

# EXERGI, EKOLOGI OCH DEMOKRATI — VILLKOR FÖR ETT LIVSKRAFTIGT SAMHÄLLE

Möln dal 1997

Göran Wall, Solhemsgatan 46, 431 44 Möln dal, Tel 031-877579, Mobil tel 070-4561233  
Epost: gw@exergy.se Hemsida: <http://exergy.se>

Delar av innehållet har presenterats vid följande konferenser och i en tidskrift:

- “ENSEC’93 Int. Conf. on Energy Systems and Ecology”, 5-9 July, 1993, Cracow, publ. in Szargut, J., et al, Eds., pp. 111-121.
- “Kvalitet i kommuner och landsting”, Göteborg, 23-24 november, 1993.
- “2nd European Congress on Economics and Management of Energy in Industry”, April 5-9, 1994, Portugal.
- “Second Intern. Thermal Energy Congress Symposium on Thermodynamic Process Analysis”, June 5-8, 1995, Agadir, Morocco, publ. E. Bilgen, et al, Eds. ITEC95, Montreal, pp. 792-795.
- “Second-Law Analysis of Energy Systems: Towards the 21st Century”, July 5-7, 1995, Rome, Italy, publ. E. Sciubba & M. J. Moran, Eds. Roma, pp. 21-29.
- “Energy, Society and Morals”, *Journal of Human Values*, vol. 3, no. 2, Sage Publ., 1997, pp. 193-206.

Ekonomi n har misslyckats i att skapa och upprätthålla social välfärd — naturresurser ödeläggs, den levande naturen dör och hopplösheten ökar. En farligt instabil situation uppstår. Korruption, kriminalitet och krig sprider sig som virus. Den rådande situationen beskrivs bäst i lyriken: {Cohen 1992}

*I've seen the future, brother: it is murder.  
Thing's are going to slide in all directions  
Won't be nothing  
Nothing you can measure anymore  
The blizzard of the world  
has crossed the threshold  
and it has overturned  
the order of the soul*

...

Ekonomi n misslyckas därför att den saknar verklighetsförankring, resultatet ser vi som KRIS! Symtomen är bl a resursknapphet, miljöförstöring, arbetslöshet, social missär, sämre mat och bostäder. Det tydligaste tecknet är dock våra barns ohälsa som ökad cancer, allergi (vart femte barn utvecklar idag kronisk allergi), astma, glutenintolerans, typ 1-diabetes (50 ggr mer i Sverige än i Japan), låg födelsevikt, missbildningar, låg tillväxt, CP (tidiga hjärnskador), sämre tandstatus, spontanaborter, och nedsatt fortplantningsförmåga. {Lindgren 1993} Samhällets tafatta åtgärder som “plåster”, mer läkemedel, kalkning, miljömärkning och propaganda riktas mer mot att dölja symtomen än att finna och åtgärda orsakerna.

Insikten om en nödvändig förändring mot ett livskraftigt samhälle och vikten av att lära av andra kulturer som Japan och Kina vinner därför gradvis gehör och respekt. Den allt överskuggande orsaken kan sammanfattas i ett ord: INKOMPETENS. Man talar t ex om “sjuka hus” istället för en inkompetent svensk byggindustri och byggutbildning, avgasrening istället för giftjonglering. Några få vågar idag i alla fall tala om ett inkompetent ledarskap, men inkompetensen finns överallt och underhålls genom skolans beteendeträning. {Bergström 1991} Inkompetensen i samhället kan kortfattat relateras till bristande verklighetsförankring, bristande helhetssyn och bristande demokrati. {Wall 1992 a & b}

### **En kompetent samhällsplanering kräver**

**En sann verklighetsförankring:** Synen på verkligheten  
Exergi istället för energi — gör att vi ser problemen och möjligheterna

**En helhetssyn:** Synen på miljön (naturen)  
Se naturen som en vän — en del av oss själva — istället för en fiende!  
Samarbeta med naturen istället för att motarbeta den  
— då kan vi utnyttja naturkrafterna istället för att bli offer för dem.

**Direkt demokrati:** Synen på människan  
Se människor som tänkande varelser — samarbete istället för konkurrens!  
Medansvar — demokrati — föder kreativitet och livskvalitet.

Syftet med denna uppsats är därför att ge en introduktion till exergibegreppet och dess användning, vikten av en helhetssyn på samhällets resursomsättning och innebörden och betydelsen av verklig demokrati. Detta gör att mina formuleringar ibland är medvetet tillspetsade och provocerande. En insikt om våra egna fel och brister och behovet av en självrannsakan är inte alltid så tilltalande som man skulle vilja tro. En bra utgångspunkt för en ökad insikt om vårt eget dilemma gav en söderhavshövding i seklets barndom. {Janzon 1988}

### **Exergi — en sann verklighetsförankring**

Den 18 november 1975, publicerade Svenska Dagbladet en artikel av Hannes Alfvén med rubriken *Exergitutredning kan ge ny energipolitik*. I denna artikel jämför Alfvén energistatistiken med en felaktig kassabokföring.

*Att helt enkelt summera energi av olika värde är lika felaktigt som att ange kassabehållningen i antalet mynt utan att ange om de är enkronor eller femöringar.*

I dagens energisystem växlar vi således enkronor (elektricitet) mot femöringar (inomhusvärme), en enkrona för varje femöring, då vi använder elvärme. Denna snart tjugo år gamla artikel är således ännu mer aktuell idag.

De ansvariga politikerna inom energiområdet anser att exergibegreppet är för svårt — de avslöjar således sin egen inkompetens. (Vår tidigare energiminister kände inte ens till begreppet!) Detta är således en del av förklaringen varför samhället har så stora problem med resursförsörjningen och miljön. Kompetens skapas inte bara för att man inrättar departement och tillsätter ministrar och strör miljarder på energiforskning och energiprojekt. Kompetens kräver i detta fall kunskap i fysik (termodynamik) t ex om exergibegreppet. Fysikens betydelse för ekonomin och samhällsplaneringen har också behandlats av många andra. {Boulding 1950, Cottrell 1955, Georgescu-Roegen 1971, Lundberg & Abram-Nilsson 1988, Hornborg 1989, Malaska 1989 och Kåberger 1991}

Exergi är ett kvalitetsmått på energi. {Wall 1990 a} Begreppet exergi myntades 1953, men det har sina vetenskapliga rötter i förra århundradet och började på allvar användas i samband med 70-talets energidebatt.

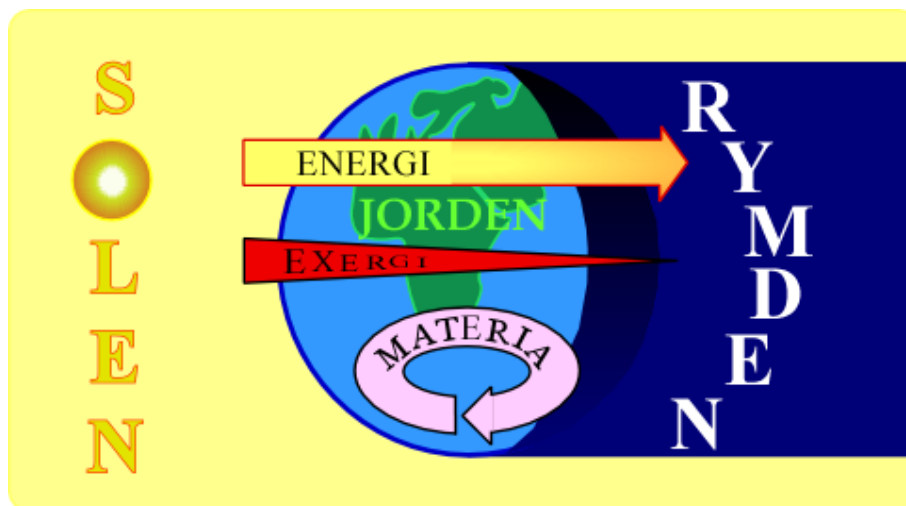
Exergibegreppet behövs för att förklara att det inte är energi vi förbrukar. Vi förbrukar istället energins kvalitet, dvs exergin. Det är en fundamental naturlag att energin liksom materia, inte kan skapas eller förintas. Energin kan endast omvandlas mellan olika former. Detta sker genom att dess kvalitet förbrukas. Denna kvalitet — exergi — kan vi hushålla eller slösa med.

