjälp utanför gruppen. När konferensutgåvan av rapporten var klar och började spridas fick vi återkoppling som bekräftade att denna grundliga process (där vi verkligen försökt sätta oss in i varandras perspektiv) varit mödan värd.

Rapporten väckte också ett mediaintresse, främst genom beräkningarna i kapitlet "Den gröna sektorn". På beräkningarna har vi också mottagit synpunkter och förslag från många kunniga personer. Vi vill tacka för dessa bidrag och samtidigt förklara varför vi trots värdefulla synpunkter valt att låta beräkningarna stå kvar i princip oförändrade, med undantag för att vi lagt till biogas.

Fyra huvudtyper av synpunkter på beräkningarna har inkommit. I något fall har förslaget gått ut på att göra beräkningarna mer detaljerade. Detta har vi velat avstå ifrån eftersom vårt syfte endast var att presentera enkla överslagsberäkningar.

Från andra håll kommer synpunkten att våra beräkningar är för pessimistiska eftersom andra kan presentera mycket ljusare scenarier. Denna synpunkt är till del ett missförstånd. Vad vi har gjort är inget scenario. Vi har bara utgått från befintlig landareal,

befintlig produktionsstruktur, känd teknik och faktisk nuvarande konsumtion av bensin och diesel. Det vi har gjort är en beräkning av potentialen för att ersätta bensin och diesel inom ramen för det vi vet säkert idag. Scenariobyggaren däremot är fri att göra vilka realistiska eller orealistiska antaganden som helst vad gäller effektivisering, tekniska genombrott, efterfrågeförändringar, förändrade styrmedel, etc.

Från flera håll har det påpekats för oss att vi bygger våra beräkningar på för optimistiska antaganden angående skogstillväxt och indirekta energikostnader. Vi har valt att inte ändra på detta eftersom vi anser att en justering bara skulle förstärka den slutsats vi redan kommer till, nämligen att utmaningen är mycket stor.

Slutligen har beräkningar för energinetto efterfrågats. Att göra sådana beräkningar skulle kräva avsevärt mer arbetstid än vad vi haft till förfogande. Dels saknas vissa data, dels finns det konkurrerande synsätt för hur nettoanalyser bäst genomförs (se avsnittet: Olika metoder ger olika svar). Detta innebär inte att vi tycker att nettoanalyser är oviktiga. Tvärtom, tror vi att våra ytberäkningar behöver kompletteras med ett resonemang om energinetto. Vi hoppas därför att rapporten stimulerar till framtida forskningsprojekt som kan ta sig an dessa frågor på ett seriöst och grundligt sätt.

Open Space-mötet

Inbjudan (se bilaga 3) till workshop om en kommande knapphet på olja skickades ut till cirka 600 personer. Utgångspunkten var att alla de "kategorier" som referensgruppen identifierat skulle vara väl representerade. Projekt- och referensgruppens personliga kontaktnät utnyttjades tillsammans med befintliga sändlistor vid KSLA och CUL.

Personerna på följande sidor kom att delta i workshopen.

| | | |
|------------------------|--------------------|---|
| Achrén Börje | Lantbrukare | LRF Dalarna |
| Ahlgren Serina | Doktorand | Inst för biometri och teknikSLU |
| Ahlroth Sofia | Doktorand | KTH, |
| Arvidson Anders | Forskare | Stockholm Environment Inst. |
| Baky Andras | Forskare | JTI |
| Bergkvist Göran | Forskare | SLU |
| Bergström Per | Ämnesansvarig | Högskolan för lärande och kommunikation |
| Björklund Johanna | Forskare | CUL/SLU |
| Blom Kicki | Informatör | Folkrörelserådet Hela Sverige skall leva |
| Carlborg Anders | Student | Uppsala universitet |
| Carlsson Cecilia | Student | Cemus Geocentrum |
| Carsted Parmlid Annika | Kommunikation | BioAlcohol Fuel Foundation |
| Danielsson Peter | Styrelseledamot | SERO |
| Edling Peter | Lantbrukare | Valla Gård |
| Eksvärd Jan | Miljöchef | LRF |
| Engström Staffan | Civil ing | Ägir konsult AB |
| Ericson Sven-Olov | | Miljödepartementet |
| Eriksson Tord | Generalsekreterare | NJF c/o KSLA |
| Forsberg Björn | Forskare | UCER/Umeå universitet |
| Forsberg Hans G. | Professor | Ångpanneföreningens Forskningsstiftelse |
| Forss Linda | | Östersunds kommun |
| Franzén Oscar | Student | CEMUS |
| Fredga Karl | | KVAs energiutskott |
| Fringel Viggo | Agronom | |
| Geber Ulrika | Enhetschef | CUL/SLU |
| Gustafson Stefan | Student | SLU |
| Haden Andrew | Doktorand | SLU/SOL |
| Haglund Tullia | Student | |
| Hagström Peter | Doktorand | SLU/bioenergi |
| Hallor Malin | Lark stud | |
| Hansson Kurt | Biogasbrukare | Gasilage AB |
| Hansson Per-Anders | Professor | Ins.för biometri/teknik, SLU |
| Hedenus Fredrik | Ph Student | Chalmers University of Technology |
| Hedman Göran | | Naturbränsle |
| Helmfrid Hillevi | Konsult | Hållbar utveckling - Process & Perspektiv |
| Herland Erik | Näringspol. chef | Lantmännen Energi |

| | | |
|---------------------|----------------------|------------------------------|
| Hinton Stephen | Konsult | AVBP |
| Horkeby Inge | Miljöchef | AB Volvo |
| Höök Karin | Akademiagronom | KSLA |
| Janson Anna | Gymnsielärare | Palmcrantz |
| Johansson Susanne | Forskare | CUL/SLU |
| Karlsson Kristoffer | Business Anayst | Jakko Pöyry Consulting |
| Kjellberg Oscar | Utvecklingsdir. | Jak Medlemsbank |
| Kjellén Bo | S.Research Fellow | Stockholm Environment Inst. |
| Korsár Jonathan | Student | |
| Krmic Gordon | | Dalarnas Energiutveckling |
| Krzesinski Edwin | VD | A very Beautiful Place |
| Kullander Sven | Ordförande | KVA:s energiutskott |
| Kumm Karl-Ivar | Docent | SLU/Skara |
| Lars Larsson | | Dalarnas Energiutveckling |
| Larsson Stig-Göran | | Trollhättan |
| Lind Gunnar | Politisk sekreterare | Miljöpartiets riksdagskansli |
| Lindberg Michael | Projektledare | Trönöbygden/Hållbara Bygder |
| Lundmark Bo | VD | Glommers Miljöenergi AB |
| Lundström Jenny | Politisk sakkunnig | Jordbruksdepartementet |
| Melin Andreas | Student | SLU |
| Meurling Gunilla | Student | |
| Milestad Rebecka | Forskare | CUL/SLU |
| Mortensen René | Agenda 21 konsult | PKN Bärkraft |
| Mossberg Daniel | Kurssamordnare | CEMUS/Geocentrum |
| Nelson Bo | Strategic Adviser | Vattenfall AB |
| Nilsson Anders | Forskningschef | Svalöf Weibull AB |
| Nilsson Per Håkan | Student | CEMUS |
| Odelram Fredrik | Dep.sekreterare | Jordbruksdepartementet |
| Olerås Kristoffer | Student | SLU |
| Olsson Göran | Ledamot | Länsbygderådet i Uppsala län |
| Paulsson Therese | Student | SLU/Teknikagronom |
| Persson Göran | | GAP Environment Consulting |
| Persson Siv | Manager | WWF |
| Pettersson Emma | Student | Uppsala universitet |
| Ribbing Per | | SIS Miljömärkning (Svanen) |
| Salomonsson Lennart | Forskningsledare | SLU/Inst för stad och land |