Det är också en fundamental naturlag, att exergin — totalt sett — ständigt försämras, och att all exergi förr eller senare går förlorad. När vi använder resurser, så utnyttjar vi exergin. Ingenting är gratis; en ökning av exergin på ett ställe kräver en ännu större minskning någon annanstans så att exergin totalt sett minskar.

Har vi ingen kontrast eller skillnad då har vi inte heller någon exergi och desto större kontrast desto mer exergi har vi. Kontrasten eller exergin kan uttryckas på många olika sätt; som energi: en kall glasspinne en varm sommardag, som material: en guldklump i sanden, eller som information: koderna i våra gener. Alla dessa exempel har också andra värden som mänskliga, ekonomiska och ekologiska. Genom att bevara exergin så bevaras ofta även dessa värden. Den största kontrastriekedomen hittar vi i

den levande naturen. Den som en gång skapat människan — Homo sapiens sapiens, den största kontrasten av allt i vår värld.

Nästan all exergi, som omsätts i det tunna skikt på jordens yta där liv kan förekomma, härrör från solen, se fig. 1. Exergirikt solljus når jorden. En hel del reflekteras, men det som jorden tar upp omsätts och lämnar så småningom jorden som exergifattig värmestrålning. Exergin förbrukas alltså men skapar härigenom våra livsbetingelser på jorden. De gröna växterna tar upp exergi ur solljus och omvandlar den till biomassa, som sedan passerar genom olika näringskedjor. I varje led förbrukas exergi, och den sista gnuttan exergi ger liv åt maskar och mikroorganismer i marken.



Figur 1 Exergi driver energiflödet och kretsloppet av materia på jorden.

Den mat som människan lever av är således exergi som omvandlats från solljuset via växter och djur. Genom människokroppen blir en del arbete och tankar, en del används för att bygga upp organismen. Större delen förbrukas dock i livsprocesserna, då maten blir värme. För de flesta människor på jorden är också solexergi, bunden i ved och kodynga, den främsta yttre värmekällan.

Vissa samhällen, däribland vårt, förbrukar stora mängder lagrad solexergi i form av kol, olja och gas. Detta sker ofantligt mycket snabbare än bildningen.

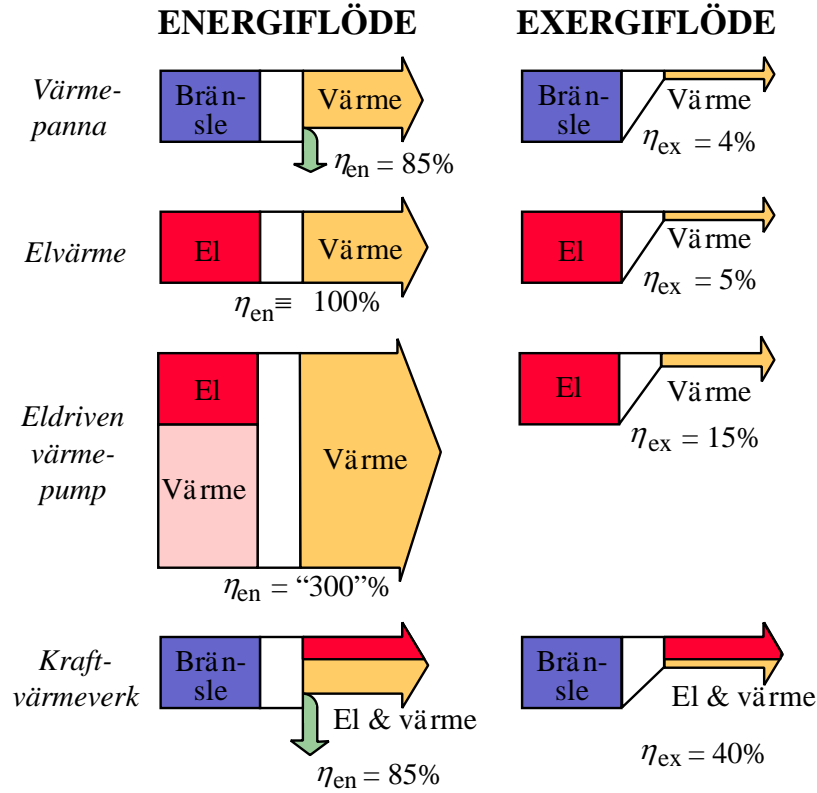
Rika fyndigheter av mineralier “kontrasterar” mot omgivningen, mera ju rikare de är. De är också bärare av exergi. Bryter man och använder mineralet finns exergin kvar; sprids det sedan ut och får vittra ned förstörs exergin. En fattig fyndighet, som alltså har mindre exergi, kan utnyttjas genom en större insats av exergi i brytning och anrikning.

En viktig egenskap hos exergibegreppet är dess beroende av omgivningen. Precis som all verksamhet i samhället är relaterad till en omgivning — vi värmer våra hus på vintern därför att omgivningen blir kall — innebär användandet av exergibegreppet ett automatiskt hänsynstagande till omgivningen.

Skillnaden i energi- och exergisynsättet illustreras i fig. 2 för fyra energiomvandlare: en värmepanna, en elradiator, en elvärmepump och ett kraftvärmeverk. Värmepannan omvandlar ett bränsle som olja, ved eller gas till värme. Energiutbytet är ca 85 procent men exergiuutbytet är bara ca 4 procent. Detta beror på den stora kvalitetsskillnaden mellan bränsle (“enkronor”) och värme (“femöringar”). Elvärme — elektrisk kortslutning — har energiutbytet 100 procent, helt enligt naturlagen om att energi inte kan förintas — all el måste bli värme. Dessa 100 procent är ingen övre gräns för energiutbytet då el omvandlas till värme, se elvärmepumpen i samma figur. El kan alltså omvandlas till mer än 100 procent nyttig värme genom att utnyttja omgivningens “värme” för sin värmeproduktion. På samma sätt som vi kan växla en krona i fler än en femöring.

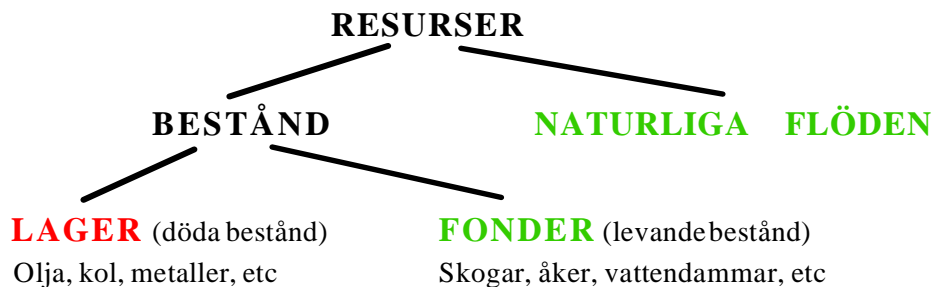
Exergiuutbytet för elvärme är bara 5 procent, dvs en dålig växlingskurs, och för en elvärmepump däremot ca 15 procent, en något bättre växlingskurs. Energiutbytet är analogt med myntutbytet och exergiuutbytet är analogt med det ekonomiska utbytet. I ett kraftvärmeverk — både el(kraft)- och värmeproduktion — är energiutbytet ca 85 procent men exergiuutbytet är bara 40 procent, vilket är samma som för ett värmekraftverk — bara elproduktion (ur värme). Vi kan alltså konstatera att det

maximala energiutbytet (jfr “myntutbytet”) mycket väl kan överstiga 100 procent då vi producerar värme, exergiutbytet (“värdeutbytet”) däremot kan aldrig överstiga 100 procent — en grundläggande naturlag.



Figur 2 Energi- och exergiomsättningen i några energiomvandlare.

Naturresurser, som energi- och materialresurser, uppträder dels som flöden dels som bestånd, se figur 3. Vi uppfattar solljus, vindar och floder som naturliga flöden. Ett naturligt flöde har en begränsad storlek men är varaktigt i tiden. Ett ekosystem, som en skog, utgör ett levande bestånd, en fond. Det byggs upp av det naturliga flödet av solljus, vatten, koldioxid och näringsämnen. Härigenom ger det upphov till ett flöde av nybildad biomassa av vilket en del, ett överskott, kan tas ut utan att ödelägga beståndet. Andra bestånd, som lager av olja, har helt andra egenskaper. Ett lager kan endast ge ett flöde samtidigt som det töms.