| | | |
|---------------------|------------------------|---|
| Salomonsson Rickard | Student | SLU |
| Sandgren Tim | Kursadministratör | CEMUS, Uppsala |
| Segerstéen Christer | Ordförande | LRF Skogsägarna |
| Stenström Anders | Ordförande | Den Goda Jorden - ideell förening |
| Strömberg Tom | Ekologisk ekonom | c/o Håkan Jansson |
| Svanfeldt Göran | Ordförande | Fritidsodlingens Riksorganisation |
| Svanäng Karin | Konsulent | CUL/SLU |
| Thomsson Olof | Agr dr | WBT Konsult HB |
| Thorin Leif | Generalsekreterare | Sv Förb. för Koloniträdgårdar och Fritidsbyar |
| Tivell Anders | | SLU/Omvärld |
| Tyrefors Niklas | Student | |
| Ullvén Karin | Informatör | CUL/SLU |
| Wetterstedt Martin | Doktorand | SLU/ekologi o miljövård |
| Wetterstrand Hanna | Biståndshandläggare | Kooperation utan gränser |
| Wiklund Carita | Energi o miljöingenjör | Energikontoret i Mälardalen |
| Wintzell Jan | | Jakko Pöyry Consulting |
| Wivstad Maria | Forskare | CUL |
| Yli-Länttä Anette | Dep.sekreterare | Jordbruksdepartementet |
| Östlund Olov | | Trönöbygden/Hållbara Bygder |



Den form vi valde för workshopen (Open Space Technology)¹ ger en struktur där deltagarna utifrån eget engagemang och ansvar tillsammans utformar innehållet i mötet. Efter det inledande passet då mötesledaren introducerar arbetssättet och deltagarna skapar konferensprogrammet, följer parallella sessioner som alla dokumenteras skriftligt. Rapporterna hängs upp på väggen och blir därmed tillgängliga för alla deltagare. Varje dag inleds och avslutas med en stor cirkel där ordet är fritt (så kallad "talking stick"). Under den sista dagen (i vårt fall dag 2) prioriterar deltagarna i det material som framkommit i gruppdiskussionerna och bestämmer vilka teman som ska gå vidare till handlingsplanering.

I vårt fall hölls 42 smågruppsamtal under måndagen. Under tisdagen gjordes handlingsplanering på 8 teman. Det är tyvärr inte möjligt att på ett helt rättvisande sätt återge innehållet i allt som avhandlades i smågrupperna. Vad vi gör nedan är att presentera en förkortning och i vissa fall tolkning av gruppernas (ibland utförliga och ibland knapphändiga) rapporter. Vi vill här framförallt visa på bredden, djupet och mångfalden av frågeställningar som avhandlades.

För läsbarhetens skull föregriper vi programmet och presenterar måndagens parallellsessioner ordnade i de "kluster" som skapades under tisdagen.

Måndagen – Parallellsessioner

Kan ökad självförsörjning vara en möjlig väg?

Livsmedlen står för en stor del av oljeförbrukningen. Mycket energi kan sparas om vi odlar lokalt och sluter kretsloppen snävt. Det finns mark: De privata trädgårdarna motsvarar hela Blekinges yta. Dessutom finns stora ytor i områden med flerbostadshus.

Förslag:

- Ta vara på det stora trädgårdsintresset.
- Organisera odling i litet större skala än på hushållsnivå. Utveckla olika former av lokal produktion.

Vilka delar av livsmedelskedjan är känsligast för höjda energipriser?

I jordbruket är kvävegödselmedel, drivmedel och proteinfoder mest känsliga för energiprishöjning. Med minskad köttkonsumtion kan vi vara självförsörjande på livsmedel och ändå få mark över till bioenergi. Inom förädling och tillagning behövs bättre koppling mellan kostnadseffektivitet och energieffektivitet. Inom handeln är det dålig koppling mellan pris och energieffektivitet. Vad betyder "egna varumärken" med importerade råvaror? Vad betyder de stora affärsytorna? Konsumenterna vet inte vad som är effektivt ur energisynpunkt. Med märkning och rätt prissignaler går det att ändra matvanor, även om vi är tröga.

Hur optimerar vi hela kedjan – inte bara delarna var för sig? Tidsperspektivet – vad kan vi göra på 10–15 år och samtidigt vara flexibla för den teknikutveckling som kan komma under tiden? Måste lokal produktion vara småskalig? När småskalig och när storskalig?

Förslag: -samma skatt på allt fossilt bränsle, -energi/miljömärkning av livsmedel, ev. skatt på de mest energi/miljöbelastande produkterna.

Biogasbrukande

- Kommunprojekt
- Teknikfrågor
- Marknadsfrågor
- Säkerhet – förebilder – erfarenheter
- Ta tillvara småskalighet!

Är dyr energi chans eller hot för vår landsbygd och lokalsamhället?

- Utflyttning från städer för bättre livskvalitet skapar underlag för lokal service.
- Höga energipriser innebär både hot och möjlighet för jobb/försörjning lokalt.
- Byautvecklingsgrupperna viktiga.
- Kostnad för energi och arbete skiftas – nu blir det

rationellt med ruralisering. Landsbygdens resurser blir mer värda.

- Risk att det ekonomiska systemet kollapsar. Avståndet mellan god ordning och kaos är litet (ex. Bosnien).
- Myndigheter och stat måste bli mer flexibel – vara mer möjliggörare och mindre kontrollanter.

Hur kan vi få utrymme för lokal odling i samhällsplaneringen?

- Goda exempel behövs. Olika aktörer kan samverka för att få fram sådana exempel. Det behövs en organisation som går i bräschen.
- Svårt att påverka den kommunala planeringsapparaten.
- ”Community solutions”: ett antal hushåll i Ohio har gått samman och samverkar med lantbrukare i närheten.
- Lokal odling främjar: hälsa, välbefinnande, biologisk mångfald och krestloppsanpassning.

Förslag:

Plan- och bygglagen bör ålägga kommunerna att få in odlingsmöjligheter i planeringen.

Hur bygger vi hållbara städer?