Figur 3 En klassificering av resurser.

Således är det naturligt att skilja mellan *naturliga flöden* och *bestånd*. Bestånd kan indelas i *döda bestånd* eller *lager* och *levande bestånd* eller *fonder*. Skillnaden mellan lager och fonder beror av tiden för reproduktion av beståndet. En fond reproduceras under några år, kanske upp till hundra år. Ett lager kan ta miljontals år att nybilda, en för människan nästan oändlig tid. Att utnyttja ett lager innebär också att idag främmande ämnen som svavel och radioaktiva ämnen frigörs i naturen som miljögifter. Detta är

ofta en mer begränsande faktor än lagrets storlek. Naturliga flöden och flöden från fonder kallas ibland också för förnybara flöden till skillnad mot icke förnybara flöden eller lager.

Exergin utgör själva drivmedlet då energi och material omvandlas i en levande cell, en maskin, ett samhälle eller på jorden. Man kan göra ett exergiflödesdiagram över den totala omsättningen av energi och material under ett år i det svenska samhället. Det ser då ut som i fig. 4 nedan.

Flödena av energi- och materialresurser går från vänster till höger i diagrammet, från resursbasen till konsument. Bredden på flödena ges av deras exergiinnehåll och anges i PJ/år (1 TWh = 3.6 PJ). Onoggrannheten på flödena varierar från ca 5% för elektricitet till ca 20% för värme till bostäder och offentliga lokaler. För att göra diagrammet överskådligt har jag valt att endast återge exergiflöden som överstiger 5 PJ/år, vilket samtidigt medför att många mindre flöden klumpats samman under rubriker som kemikalier och värme. Flödena ur samhällets resursbas är uppdelade med avseende på härkomst enligt klassificeringen ovan. Sålunda är solljus ett förnybart naturligt exergiflöde. Skördad skog, gröda och vattenkraft är förnybara exergiflöden från fonder på jorden. Malm, kärnbränsle och bränslen är icke förnybara exergiflöden från lager på jorden. Exergiomvandlingar i samhället representeras av de ofyllda boxarna. De i samhället efterfrågade resurserna återfinns som utflöden till höger i diagrammet, som slutligen når oss som konsument.

Överst i diagrammet har vi ett inflöde av solljus som omvandlas till värme för rumsvärme under uppvärmningssäsongen (ca 20 PJ). (Det totala inflödet av solljus mot Sveriges yta är ca 1 000 000 PJ/år). Denna värme, ca 1 PJ, täcker ca 5% av värmebehovet under den kalla årstiden, vilket vi ser som rumsvärme längst ner till höger i diagrammet. Ett söderfönster släpper in omkring 7 MJ/m<sup>2</sup> och dygn under eldningsssäsongen i Mellansverige. Genom lämplig reglering med t ex fönsterluckor, som stängs under natten, kan ett söderfönster härigenom motsvara ett mindre värmeelement.

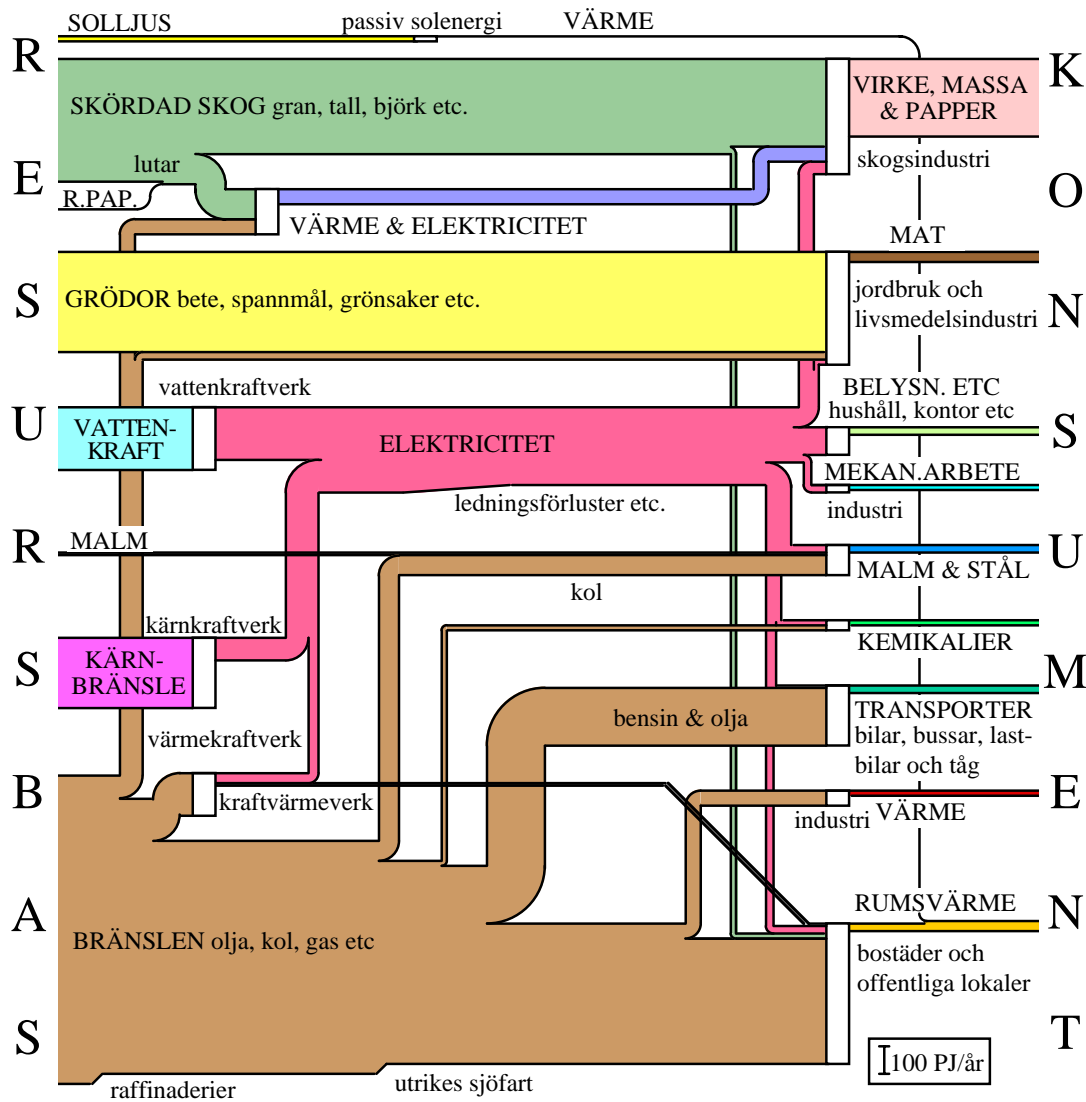
Under inflödet av solljus har vi ett inflöde av skördad skog. Skogen har stor betydelse för både miljö och människor och i Sverige står den dessutom för den viktigaste exportinkomsten. Våra förfäder har sedan urminnes tider utnyttjat skogen, där de kunnat förse sig med både mat och bränsle. Idag ger den oss varor som virke och papper. Skogen är också viktig som vattenreservoar, rekreativ område, bullerskydd, föroreningsabsorbator och klimatregulator. Dessutom utgör skogen en mycket viktig del av den levande naturen.

Idag brukas metoder som dikning och kvävegödning för att maximera den kortsiktiga ekonomiska avkastningen. Återplantering av träd är reglerad enligt lag, eftersom det saknar ekonomiskt värde. Enligt skogsvårdslagen är varje skogsägare skyldig att tillgodose återväxten, dvs varaktig virkesproduktion. Tyvärr leder detta till "träddåkrar" istället för skog, men utan denna lag skulle antagligen även träden snart vara borta.

Skog skördas vanligen genom kalhugning av upp till 10 ha. Sammanlagt avverkas ca 200 000 ha/år i Sverige. Stora och tunga maskiner används, vilka gör sår i marken och sliter upp rötter och buskvegetation vilka håller samman och skyddar jorden. Oljespillet efter dessa kan vara tiotals kilo per hektar. På ett kalhygge där inga träd skuggar marken från sol och vind varierar dygnstemperaturen mer än normalt — jorderosionen är ett faktum. Markvegetationen är mycket viktig både i skyddande och isolerande syfte. Även vattenprocessen påverkas allvarligt av kalhugning. I en skog tar träden upp 10-40% av all nederbörd, det vattnet som inte binds i biomassan avdunstar atmosfären och ger därigenom ett mildare klimat under heta sommarkvar. Utan träd hamnar all nederbörd på marken, vilket leder till ökad risk för försurning, markförsurning och jorderosion.

Utdikning av skogsmark leder till att grundvattennivån sänks och kvaliteten i det avrinnande vattnet påverkas negativt då marken rivs upp. Vattnet blir förorenat istället för att silas och renas i den bundna marken, surhet och alkalinitet växlar, kväve-, fosfor- och sulfathalten ökar.

Försurning av skogsmark beror till stor del av luftföroreningar som kommer med nederbörden. Andra orsaker är helträdsutnyttjandet då viktig näring försvinner från marken och kvävegödning som vid feldoseringar har en starkt försurande effekt. Även det svenska skogsbruket med sin ensidiga inriktning på gran- och tallmonokulturer leder till en långsam försurning av marken — sk podsolering. Då matjord planteras med gran förstörs jordmånen för all framtid eftersom all humus urlakas och jorden blir näringsfattig — podsol. Denna process är irreversibel, dvs den matjord våra förfäder skapat och förädlad går för alltid förlorad. Matjorden är mänsklighetens viktigaste kapital. Det är en historisk skandal att detta idag sker med statligt stöd, och våra barn kommer att gråta över våra politikernas dårskap.



Figur 4 Den svenska energi- och materialomsättningen 1980 i exergienheter.  
Total resursomsättning 2540 PJ eller 305 GJ/person. Nettoutbyte 500 PJ eller 60 GJ/person.

Den svenska skogsavverkningen 1980 uppskattas till 394 PJ rundtimmer (49.2 Mm<sup>3</sup> fub, fast mått utan bark). (Den årliga tillväxten uppskattas till 480 PJ eller 60 Mm<sup>3</sup> fub.) Lagerförändringarna innebar ett tillskott av 23 PJ. En stor del av detta rundvirke, 178 PJ, gick till sågverksindustrin. Sågverkens största produktion utgjordes av sågade och hyvlade trävaror (114 PJ). Hack och flis för massaindustrin uppgick till 74 PJ. 15 PJ som ribb och barkved användes för tillverkning av träfiberskivor, spånskivor och plywood. 266 PJ av skogsindustrins rundvirke användes av massa- och pappersindustrin. Pappersindustrin använde också 14 PJ returpapper. Produktionen bestod av: 43 PJ mekanisk, kemisk och dissolvingsmassa, 16 PJ från sulfitmassa och 96 PJ från sulfatmassa. Av denna massaproduktion gick 64 PJ till avsalu och resten, 91 PJ, användes för pappersproduktionen i landet. Främst produktion av papper, 54 PJ, och tidningspapper, 29 PJ. Övriga papper och papprodukter uppgick till 31 PJ. Exporten av skogsindustrins produkter utgjorde 194 PJ, i huvudsak papper, pappersmassa och hyvlade bräddor. Den totala importen var 73 PJ, huvudsakligen massaved, 20 PJ och sågat timmer, 29 PJ. Från privata skogar användes 19 PJ som brännved. Flis och barkved från sågverk användes också som bränsle, 8 PJ.

Vid produktionen av pappersmassa görs stora exergiförluster då kemisk exergi i biprodukterna omvandlas till värme vid kokningen av flisen till massa. 120 PJ av vedämnena (lignin) tillsammans med 63 PJ övriga bränslen gav mindre än 60 PJ värme. Inom skogsindustrin används också 57 PJ elektricitet. Exergiinnehållet i slutprodukterna, virke, massa och papper uppgick till 331 PJ. Nästa omvandling i diagrammet visar jordbruket och livsmedelsindustrin.

Äldre tiders jordbruk byggde på både djur- och växtproduktion. Mjölproduktionen var central i det svenska jordbruket. Djurens foderbehov blev avgörande för hur växtodlingen på gården utformades. Betesmarker och vallodling var förutsättningar för produktionen.

Så länge människan brukat jorden har hon även påverkat den omgivande miljön. Det moderna jordbrukets mål dikterade av kravet på ekonomisk lönsamhet — största avkastning till minsta arbetsinsats — innebär svåra påfrestningar på miljön. Metoder som stordrift, djurfabriker, hög mekanisering, konstgödning, konstbevattning, utdikning, kemisk bekämpning innebär katastrof för miljön och jordbruket.

Det mesta av den svenska åkerjorden konstgödsas med kväve, fosfor och kalium. Om mer kväve deponeras än vegetationen kan ta upp, lakas nitrat ut och ammonium nitrifieras och resultatet blir att kväveöverskottet blir starkt försurande. Vid alltför stora gödselgivor blir grödorna mindre stråstyva och lägger sig därför lättare vid skyfall. Även skördeutbytet minskar vid extremt stora givor. En annan bieffekt är övergödningen av vattendragen då även fosfor bidrar till igenväxning och algblooming. Fosfor kan också ha motsatt effekt då det bildas svårösliga järn- och aluminiumfosfater vid låga pH-värden, näringsbrist blir följden och fosfaterna hämmar växtligheten.

När diken läggs igen och häckar, träd och buskar som fungerar som hinder för vinden, tas bort blir följden jorderosion. Tunga maskiner pressar ihop marken, vilket hindrar vatteninfiltrationen och ökar ytvavrinningen, viktiga markorganismer som maskar får svårare att överleva.

I jordbruket och livsmedelsindustrin omvandlas skördad gröda med hjälp av bränslen och elektricitet till mat. Maten består dels av vegetabilier, som grönsaker och bröd, dels animalier, som mjölk och kött. Vi ser att utflödet av mat är mycket litet jämfört med inflödet av skördad gröda. Detta beror på att vi relativt sett äter mycket animalier och lite vegetabilier. Ännu värre är att omkring en tredjedel av all producerad mat slängs.

Det totala exerginnehållet i växtodlingens produkter var 190 PJ. Härtill kommer uppskattningar för foder och avfall, 138 PJ. Mängden avfall som återfördes till jorden uppskattas till 31 PJ. Den totala grödan är alltså ca 328 PJ/år. Inom jordbruket och livsmedelsindustrin omsätts förutom gröda även bränsle (30 PJ) och elektricitet (19 PJ) för maskiner och uppvärmning. (Den indirekta exergiförbrukningen i form av produktion av konstgödning, en produkt från den kemiska industrin, uppgick till 24 PJ.) Slutproduktionen inom denna sektor är mat. Ett dagligt intag av 2 862 kcal per person och dag motsvarar en årlig omsättning av 36 PJ för hela landet. Den borde med hänsyn till slöseri och hälsa vara 29 PJ. Enligt statistiken säljs mat motsvarande 42 PJ. En del av detta är icke ätbara delar som skal och ben, men även stora mängder ätbar mat slängs. Svensken av idag frossar i mat mer än någonsin tidigare och i en omfattning som tillsammans med andra rika länder som USA är unik i ett globalt perspektiv.

Det är viktigt att notera att insatserna i form av exergi för att producera den importerade givan av handelsgödsel inte framgår av diagrammet. För att se detta måste man tillämpa exergianalys. {Wall 1992b} Då ser man bl a att det svenska jordbruket förbrukar mer exergi som insatsvaror än det producerar, dvs en i längden ohållbar situation.

Vattenkraft är nästa omvandling i diagrammet. Av vattenkraft får vi elektricitet. Elektriciteten används som vi sett tidigare inom skogsindustrin (57 PJ) och vid livsmedelsproduktion (19 PJ). Dessutom används elektriciteten för belysning, hushållsström etc (114 PJ). Inom verkstadsindustrin användes elektricitet (27 PJ) för att bl a driva maskiner, dvs för mekaniskt arbete. Återstoden av elektricitet går till malm- och järn- och stålindustrin (34 PJ), kemisk industri (20 PJ), transporter (8 PJ) och elvärme (33 PJ).