- Vi kan inte bygga städer som är totalt beroende av omvärlden. Grundläggande försörjning i närområdet behövs.
- Skapa förutsättningar för lokal odling, t.ex. förvaringsutrymmen.
- Robusthet – krisberedskap i staden.
- Bygg inte igen odlingsbara luckor i staden!
- Se på möjligheten att omstrukturera stora städer!

Perspektiv för solkraft

Det behövs teknisk utveckling, t.ex. för lagring och transport av termisk solenergi. Det behövs också politiska ramverk och resurser för PR-insatser för utvecklingen av solkraft. Solkraft har positiv kostnadsutveckling och passar även för lågenergismålsområdet.

Hur ser en värld (nästan) utan flyget ut?

- Flyget är en viktig del i globaliseringsprocessen – vilket pris (ekonomiskt och miljömässigt) kan vi tänkas betala?
- Alternativ till flygfotogen: vätgas.
- Resande som håller sig inom ”de fyra systemvillkoren” är av godo. (Resande ger kunskap om omvärlden.)
- Flygtrafiken är en överklassverksamhet.
- Vi ser medias roll i vårt reseintresse.
- Vill vi flyga måste vi satsa på att utveckla den nya tekniken NU!
- ”Use your brain – go by train”

Global fördelning

Diskussionen om potentialen för förnybar energi måste vidgas till global nivå. Tillgången till resursbasen skapar klyftor mellan Nord och Syd och förstärker etniska och religiösa konflikter. Det behövs andra värdemätare än pengar i handelsutbytet samt globala fördelningssystem.

Förslag: Rättvist miljöutrymme är ett pedagogiskt verktyg som bör lyftas fram som vision eller mål.

Förädlad bioenergiexport från u-länder

– möjlighet eller hot?

- Skilda åsikter i gruppen huruvida denna utveckling är önskvärd eller inte.
- Kan man sätta upp ramar/styrmedel för en hållbar energiimport från Afrika?
- Hur ska svenskt bistånd ställa sig till utvecklande av jordbruk med gödsel och bekämpningsmedel från fossilt bränsle? Byggs fossilberoende upp?
- Koherens mellan svensk nationell politik och svensk u-landspolitik (exempelvis sanitetsfrågor)?
- Öka stödet till energianvändning i Afrika för att möta grundläggande mänskliga behov. Minska energianvändningen i Sverige.
- Är det moraliskt rätt att hindra monokultur?

- Lokal förädling viktig.
 - Roll för Sverige att stärka: -robusta institutionella ramverk, -demokrati, framförallt den lokala, -kunskap/medvetenhet om risker och potentialer för beslutsfattande, -folklig förankring.
-

Finansiering/ägande

Genom att aktivt ta ansvar för hur vi använder våra pengar och då särskilt hur vi sparar, men också kortsiktig konsumtion, pension, försäkringar etc. frigörs ekonomiska medel att använda som t.ex. riskkapital. Vi kan välja var ägande-risk-vinst ska läggas för att maximera våra pengars långsiktiga nytta för oss själva genom att investera i den plats som vi vill leva på. På detta sätt kan vi motverka att lokala resurser blir global egendom utan möjlighet till lokalt inflytande eller utkomst. En fördel med det lokala perspektivet är att det ökar förutsättningarna att beakta alla hållbarhetsaspekter.

Utmaningar:

- Systemanalyser behövs för att greppa möjligheterna.
- Det är dyrt att göra rätt (strukturproblem)
- Svårt för hushåll att bestämma över hur det egna sparatet ska förvaltas (exempelvis de pengar vi betalar till pensioner och försäkringar)
- Det finns större tilltro till Rysslandsfonder än till lokala fonder...!

Vilka är "vi"?

- Orden "Vi skulle kunna" används väldigt lättvindigt, det är ett tomt "vi".
- Vem ska finansiera forskningen? Problem! Komplexa frågor faller mellan stolarna.

"Pengar"

- "Pengar" är en av världens smartaste uppfinningar, de möjliggör specialisering och uppdelning av arbetsuppgifter.

- Olika civilisationer har använt olika monetära system med olika egenskaper.
 - Vem skapar "pengarna"? Hur förs de ut i cirkulation?
 - Skolundervisningen måste förklara hur systemet fungerar!
-

Fossila alternativ

Stora delar av världen kommer att satsa på fossila alternativ till olja vilket leder till ökade koldioxidutsläpp. För att hejda denna utveckling behövs globala avtal, importtullar mot koldioxid, satsningar på förnybara alternativ och energieffektivisering.

Styrmedel

- Energiomställningen har gått bra hittills på grund av långsiktiga och kraftfulla ekonomiska styrmedel, stöd och normer. Detta är en väg som bör fortsätta.
- Handelssystemet är ett komplement med brister. Frågan är om huruvida pengarna ska stanna i handelssystemen eller gå in i statskassan.
- Attityder behöver formas för att göra omställningen mer attraktiv och öka acceptansen.

Hur får vi med oss företagen och politikerna?

- De fyra systemvillkoren för hållbara lösningar: om företagen förstår dem kan de tjäna pengar.
 - Formulera visionen – även på nationell nivå, och gör en medveten omställning/förändring.
 - Samla tillräckligt många starka personer, t.ex. i en företagsledning – "kritisk massa för förändring".
 - Det goda exemplets makt.
 - Hönan eller ägget? Teknik och marknad måste utvecklas parallellt. Ett exempel är flexibelbilar där initiativet togs genom en samlad upphandling.
 - Utgå från befintliga system och strukturer.
 - Svenska politiker måste ange visionen – vad ska Sverige satsa på i en global värld? Formulera sedan styrmedel och initiativ efter visionen.
-

Hur förändra förhärskande tankemönster?

Hoten kan komma att tvinga fram nya tankemönster. Men också tanken på kommande generationer, religiösa upplevelser och opinionsbildning kan förändra tankemönster.

Vart vill vi komma?

- Visioner av det hållbara samhället bättre än skrämselfpropaganda.
- Viktigt med gemensam definition av målet för att kunna ta/planera oss dit.
- En sådan definition är "Det Naturliga Stegets" fyra systemvillkor.
- Visionsarbetet är oerhört viktigt, men var görs det? Av vem?

Motkrafter

Motkrafter kan t.ex. vara människor som stoppar huvudet i sanden, "unna sig"-trenden, multinationella företag, media, tillväxtfokuserade ekonomer, politiker som inte vill leverera obekväma beslut, löften om tekniska lösningar, stress som gör att få stannar upp och tänker efter, känslan av hopplöshet, specialisering/sectorisering som försvårar helhetsbilder samt tron att "ingen annan bryr sig".

Det är en enorm pedagogisk utmaning att få människor att inse vidden av hur deras liv kan komma att påverkas. Vi behöver organisera oss och göra det roligt. Vi bör se omställningen som ett steg framåt!

Tids- och rumsaspekter

Total systemkollaps kan inte uteslutas. Hirsch Rapporten förordar "crash program" 30 år före oljetoppen. Det är den tid man tror att det tar att ställa om. Det är alltså inte för tidigt med försök med småskalig förnybar energi. Små anläggningar ger små ekonomiska och tekniska risker och minskar sårbarheten. Varför är det så svårt att övertyga folk om riskerna att inte förbereda sig nu?

Förslag: Ett "crash program"

Hur kan vi inspirera och motivera folk till att ändra beteende för ett hållbart samhälle?

Kommunikationen är oerhört viktig. Kommunikation är både vad man säger och vad man gör. Vi behöver bli fler som kommunicerar om "dessa frågor".

Förslag:

- Enkla gärna positiva exempel och "stories", men som förmedlar komplexa budskap.
- Kommunikation ska beröra för att vara effektiv.
- Inbjuda till samtal!!!
- Prata+Göra

Tidsaxeln

Omställningen från oljan tar lång tid, men nu börjar det hända saker. Under press förmår människan utträtta ganska mycket. Kvantiteten olja som förbrukas är enorm. Utmaningen att ersätta oljan är större än mänskligheten tror. Mängden energi som förbrukas måste minska.

Vi måste titta framåt vid samhällsplanering. God åkermark måste säkras från bebyggelse.

Nu ser vi att oljan har ett slut. Vi måste titta längre in i framtiden och ta de rätta besluten så det verkligen blir ett hållbart samhälle i framtiden.

Tillväxt?

Tillväxt som överordnad ideologi/metafor urholkar både våra liv och resurser och är inget bra sätt att tillfredsställa människors grundläggande behov på. Alternativen är många och goda. Vad ligger bakom konsumtionens attraktivitet? Vad ska vi ersätta den med? Hur kan vi gå från kvantitativ enfald till kvalitativ pluralism?

Levnadsstandard kring oljetoppen

- Levnadsstandard är starkt kopplat till identitet.
- Gruppen ifrågasatte kopplingen mellan hög standard och hög energianvändning.

- Viktigt att skilja mellan behov och begär.
- Beteendeförändringar är viktigare än teknikutveckling.
- Grupper måste definiera och anamma nya normer.
- Det går att åstadkomma förändringar till det goda livet.

Ny människosyn för ett nytt samhälle

Vi har en övergripande ideologi om människan som tävlingsinriktad, egoistisk, våldsam och "farlig". Därför måste hon tyglas, uppfostras, kontrolleras och tvingas till olika saker. Denna grundsyn har skapat dagens samhälle. Om vi istället ser människan som oegoistisk, duktig på att samarbeta och fredlig – vilket samhälle kan vi bygga då?

Organisering – hur för snabbare omställning?

- Bra möjligheter: -Internet, -medborgarstatistik, -"nätverket för medial mångfald".
- Hur för vi samman praktiken och idénivån? Alla människor runt om i Sverige som gör en massa bra – för ihop dem med akademikerna. Det är landsbygdens chans att överleva.
- Starta en kampanjorganisation motsvarande "Rena Kläder" – "Ren Energi".
- Mål för kampanj: Få "alla" medvetna om att samhället förändras när oljan tar slut.
- Prata om målkonflikter mellan högenergi- och lågenergiscenarion. Att tydliggöra synsätt är en bra strategi.
- Ramverkets utformning påverkar takten, pluralismen o.s.v. vad gäller alternativ, utveckling och inriktning.
- Se till att få aktivt deltagande i processen.

Hur kan vi genomföra radikala samhällsförändringar med bevarad demokrati?

Folkrorelserna är viktiga forum för diskussion kring hur vi klarar välfärd och prioritering. Det finns behov av nya lokala medborgarcirklar. Man måste se upp för populistiska rörelser i den omställning vi står inför. Om vi inget gör blir det ökade klyftor och stora sociala spänningar. Frågor:

- Hur skapar vi fler stödjande institutioner för att få största möjliga legitimitet för de skarpa politiska beslut som kommer att krävas?
- Hur förändrar vi samhället med rådande institutioner?
- Hur skapar vi en "demokratisk demokrati"?

Förslag:

- Open Space på Rosenbad 1 gång i veckan!

Växtnäring + traktorenergi = ?

Etanol, RME m.fl kräver gödsel som i sin tur kräver fosfor energi. Biogas däremot ger både gödsel och energi.

Den goda jorden – en begränsad resurs

Tillgången på åkermark har halverats på en generation och är nu ca 0.12 ha/capita. Denna utveckling har möjliggjorts genom ökad användning av olja (hjälpenergi). När nu åkermarken måste utnyttjas för både mat och energi behöver markresursen säkras för framtiden, både arealmässigt och jordens bördighet. Urbanisering och annan exploatering måste därför ske på annan mark i framtiden. Det behövs politiska beslut om bevarande av åkermark som ett långsiktigt riksintresse i Sverige. Internationellt behövs motsvarande.

Vilka egenskaper gör oljan så viktig?

- Oljan är komprimerad och lätt att hantera. Den är råvara för material och det finns en uppbyggd infrastruktur.
- Blir biobränsle som drivmedel en delösning eller bara en lösning under en övergångsperiod?
- Har vi möjlighet att upprätthålla t.ex. hög utbildningsnivå eller användning av högteknologi? Hur ser det smarta samhället ut?

Ökad biomassaproduktion i kretslopp genom användning av "slam och aska"?

Viktigt att användningen sker på ett kontrollerat sätt och att vi har kontroll på innehållet i den aska och slam som vi använder till gödsel.

Hur når vi ett energisamhälle i samklang med naturen?

Det är nödvändigt att vi blir mycket energieffektivare och så snart som möjligt enbart litar till förnyelsebar energi. Energiuttaget i världen får (bör) inte överstiga det naturen globalt kan producera på ett långsiktigt hållbart sätt.

Biobränsle – hur kan skogsbruket påverka och påverkas?

I skogen finns potential för ökad produktion av biomassa. Förädlat plantmaterial och skogsgödsling är två sätt. Denna biomassa kan t.ex. eldas i värmeverk eller tjäna som råvara vid tillverkning av flytande bränsle. Användandet av ”avfall” från värme- och reningsverk (slam och aska) som gödselmedel i skog (och på åker) kan ökas. Rörfilen skulle kunna odlas på framförallt trädade marker i Norrland. Rörfilen kan skördas 10–15 år på samma sådd och har relativt högt bränslevärde. Det behövs satsningar på förädling genom pelletsproduktion eller teknik för tillverkning av flytande bränsle (t ex Alphakat). Även om vi inte kan ersätta all olja är det viktigt att satsa för att ligga i framkant.

Besparingspotential i samhället för el, värme och drivmedel

Potentialen för besparingar är stor, men det saknas samlad redovisning över potentialen för besparingar i olika sektorer. Det finns enkla sätt att spara energi, men kunskap och drivkrafter saknas. Potentialen att spara är beroende av livsstil och samhällsstruktur. Det finns för lite kunskap om livsmedelskedjans energiberoende.