1980 var produktionen av elektricitet genom vattenkraft 209 PJ. Om vi inkluderar omvandlingsförlusterna från lägesenergin i dammen till den levererade elektriciteten från kraftverket, transformationsförluster och förluster i pumpkraftverk blir den erforderliga exergin 248 PJ som vattenkraft.

Kärnbränsle (U-235) och bränslen som olja används också för att göra elektricitet. Denna omvandling sker i kondenskraftverk och kraftvärmeverk. Ett kraftvärmeverk ger förutom elektriciteten även fjärrvärme genom så kallat mottryck. I diagrammet ser vi hur detta flöde av fjärrvärme (10 PJ) går till uppvärmningen av bostäder och offentliga lokaler. Vi ser också av diagrammet att endast en tredjedel

av kärnbränslet omvandlas till elektricitet, resten går förlorat — förstörs — vid själva omvandlingen. I kraftverk, kondenskraftverk och kraftvärmeverk är förlusterna omkring 60%.

Elektricitetsproduktionen var 1980 91 respektive 38 PJ från kärnbränslen och bränslen. Härtill kommer förluster på grund av egenförbrukning vid elproduktion inklusive förluster i krafttransformatorer och pumpning i pumpkraftverk enligt ovan. Den totala produktionen av elektrisk energi blir sålunda 340 PJ år 1980, varav 2 PJ är netto-importerad elektricitet. Av denna produktion används 307 PJ. Resten, 33 PJ, går förlorad som lednings- och anpassningsförluster på sin väg till konsumenten.

För Sverige är omsättningen av malmer helt dominerad av järnmalm. Svensk järnmalm håller i genomsnitt en järnhalt av ca 60 viktsprocent och består vanligen av skapatitjärnmalm. Järnet är kemiskt bundet till syre med kemisk beteckning  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (magnetit).

Den svenska järnmalmsproduktionen var 1980 26.9 Mton. Om vi antar att all denna malm är magnetitjärnmalm fås att malmen representerar en total exergi av 14 PJ.

Den svenska järnproduktionen var 1980 3.5 Mton., vilket grovt sett representerar en exergi av 24 PJ. För att producera detta järn har åtgått 5.7 Mton malm, vilket motsvarar 3 PJ, 34 PJ elektricitet och 77 PJ kol, koks och andra bränslen.

Exerginnehållet i kärnbränsle (anrikad uran) kan uppskattas på basis av hur mycket värme som frigörs i en reaktor för en viss mängd producerad elektricitet. Vid en termisk verkningsgrad på 32% motsvarar detta en exergi av 284 PJ i kärnbränslet. Som vi snart skall se motsvarar detta endast en bråkdel, eller ca 1.5%, av den tillgängliga exergin i kärnbränslet.

De vanligaste bränslena i Sverige är råolja, oljeprodukter, stenkol och koks. Införseln av dessa varor motsvarar år 1980 totalt 1140 PJ. Bränslen används inom den kemiska industrin som materialråvara, 18 PJ olja och 20 PJ elektricitet omvandlas till ca 30 PJ gummi, plast etc. Den kemiska industrin är sålunda ett exempel på hur en traditionell energiråvara som olja används som material. Det förbrukade materialet kan sedan användas som energiråvara. Detta gäller naturligtvis många andra "förbrukade" material som trä och papper. Vi kan också konstatera att den petrokemiska industrin utnyttjar kemiska råvaror bättre än kraftindustrin, som i huvudsak förbränner dem.

Transportsystemet tar som vi ser av diagrammet en stor del av bränsleinflödet (237 PJ). Bensin och olja omvandlas till transportarbete i bilar, bussar och lastbilar. Omkring 10% av bränslets exerginnehåll används för att driva ett motorfordon (ca 1 ton stål) framåt. Varje kropp har en inneboende tröghet, en sk tröghetsmassa, vilken enligt Newton definieras i sambandet: kraften = tröghetsmassan  $\times$  accelerationen. För att flytta en kropp måste den accelereras dvs utsättas för en kraft. Enligt Newton är arbete lika med kraften  $\times$  vägen, dvs vi måste uträtta ett arbete för att förflytta kroppen. I princip kan detta arbete återfås då massan bromsas, vilket sker i vissa tåg, men i praktiken är detta arbete ofta förlorat, dessutom åtgår arbete för att hålla massan i rörelse p g a luftmotstånd och friktion mot vägbanan. Resten går förlorat till omgivningen eller används för att slita ut avgassystem, motor och däck på fordonet, se fig. 15 nedan.

Av de tidigare redovisade användningsområdena återstår 33 PJ till oljeraffinaderier, 36 PJ användes för utrikes sjöfart och 419 PJ för direkt omvandling till värme för bostäder och andra lokaler och 167 PJ till produktion av elektricitet och värme i värmekraftverk och kraftvärmeverk och 60 PJ för värmeproduktion etc inom industrin.

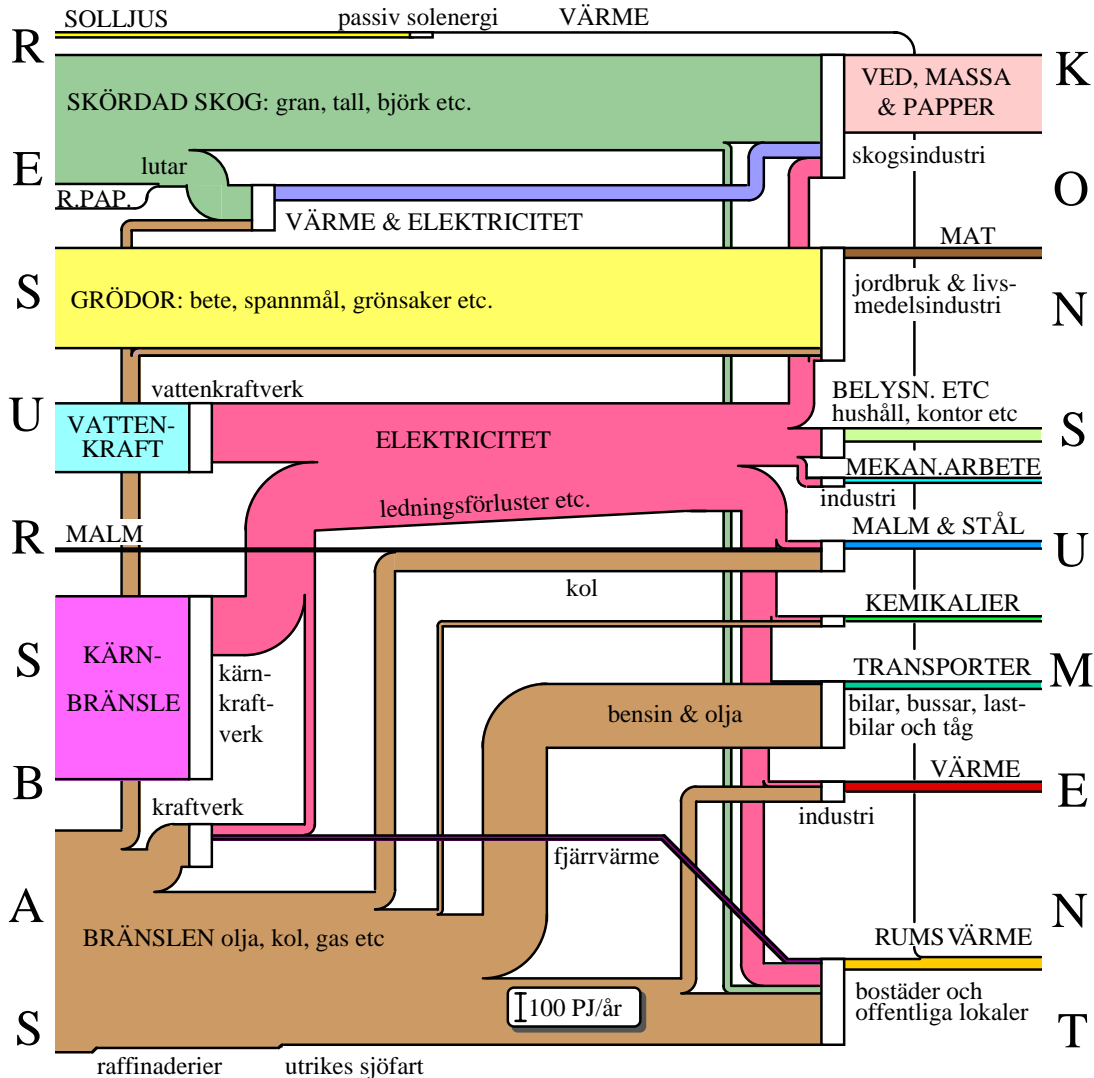
Nederst i diagrammet har vi så den största omvandlingen, bränslen, elektricitet, solvärme och fjärrvärme till värme. Denna omvandling är uppdelad mellan industri och bostäder samt offentliga lokaler. Här sker som vi ser stora förluster. I en vanlig oljepanna utnyttjas mindre än 5% av bränslet för att göra värme, se fig. 2. Hälften av den importerade oljan går till värmeproduktion. Exergin i värme bestäms av värmets temperatur genom ett samband som tecknades av Carnot redan 1824.