Biogasdrift

Det är mycket svårt att få stöd till teknisk utveckling, vad gäller småskalig gårdsnära omställning från diesel till biodrivmedel som exempelvis biogas.

Förslag:

Skapa en fond med dieselskattefinansieringen för alla

gårdsnära projekt som sparar drivmedel och som löser gårdens behov och transporter.

Kan vi ställa oss ovanför naturlagarna?

I rapporten ”Efter oljetoppen” finns i analysdelen redovisat vilka antaganden som högenergisamhället bygger på. Några av dessa antaganden strider mot naturlagarna. Det behövs allmän utbildning om naturlagarna, särskilt om material- och energiomsättning.

Konkurrens eller samarbete?

Det finns många goda exempel på regionalt samarbete (kommuner och energiföreningar).

Nya bränslen eller mindre bilar?

Nya bränslen?

Etanol blir en parentes både effektivitetsmässigt och potentialmässigt. Vad händer med vätgas ur fusion? Finns potential för delat system med vätgas som stödsystem och olja/diesel för framdrift? Vad händer med DME? Mindre bilar? Folk vill ha stora bilar (avundsjuka). Säkerhet används som argument. Mindre bilar är effektivare sätt att minska oljeberoendet än nya bränslen.

Förslag:

Konsekvent lagstiftning och offentlig upphandling.

Definiera bränsle – för att få bilindustrin att gå framåt.

Är ett högenergisamhälle förenligt med ett gott liv för alla?

NEJ, ett högenergisamhälle genererar direkt och indirekt för mycket föroreningar. Dessutom leder ett högenergisamhälle till stress (genom fokus på materiell produktion och konsumtion) som leder till psykiska sjukdomar och fysisk ohälsa.

Förslag:

Utbildning och samtal med fokus på helhetssyn – att se saker i ett sammanhang, samt kritisk granskning av tillväxtfokuseringen.

Har vårt jordbruk komparativa fördelar för mat eller bioenergi?

- Det svenska jordbrukets komparativa fördelar är att det är gott om vatten och mark som är relativt billig i relation till bördigheten, samt kall vinter som minskar problem med skadegörare. Men hur ska dess fördelar utnyttjas? För livsmedels- eller bioenergiproduktion? Svaret blir både och! Vissa energigrödor är bra som förfrukter som kan öka hektarskördarna för livsmedelsgrödor.

- Högre energipriser leder till högre transportkostnader för bl.a. fastbränslen. Därför kan energigrödor få komparativa fördelar nära större orter, medan köttproduktion har komparativa fördelar i perifera områden.

- Skogsenergi torde ha bättre förutsättningar än agrara energigrödor.

- Etanol är inte en långsiktig lösning på drivmedelsproblematiken. (Det rådde olika uppfattningar i gruppen om parentesens längd.)

- Sveriges areal räcker inte till för att producera den energi som förbrukas i Sverige.

Kan vi planera för nedskalning?

- Vi behöver en ny värdegrund med fokus på nätverk framför individ... men också kunskap, känsla, empati behövs för förändring.

- Måste vi vänta till krisen kommer? Eller lever vi redan i krisen?

- Vi kan lära oss minst lika mycket från dem som precis ska börja "festen"?

- För att acceptera nedskalning, måste vi se fördelarna i alternativen! Livskvalitet framför konsumtion.

- Pluralistisk framtid.

Hur ska det framtida samhället utformas när energitillgången minskar?

- Mindre samhällen krävs. Mer lokalproducerat, framförallt dagligvaror.

- Kvartersbutiker med dagligvaror. Köpcentrum i centrum med sällanköpsvaror.

- Lågenergisamhälle behöver inte betyda lågtekniksamhälle.

- Lågenergihus med färre kvadratmeter per capita.

Förslag:

- Införliva nya värderingar i utbildningssystemet.

- Viktigt med plattformar för kommunikation (t ex. Internet).

Tisdagen – Handlingsplaner

På tisdagen förde deltagarna samman de prioriterade frågorna från måndagen och 8 "kluster" av frågor utkristalliserades, kring vilka deltagare kände engagemang att gå vidare i handling. Dessa presenteras nedan.

Grupp A - Ökad självförsörjning i städerna

Det här vill gruppen åstadkomma:

- stärkta band mellan stad och land

- ökad lokal konsumtion, såväl i städerna som på landet

- bättre regelverk för småskalig produktion

Viktiga steg för att uppnå detta:

- Ordna träffar mellan berörda forskare (olika discipliner), beslutsfattare (framförallt stadsplanerare), odlare (fritids- och proffs) samt konsumenter.

- Beskriva problemområdet

- Informera och sprida goda exempel

Nästa steg, tid, plats och ansvarig:

- Mejllista, här, idag

- Aktivitet på trädgårdsmässan, nästa vår, Solveig Sidblad

- Landsbygdsriksdagen, 2008, Kicki Blom

- Forskarträffar för att stödja ämnesövergripande forskningsansökningar, 2006, SLU, Ultuna, Ulrika Geber

- Temadag om lokal produktion, i höst, SLU, Ultuna, Karin Ullvén

Grupp B - Bättre förutsättningar för sol-, vind- och vågkraft genom förenklade beslutsprocesser och forskning

Viktiga steg för att uppnå detta:

Sol:

- Informera på viktiga platser genom personliga nätverk
- Ge KVA stöd för seminarium om sol våren 2007
- Öka informationen om att sol och vind är reella källor till förnybar energi
- Ge stöd för industrialisering av solenergi
- Ge stöd för småskalig solelektricitet
- Ge stöd för storskalig solenergi i u-länder för att producera vätgas som kan bli ny handelsvara

Vind:

- Översyn av regelverk och procedurer för vindkraft
- Gör vindkraft miljövänlig i lagstiftningen (idag "miljöfarlig verksamhet")

Nästa steg, tid, plats och ansvarig:

Hålla kontakt via mejl för att finna lämpliga ingångspunkter (varav KVA är en), Olov Östlund

Grupp C - Oljetoppen ur ett u-landsperspektiv

Viktiga steg för att uppnå detta, ansvarig:

- dialog kring oljetoppen i utvecklingsländer – "fredsarbete"

o Kuba (René Mårtensson)



o Östafrika → följa upp med EAC/UNDP,
Anders Arvidson

- seminarium kring individuella utsläppsrätter, Hanna Wetterstrand och Anders Arvidson
- arbeta för att få in dessa frågor i utbildningen på SLU, Lennart Salomonsson
- studiecirkel kring global hållbar utveckling, René Mårtensson

Grupp D - Prototyp på sparande i lokalekonomi

Viktiga steg för att uppnå detta:

- workshop med samtliga intressenter
- bildande av investeringsförening
- sparbiten ordnas
- investering
- uppföljning, utveckling

Nästa steg, plats, tid, ansvarig:

Utarbeta förslag till workshop, telefonkonferens nästa vecka, Stephen Hinton

Grupp E - Vision för Sverige

Viktiga steg för att uppnå detta:

- a) Skapa en vision för Sverige
 - artikel i DN från näringslivet
 - ta upp frågan med FFP, Grön Bil (Lennart Lübeck) och bilindustriföreningen
 - studera befintliga politiska målsättningar
 - ta upp frågan med oljekommissionen (Leif Johansson, Göran Persson, Stefan Edman, Anders Wijkman)
 - ny konstellation med företagsledare och fackliga företrädare möter samtliga partiledare eller bilgrupper
- b) Strategier för att nå visionen
- c) Mätbara mål

Nästa steg, plats, tid, ansvariga:

Sondera med FFPEk i maj, möte med gruppen i Stockholm torsd. 1 juni, Stig Göran Larsson, Therese Paulsson, Gunnar Lind, Martin Wetterstedt

Grupp F - Att människor börjar tala om hållbar utveckling

Viktiga steg för att uppnå detta, ansvarig:

- Hitta kanaler in i medierna på olika nivåer, Karin Höök
- Sprida kunskap om "Klimatkampen" – Sveriges viktigaste kunskapsstävling, exklusivt för gymnasieelever, Anna Isaksson
- Lathund för minskade koldioxidutsläpp kommer att mejlas ut till samtliga deltagare!, Per Ribbing

Grupp G - Forum för vision om den goda människan

Det här vill gruppen åstadkomma:

- Skapa ett forum för livsviktiga samtal om våra visioner
 - Delaktigt visionsarbete, hitta den egna visionen
 - Bli klar över vad livskvalitet kan vara och på så sätt skapa psykologisk beredskap för lågenergisamhället
- Viktiga steg, ansvarig:*
- Skapa mejllista, Cecilia Carlsson
 - Träffas på CEMUS, bestäms via mejllistan

Grupp H - Den goda jorden för framtiden

Viktiga steg för att uppnå detta:

- Fokus på småskalighet
 - Inventera biomassapotentialet i kommunerna
 - Använda mark som ligger i träda
 - (Privat) riskkapital
 - Ta fram goda exempel
 - Tillåt misstag
- Nästa steg, ansvarig:*
- Skapa en e-postlista, Peter Hagström

Hur bygger vi beredskap när framtidsbilderna går isär?

Under storgruppsessionerna återkom många till frågan om optimism och pessimism vid ett flertal tillfällen. Vi exemplifierar med några citat:

– *Sverige ligger långt framme när det gäller förnyelsebar energi. Det har varit en otrolig utveckling, t.ex. när det gäller pelletsanvändning. Vi börjar inte från början! Kapitalförsörjningen är ett större bekymmer, även om tilltron finns.*

– *Jag är fortsatt teknikoptimist, men pessimist när det gäller människan. Om vi kunde skapa fred skulle vi kunna använda resurserna till mat och energi istället.*

– *Om vi inte tror att det går att göra något kommer vi definitivt inte att lyckas. Men vi kan inte tro att vi kommer att kunna skaffa stora kvantiteter energi. Där är jag realist. Optimisterna kan säga sitt ”det ordnar sig” – men då får de säga hur!*

– *Resonemanget om pessimist/optimist leder fel. Om inte den bästa teknik vi har kan hjälpa oss så måste vi anpassa samhället – och det behöver inte vara negativt. Vi är första generationen som kan påverka hela globen; i perspektivet av ökad växthuseffekt kan oljebristen faktiskt ses som en välsignelse.*

– *Omställningen kommer att kräva samarbete. Finns det fog för en mer positiv människosyn? Eller finns det skäl att tro att vi inte kan samarbeta i stor skala? Tidigare ansågs att det kan människor inte. Men nu tyder mycket på det att vi kan om det finns rätt förutsättningar. Men hur? Idag kanske vi har skapat förutsättningar för att inte samarbeta?*

– *När vi diskuterar optimism och pessimism blandar vi ofta ihop attityder med prognoser. Min prognos ser rätt dystert ut. Jag kan inte förstå annat än att det spår vi är inne på nu innebär ett globalt högriskprojekt och jag har svårt att nyktert se hur vi ska kunna förmå oss att ändra kurs. Detta innebär inte att jag väljer en uppgiven attityd. Vi har alltid ett val.*

Under storgruppsessionerna återkom flera deltagare också till den samlande frågan för mötet ”Hur bygger

vi beredskap när framtidsbilderna går isär?” Någon uttryckte att denna fråga inte tillräckligt hade behandlats av mötet. Andra uttryckte direkt eller indirekt att själva mötesformen var en del av svaret på frågan:

– *Erfarenheten från organisationen av den här dagen är att det finns en oerhörd kraft i tillit och självorganisation! Det ger hopp för den omställning vi står inför.*

– *Det är en intressant form att bjuda in personer som brinner för samma sak, men har olika perspektiv. Den här mötesformen borde föras ned också till regional nivå!*

– *Det här mötet är en sprängbräda!*

– *Jag tänkte innan jag åkte hit att jag skulle få prata om bioenergi. Men utöver det blev det en uppsjö av idéer! Samt en mötesstil som jag kommer att anamma. Positivt överraskad!*

De flesta deltagare vittnade om att de lärt sig mycket nytt. Några berättade också om synvänder:

– *Jag kom hit lite vilsen. Nu förstår jag hur stor frågan är och det vill jag föra vidare.*

– *Jag har ändrat mig när det gäller synen på småskalighet. Jag förstår nu småskalighetens fördelar vid höga energipriser. Det är en pedagogisk utmaning att sprida det budskapet!*

– *Det var bra att få tänka efter: vilka värderingar har jag?*

– *Jag måste erkänna att jag var lite undrande när jag kom hit igår över den här mötesformen. Men nu tänker jag att ”Hur har jag kunnat arbeta med undervisning hela mitt långa liv utan att känna till att man kan arbeta mycket mer effektivt så här?”*

INBJUDAN - ÖPPET FORUM

VAD BETYDER EN KOMMANDE KNAPPHET PÅ OLJA?

för
Världen?
Sverige?
Den gröna sektorn?

Vilka är frågorna vi behöver ställa oss?

VI HAR ännu inte ont om olja, men vi börjar få ont om tid att göra nödvändiga omställningar.¹

När vi vet den exakta tidpunkten för oljetoppen² så har den redan inträffat. Redan nu behöver vi anpassa oss till de långsiktigt ökande oljepriser som blir följderna när en växande efterfrågan möter ett sjunkande utbud. Vi vet inte hur lätt oljan kan ersättas med andra energislag – eller ens om den kan ersättas fullt ut. Vilka förändringar kommer att bli nödvändiga i teknik, infrastruktur, samhällsorganisation och livsstil? Hur bygger vi nödvändig ekologisk och social resiliens?

Livsmedelskedjan från jord till bord är idag starkt oljeberoende. Samtidigt hoppas vi att den gröna sektorn i framtiden ska kunna bli en viktig energileverantör. Hur ska den här ekvationen lösas? Vilken strukturell omvandling i jord- och skogsbruk samt förädlings- och distributionsleden kan vi påbörja redan nu som gör att vi står bättre rustade den dag då vi ska klara oss helt utan olja?

Vad kommer att hända på den internationella scenen i en tid av oljeknapphet? Hur klarar vi klimat, fred och global rättvisa? Vilken roll kan Sverige spela för att förebygga konflikter och föregå med gott exempel?

VI VILL skapa ett utrymme för initierade samtal om vilka frågor vi behöver ställa oss innan situationen blir akut. Som ett underlag för mötet har vi författat en rapport, "Efter oljetoppen" där vi skissar olika framtider i ett hundra-årsperspektiv. Syftet med rapporten är att väcka frågor snarare än att leverera svar. Vid workshopen koncentrerar vi oss på de frågor som Du själv finner angelägna.

Vi tror att det är viktigt med helhetssyn för att hitta hållbara sätt att hantera de omställningar vi står inför. Därför strävar vi efter att få en bred och öppen diskussion som speglar att dessa frågor angår hela samhället. Vi vill inte bara stanna vid ord utan underlätta för deltagarna att gå vidare i handling. Tanken är att mötet ska ge rikligt med tillfällen att knyta nya allianser för detta.

Som mötesform har vi valt Öppet Forum³ som vi har mycket goda erfarenheter av för att hantera komplexa frågor, där lösningarna inte på förhand är givna, när engagemanget för att hitta lösningar är stort, tiden är knapp och många berörs. Fundera gärna i förväg på vilka frågor/teman/problem/möjligheter du vill ta upp. Programmet ger stort utrymme för dig som deltagare att vara med och utforma innehållet i de parallellsessioner som utgör huvudingrediensen i workshopen.

Den första dagen identifierar vi frågorna och fördjupar oss i dessa. Den andra dagen handlar om vad som behöver göras. Det går att vara med dag ett utan att vara med dag två – men inte tvärtom.

1) Citat ur Kungliga Vetenskapsakademiens informationsblad om oljan.

2) Med oljetoppen menas den tidpunkt då den globala extraktionen av olja inte längre ökar för vart år utan planar ut för att sedan minska. Ett stort antal oljeproducerande länder har redan "toppat". Prognoserna för den globala oljetoppen varierar mellan "nu" och några decennier.

3) Öpen Space Technology utvecklades för 20 år sedan av amerikanen Harrison Owen. Se även <http://www.openspaceworld.org/swedish/index.html> eller "googla" på open space och du hittar mängder med rapporter från lyckade framtidsmöten, fulla av överraskningar från de mest vitt skilda branscher och sammanhang.



Bruno Nilsson
Akademiens sekreterare och VD
KSLA, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien



Torbjörn Fagerström
Prorektor
SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

VAD BETYDER EN KOMMANDE KNAPPHET PÅ OLJA?- ÖPPET FORUM

PRAKTISKA UPPLYSNINGAR

TID

Måndag den 24 april, start kl 9.30, avslutning med supé kl 18.00

Tisdag den 25 april, start kl 8.30, avslutning med lunch kl 12.30

PLATS

Högloftet, Skansen, Stockholm (OBS! Ny plats)

TRANSPORT TILL SKANSEN

- Buss 47 (ca 15 min från Centralen) och 7 min promenad från Skansens huvudentré till Högloftet.
- Djurgårdsfärja från Slussen och Nybrokajen och 10 min promenad från Allmänna gränd (vid Gröna Lund) till Högloftet.
- Deltagare med egen bil kör genom Sollidsporten (150 m bortanför Skansens huvudentré) och upp till Solliden, där det finns gratis konferensparkering. Promenad 5 min till Högloftet.

PRIS

750 kr för hela seminariet

650 kr för dag 1

250 kr för studenter

Alla priser inkl. moms. I kostnaderna ingår all förtäring inklusive supé.

Önskemål om alternativ kost lämnas vid anmälan. Avgiften betalas mot faktura.

ANMÄLAN

Skriftlig anmälan skickas senast den 20 mars till Helle Rosencrantz, helle.rosencrantz@ksla.se

Anmälan bekräftas genom faktura.

RAPPORT

Underlagsrapporten "Efter oljetoppen" skickas ut till alla anmälda från slutet av mars.

FRÅGOR

Om anmälan

Helle Rosencrantz, helle.rosencrantz@ksla.se, tel 08-54 54 77 01

Om innehåll

Hillevi Helmfrid, hillevi.helmfrid@post.utfors.se, tel 0492-700 64

AFTER THE OIL PEAK

- How do we build preparedness with divergent visions of the future?

Summary

This report is part of a project whose purpose is to raise important questions and make a contribution towards better preparedness for a future scarcity of oil. The report gives an overview of the current knowledge regarding the availability of oil, as well as oil's importance for society, agriculture and forestry. In addition, it clarifies the differences in perspective and assumption that affect our preparedness for a future scarcity of oil. The report constitutes a foundation for a workshop that was held on 24th and 25th of April, 2006, the purpose of which was to identify questions we ought to be concerned with, and to offer a forum for different actors to take concrete steps related to the process of change we stand before. The report was intended to give the participants in the workshop a common ground, but also to provoke and

inspire the discussion.

A reference group was associated with the project. The reference group followed the work of the report writing and continually gave input while the work was carried out. The reference group consisted of: Christel Cederberg, Björn Forsberg, Ulrika Geber, Erik Herland, Karin Höök, Bo Kjellén, Lennart Salomonsson and Anders Tivell.

The authors, Hillevi Helmfrid and Andrew Haden, are responsible for the contents of the report.

The project is a collaboration between KSLA (The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry) and SLU (The Swedish University of Agricultural Sciences). The report was co-financed by CUL (Center for Sustainable Agriculture) and KSLA.

Bruno Nilsson
Secretary General and Managing Director
KSLA

Torbjörn Fagerström
Prorector
SLU

This report was written to highlight important issues regarding the preparedness of Swedish society for a potential scarcity of crude oil and possible rapid increases in energy prices. It was commissioned by The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry (KSLA) and the Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) as a framework document for an 'Open Space' workshop of the same name held on April 24-25, 2006 in Stockholm. The report consists of nine chapters covering the following topics:

Chapter 1 introduces and describes the purpose of the report.

Chapter 2 summarizes the available information related to the future availability of conventional crude oil and describes the theory of oil production 'peak' that was first put forth by M.K. Hubbert in the 1950s, and recently brought back to global attention through the work of an international group of petroleum geologists who have stated that global oil production may peak as soon as 2010.

Chapter 3 examines estimates of future oil demand using International Energy Agency global demand forecasts. These estimates (which assume that existing energy policies in the countries of the world continue unchanged) project increases in demand of 45% over today's oil consumption level of approximately 83 million barrels per day.

Chapter 4 considers the question: "when will oil production peak"? The answers currently offered by experts vary widely, from those who say that global oil production has already peaked, or will do so shortly, to those that say the peak is at least two to three decades away. We examine the assumptions behind the various prognoses.