Om vi nu vill tillämpa detta på uppvärmning av bostäder, måste vi också naturligtvis ta hänsyn till att omgivningstemperaturen ändras med årstiden. Exergifaktorn<sup>†</sup> för den svenska bostadsuppvärmningen kan då beräknas till 0.05. Detta medför att exergin för respektive värme flöde blir: solvärme 1 PJ, fjärrvärme 2 PJ, elvärme 2 PJ och värme från bränslen 14 PJ, som också inkluderar energiförluster (ca 35%) i form av varma rökgaser.

<sup>†</sup> Anger förhållandet mellan exergi och energi.



En preliminär beskrivning över situationen idag återfinns i fig. 5. Den största skillnaden mellan situationen 1980 och idag är den ökade omsättningen av kärnbränsle och den minskade omsättningen av fossila bränslen. Denna förändring beror i stor utsträckning på att oljepannor för uppvärmning ersatts med elpannor, både inom hushållen och industrin. Detta har också inneburit att energianvändningen fortsatt att öka trots allt tal om energibesparingar. Övriga förändringar är som vi ser i diagrammen marginella.



Figur 5 Den totala exergiomsättningen i det svenska samhället idag.

Andra naturliga exergiflöden underhåller också samhället genom en mer indirekt funktion. De renar vatten, luft och jord och lagrar t ex tungmetaller och sulfider. En grov uppskattning av vad den naturliga luft- och vattenreningen kan betyda i termer av exergi per år i Sverige ger som resultat ca 2 PJ/år, vilket är för litet för att åskådliggöras i diagrammen i fig. 4 och 5. Emellertid skulle samma rening med industriella metoder kosta många gånger mer både exergetiskt och ekonomiskt.

Av det totala resursinflödet av exergi i det svenska samhället år 1980 på 2 540 PJ utnyttjades endast 20% eller 500 PJ. Denna förlust kan minskas betydligt genom aktiv resurshushållning på alla nivåer i samhället. (Om vi endast ser till användningen av kommersiella energiresurser blir effektiviteten sämre, ca 14%.)

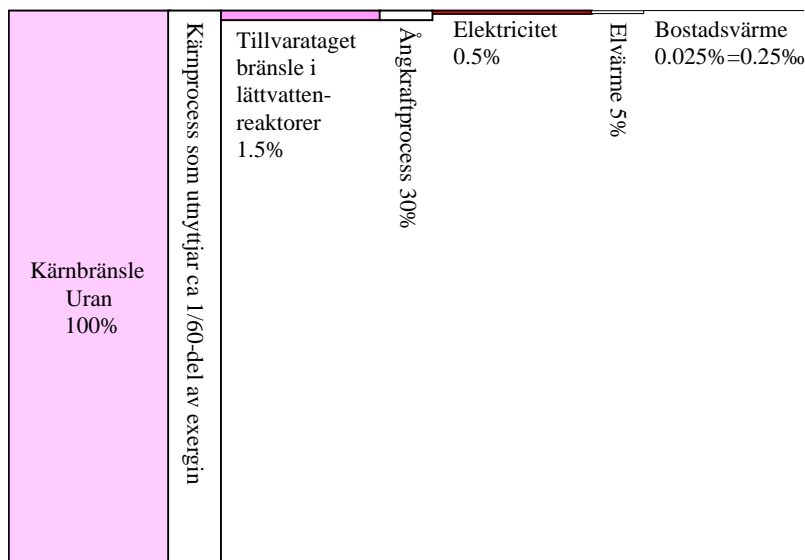
Genom att använda diagram som fig. 4 och 5 för att beskriva resursflöden får man en klarare uppfattning om var man bör sätta in ansträngningar för att bättre ta tillvara resurserna. Detta bör göras på alla nivåer av resurssystemet.

En ytterligare fördel med dessa diagram är att alla inflöden är uppdelade med avseende på naturliga flöden, fonder (levande bestånd) och lager (döda bestånd). Inflödet av solvärme är sålunda ett direkt exergiflöde från solen. Därefter följer inflödena av skördad skog, skördad gröda och vattenkraft. Alla dessa flöden härrör från exergifonder på jorden. De återstående inflödena av malm, kärnbränsle och bränslen kommer från ändliga bestånd, lager, på jorden.

För att under lång tid upprätthålla ett samhälles resursomsättning måste samhällets resursbas nästan helt utgöras av naturliga flöden och flöden som fångas in och omformas av fonder på jorden. Som vi klart ser av det svenska samhällets resursomsättning år 1980 och idag är detta inte alls fallet. Vi befinner oss alltså i en i längden ohållbar situation och är egentligen ett u-land i detta avseende.

Analys av detta slag ger alltså kunskap om hur effektivt och hur balanserat ett samhälle är när det gäller att hushålla med naturresurserna. Sådan kunskap kan avslöja var tekniska och andra förbättringar bör sättas in, samt hur besparingsåtgärder bör prioriteras. Att på detta sätt jämföra olika samhällen på jorden och att studera det internationella systemet blir också av fundamentalt intresse, om vi på allvar vill medverka till en solidarisk resursfördelning.

Exergibegreppet ger alltså som vi sett en annorlunda bild av vårt "välutvecklade" samhälle. Det moderna industrisamhället framstår som en gigantisk exergislösare, vilket blir ännu tydligare om vi väljer att studera en resurskedja ur fig. 4 och 5 lite närmare. Exergiutbytet då kärnbränsle i lättvattenreaktorer omvandlas till el för att bli elvärme i våra hus är ca 0.25 promille, dvs ett utbyte av 1 på 4 000, se fig. 6. Detta innebär inte bara ett enormt resursslöseri — det innebär också en förödande miljöförstöring — den rådande samhällsutvecklingen är således ohållbar. Men, samtidigt som förlusterna avslöjas visas också möjligheterna till förbättring. Exergibegreppet har därför kommit att användas alltmer, då intresset för effektivisering av energi- och materialomsättningen ökar i takt med resursbrist och miljöförstöring, och är antagligen snart allmänt accepterat och standard vid all beskrivning av energi- och materialomsättande system, trots energimyndigheternas inkompetens och ovilja. {Gaggioli 1983 och Wirén 1990}

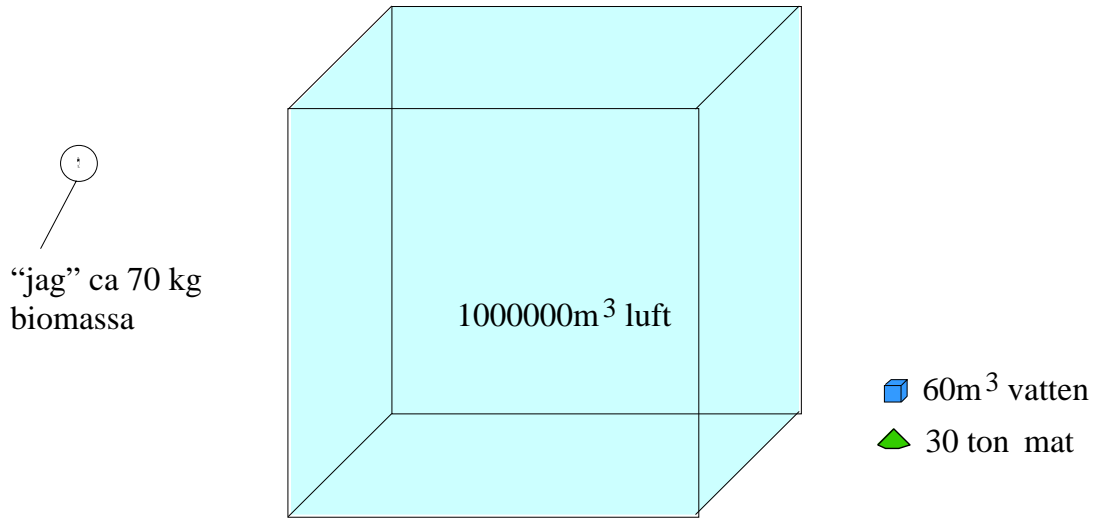


Figur 6 Utbytet för kärnkraftsproducerad el i lättvattenreaktorer för elvärme.