Chapter 5 offers a broad overview of the importance of oil consumption for society. The chapter highlights the concept of Energy Return on Energy Invested (EROEI) as it pertains to fossil and renewable energy sources. The EROEI of conventional crude oil has historically been very high, as the energy expended in retrieving oil from the ground has been small in comparison to the energy received. This is not true of many alternative fuels. In addition to discussing its

various current uses, the authors consider the implications of oil consumption for the current economic order and for international political relations. Specifically, the authors discuss the relationships between oil producing and oil consuming nations, and the potential tensions that could arise between large consumer nations as they compete for this important geo-strategic resource.

Chapter 6 deals specifically with the role of oil in the Swedish food system (from farm to table), and the Swedish forestry system (from the forest to the mill gate), which together comprise the Swedish 'green sector'. As of this writing, much attention is focused on agriculture and forestry as future energy sources for society. At the same time, the authors know that agriculture and forestry, as practiced today, are large consumers of fossil fuels. How this paradox can be resolved is a central question for modern societies, and implies significant changes for agriculture and forestry systems, and their associated industries. As an illustration, the authors offer baseline calculations of the amount of land that would need to be dedicated to raw material production for biofuels, given Sweden's current consumption of gasoline and diesel, the current productivity of Sweden's agriculture and forestry, and the efficiency of existing technology for converting raw material to biofuels. Using recent Life Cycle Assessments (LCAs) performed in Sweden, as well as data from reports commissioned by Swedish governmental authorities, the authors estimate the land needed to meet Sweden's gasoline and diesel use in the following forms: ethanol from wheat, biodiesel from rapeseed (RME), dimethyl ether (DME) from woody biomass, ethanol from woody biomass, and biogas produced from dedicated pasture crops. Our calculations indicate that Sweden would require ~4 million hectares of dedicated pasture crops to be grown for biogas production to replace its gasoline and diesel consumption, ~6 million hectares to produce an equivalent amount of ethanol and RME, or ~15 million hectares of forestland to replace this consumption by converting wood into ethanol or DME and/or methanol. Given that Sweden

currently has 2.6 million hectares of arable land in active production, and approximately 22.7 million hectares of economically productive forestland, becoming free of oil dependence will be a significant challenge.

Chapter 7 presents two future visions, expressed as 'future histories', from the perspective of a hypothetical inhabitant of Sweden in the year 2100. The visions highlight the current diversity of values and expectations that exist in Sweden today regarding the future development of society, and imagine how a given set of assumptions about technological development and energy availability might translate into future reality. The visions take into account three system levels: 1) the global level, 2) Sweden at the national level and, 3) the Swedish 'green sector'. These three system levels are described within two broad future visions: a) the 'high-energy society' and b) the 'low-energy society'. The 'high-energy society' vision is based on the assumption that replacing oil will be relatively easy. In contrast, the 'low-energy society' vision is based on the assumption that today's high level of energy consumption will be impossible to maintain after global oil production peaks, and society will be forced to find new patterns of organization that require less energy consumption. In both visions it is presumed that global solidarity is maintained, and humanity is able to equalize the global income gap, preserve world peace and protect the environment.

Chapter 8 looks closer at the two visions and analyzes the risks associated with steering society towards one of the two visions if the fundamental assumptions underlying that vision turn out to be incorrect. The salient features of the high-energy vision stem from assumptions made regarding nature and technology, including: the potential for energy-efficient capture of carbon dioxide, the long-term sustainability of biofuel production, the potential of breakthroughs in solar-hydrogen technology, improved photosynthesis through genetic engineering, increased energy efficiency through information technology solutions, and the potential to close material cycles

while maintaining high levels of energy use. The high-energy vision further assumes stable oil prices, that income inequality between nations will automatically be equalized in a free market setting, that we can protect the climate through political means while maintaining high levels of energy use, that efficiency gains will not be nullified through higher consumption, and that society is able to monitor the global ecosystem and thereby avoid unpleasant surprises.

The salient features of the low-energy vision stem from the assumption that current economic, political, and institutional realities need to be, and can be, re-oriented towards post-materialist values, while new ground rules for trade and development are instituted at the global level that promote justice and resource stewardship, thus allowing the global economy to contract in an orderly fashion without collapsing.

Chapter 9 presents our conclusions. Our analysis indicates that if the assumptions underlying the high-energy vision prove to be incorrect, there is a risk that the social and ecological consequences could be severe. Basing political decisions on a desired high-energy vision of the future could lead to a large-scale high-risk technological experiment where the future of the planet is on the line. The low-energy vision, on the other hand, minimizes social and ecological risks. A primary drawback with the low-energy vision is that it is extremely difficult to imagine when and how this vision would be enacted, given current trends. When will we have sufficient knowledge about the success or failure of our current course of development towards the high-energy society to make the difficult and uncomfortable decisions that would steer us towards a low-energy society?

The most important decisions that will influence life on Planet Earth for the coming century is whether we choose to find solutions to our energy problems that give positive synergetic effects to the other pressing questions facing humanity, or whether we choose to see the energy supply question as an isolated problem and therefore seek out 'solutions' that are developed at the expense of the environment, citizens of other countries, and world peace.

Under ett par decennier med stabilt låga priser på olja pratades det väldigt lite om den långsiktiga oljetillgången. Det är först under senare år som det allmänna medvetandet återigen har vaknat om att oljan faktiskt är en ändlig resurs.

Från många håll kommer nu varningar om att vi står inför mycket stora svårigheter eftersom oljan spelar en så viktig roll i vårt samhällsbyggande och att konkurrensen om den kvarvarande oljan kan leda till ett hårdnande internationellt klimat. Andra menar att oljan med marknadskrafternas hjälp och utan större problem kommer att kunna ersättas av andra energislag.

Den här skriften är tänkt att skapa ett underlag för personer med olika erfarenheter, åsikter och kunskap att mötas i konstruktiva och reflekterande samtal. Författarna har velat vaska fram det som många verkar vara överens om, men också tydliggöra de punkter där åsikterna går isär och undersöka vilka antaganden och värderingar som finns bakom oenigheten.

"Efter oljetoppen är bland de mest välskrivna och initierade beskrivningar av olika alternativ som jag har sett. Eftersom det är två extrema framtidsbilder så är väl sannolikheten att vi hamnar någonstans mitt emellan högst. Men det finns värde i att titta på randvillkoren." **Leif Johansson, VD, Volvo**

"Djupt imponerad! Det ser ut som om ni är de första som lyckats föra resonemanget lite bortom vad Hubbert gjorde 1949". **Niklas Tyrefors, Senior Scientist, Quintiles AB**

"Underbart skrivet. Jag tycker ni gör ett så bra systemtänk som jag någonsin sett. Dessutom lättillgängligt. Jag vill tacka för den läsglädje ni ger mig. Härligt!" **Kristian Skånberg, Miljöekonom, Miljöpartiet.**



KUNGL. SKOGS- OCH LANTBRUKSAKADEMIEN