## Ekologi — en helhetssyn

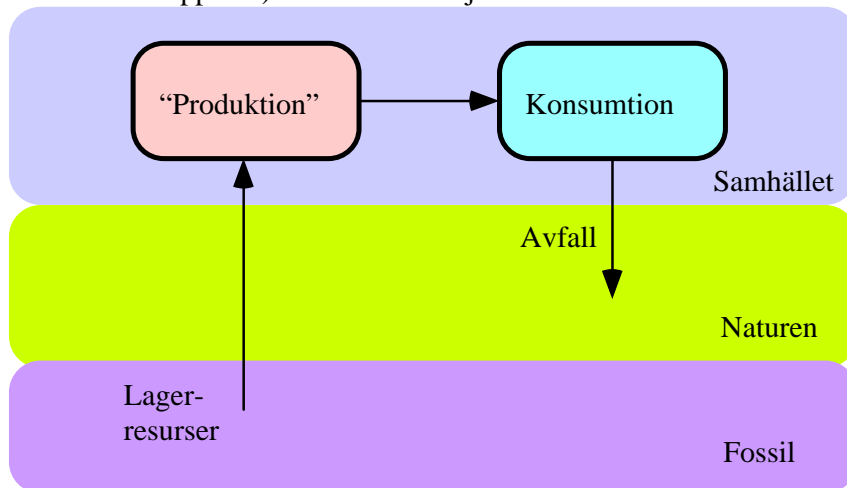
En bra utgångspunkt för att vidga perspektivet på förhållandet mellan människa och miljö är att fundera över — Vad är jag? Låt oss först betrakta den kroppsliga delen av jaget. Varje människa lever i ständig samverkan med den omgivande fysiska miljön, i varje andetag sker ett utbyte mellan ämnen i luften och vår egen kropp. När vi äter mat tas en del av ämnena i maten upp av kroppen och andra avges från kroppen med avföringen, och det vatten som ingår i vår kroppen byts hela tiden mot vatten i vår omgivning. Föreställningen att vi skulle kunna "skydda" oss från skadliga ämnen i vår omgivning är således helt fel eftersom den mänskliga organismerna ständigt utbyter ämnen med omgivningen. Sålunda

byts många ämnen i vår kropp ut flera gånger under vår livstid. Antag t ex att vi andas ca 20 liter luft per minut, dvs ca 30 m<sup>3</sup> luft per dag, och att vi dricker ca 2 liter vatten och äter ca 1 kg mat per dag. Under en livstid av ca 80 år motsvarar detta ca 1000000 m<sup>3</sup> luft, dvs en kub med kantlängden 100 meter, ca 60m<sup>3</sup> vatten och ca 30 ton mat, se fig. 7 nedan. Under sin livstid omsätter således en människa en total massa som motsvara ca 15000 gånger sin egen kroppsvikt. Svaret på frågan “Vad är jag?” är således: min kropp är en obestämbar del av den omgivande miljön — en del av naturen och helheten — *Gaia*. {Lovelock 1988}



Figur 7 Vad är jag?— som totalt omsätter ca 1000 ton materia under ett liv.

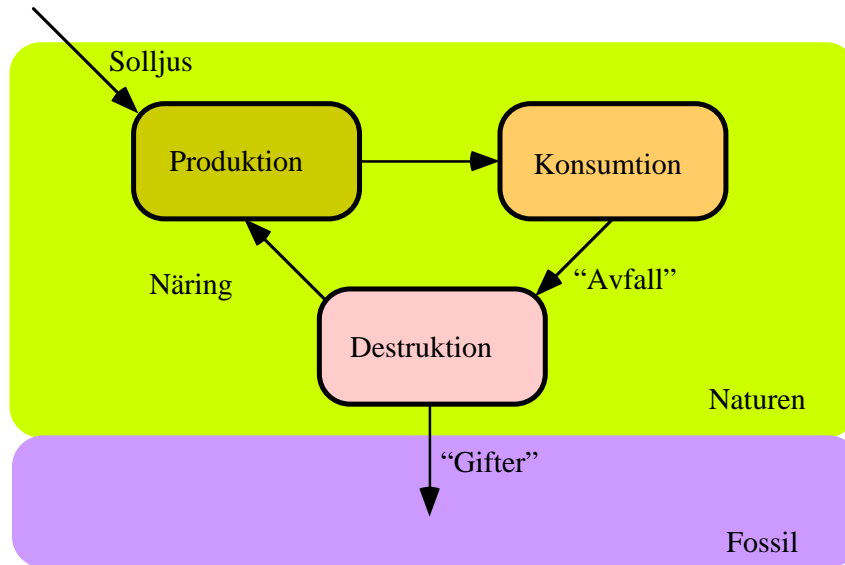
Dessutom utbyter vi som människor — själar — ständigt information med vår omgivning, oftast andra människor — själar. Utan detta ständiga utbyte av information med omgivningen skulle vi snart duka under. En enskild människa kan alltså betraktas som en syntes av materia, energi och information — en kroppslig och själslig sammansmältning — ur omgivningen — en exergiförtätning i den annars exergitunna miljön, dvs en del av den totala materiella och andliga miljön och ingen isolerad varelse. (I princip kan vi betrakta verkligheten som variationer av exergitätheten — ordningen eller kontrasten — i tid och rum. Den naturliga ekologiska evolutionen syftar då till att öka denna täthet över kritiska värden så att t ex liv och medvetande uppstår.) När således miljön och naturen skadas är det oss själva vi skadar.



Figur 8 Samhället tar lagrade fysiska resurser ur naturen och återlämnar avfall.

Det moderna — sk utvecklade —människliga samhällets utbyte av lagrade resurser med naturen illustreras i fig. 8. Lagrade resurser blir avfall i ett enkelriktat flöde. I samhället talar ekonomer ofta om produktion och konsumtion. De tänker sig då en ekonomisk verklighet enligt vilken naturen saknar värde och det är först då en resurs når samhället som den får värde — värde produceras, enligt ekonomin. På motsvarande sätt betraktas avfallet som värdelöst — värde har konsumerats — då en vara

saknar efterfrågan i samhället och återförs till naturen. Denna ekonomiska uppfattning kan leda till allvarliga missuppfattningar om en varas verkliga — naturliga — värde, vilket helt skiljer sig från värdet enligt ekonomin. Denna missuppfattning leder bl a till att vissa ibland talar om avfallshanteringen i termer av kvittblivning eller rening när vi i praktiken bara flyttar runt ämnena i miljön. Egenskaperna produktion och konsumtion har en helt annan funktion i den levande naturen, som vi ser i fig. 9 över naturens resursomsättning.

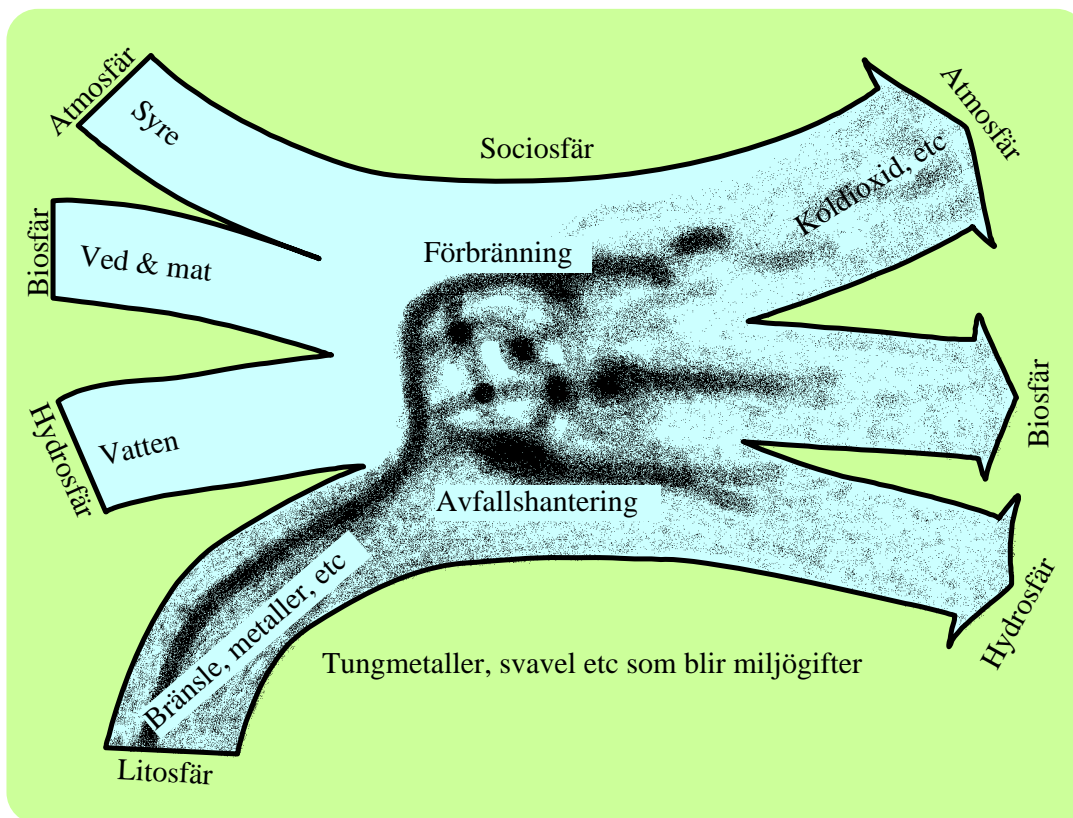


Figur 9 Naturens kretslopp drivs av solljus och "tvättar" bort gifter

Produktion innebär att växterna producerar biomassa med hjälp av solljus, koldioxid, vatten och näringsämnen i en process som kallas fotosyntes — det exergirika solljuset binds i växtmaterial samtidigt som syrgas produceras. Härigenom skapas förutsättningar för djurlivet — konsumenterna, att leva av växter och syrgas. I naturen finns dessutom en "tvättinrättning" som innebär att "gifter" som svavel, koldioxid och tungmetaller transporteras bort för att möjliggöra skapandet av ordning på jorden — den ekologiska evolutionen. Observera att i naturen, se fig. 9 finns en process, som helt saknas i samhället: destruktion. Destruera betyder bryta ned, förstöra och oskadliggöra. Denna återföring av näringsämnen är således en avgörande länk i det kretslopp av ämnen som karakteriserar naturen. Utan detta kretslopp av materia skulle snart naturen "äta upp sig själv", vilket sker då tex isolerade bakteriekulturer utvecklas ohämmat. Först sker en explosiv tillväxt av bakterier så länge näring finns men då denna tar slut dör alla bakterier lika plötsligt, tex då man jäser vin. Destruenterna eller nedbrytarna utgörs av framför allt bakterier, svampar och maskar som bryter ner organisk substans till kemiskt enklare och därigenom mer tillgängliga ämnen. När ett naturligt ekosystem utvecklas i balans med omgivningen når vi ett ekologiskt klimax. Detta klimax karakteriseras av en snabb omsättning av ämnen och en oerhörd artrikedom, dvs ett intensivt och rikt liv. Exempel på sådana ekologiska system är den tropiska regnskogen eller vår egen urskog. Destruenterna är således lika viktiga i ett naturligt ekologiskt system som producenter och konsumenter, dvs växter och djur. Trots detta betraktas destruenterna ofta i moderna odlingsmetoder som värdelösa och ersätts med insatser av konstgödsel, gifter och mekanisk bearbetning, vilket leder till att de istället ofta utrotas. Det moderna samhällets missbruk av naturliga resurser som människor och matjord är skrämmande.

I samhället saknas en motsvarighet till naturens destruenterna, dessutom motarbetar samhället naturen genom att bl a sprida gifter i naturen. I ekonomin talar vi om produktion av olja och metaller, men ur naturens perspektiv är detta liktydigt med förgiftning eftersom det motverkar naturens avgiftning. Produktionen av fossil som kol och olja sker av växterna som binder exergin i solljuset i växtmaterial som "faller ur" kretsloppet i myrar och djuphavssediment, vilka under årmiljoner omvandlas av naturen till fossila bränslen. När ekonomen säger att man producerar olja innebär det alltså i verkligheten —

naturen — att olja konsumeras. Produktion kan således ha motsatt betydelse i ekonomin och i naturen — i sagan och i verkligheten.



Figur 10 Massflödet genom sociosfären som tömmer lagerresurserna och frigör miljögifter.

Samhällets förgiftning av naturen återges tydligare i fig. 10, som beskriver massflödet genom sociosfären, dvs det mänskliga samhället. Stora mängder material omsätts genom industrisamhällets förbränning av fossil och brytning av metaller. Denna omsättning av lagrade resurser innebär också att tungmetaller, svavel och andra naturfrämmande ämnen frigörs i omgivningen som miljögifter, illustrerat som svärta. Vi ser hur dessa ämnen successivt sprids i atmosfär (luften), biosfär (det levande) och hydrosfär (vatten som is, vätska och gas). Genom samhällets ofantliga omsättning av fossil som kol, olja och gas ökar dessutom atmosfärens halt av koldioxid, vilket bl a framkallar den sk växthuseffekten. På några årtionden återförs ämnen som koldioxid, svavel och tungmetaller till miljön som det tagit naturen årmiljoner att gömma undan. Det moderna samhället vrider således tillbaks utvecklingen och att tala om förbränningen av fossil som ett framsteg är fel, då det egentligen leder till en tillbakagång i den ekologiska utvecklingen. (Detta är således ytterligare ett exempel på den språkförbistring som råder mellan ords betydelse i samhället och naturen — sagan och verkligheten.) Framtida generationer kommer antagligen att betrakta vårt handlande som tämligen dåraktigt. Samhällets avfallshantering ser vi som anhopningar av svärta — gifter, dessa anhopningar av miljögifter når så småningom miljön, oavsett om det i samhället kallas rening eller kvittblivning. Att deponera gifter i avfallslager innebär ibland att spridningen i naturen fördröjs. Ett tydligt exempel på vad som pågår är den stadiga ökningen av kadmium i såväl åkerjord, skördad gröda som modersmjölk. Frågan är bara när situationen blir så allvarlig att vissa födoämnen måste klassas som otjänliga.

För att samhället och naturen skall kunna överleva på sikt måste alltså den alltmer tilltagande förgiftningen stoppas. Samhällets tafatta försök att lindra symptomen av denna verksamhet genom att t ex kalka naturen innebär endast att katastrofen fördjupas, på samma sätt som behandlingen av allergier och astma ibland leder till att patienten istället dör. Vi måste inse att miljöskadorna i naturen är symptom på en "sjukdom" som har betydligt djupare orsaker än t ex lokal brist på kalk. Orsaken är framför allt det moderna samhällets onaturliga omsättning av lagrade resurser, vilket alltså måste stoppas.

Istället för att koncentrera samhällets åtgärder mot att försöka begränsa miljöeffekterna måste man minska intaget av "gifter" i samhället. Om vi inte släpper in dessa ämnen i samhället kommer de inte heller att nå naturen, men om de släpps in i samhället så når de också förr eller senare naturen. Av fig. 10 ovan ser vi att detta är det enda sättet att minska både resursuttömningen och miljöförstörelsen, vilka ju är två symtom på samma "sjukdom".

Det finns många skäl till att så lite görs för att verkligen komma åt och hindra en annalkande miljökatastrof. Många mäktiga ekonomiska intressen t ex kraftindustrin och övrig tung industri ser sina revir hotade, militären lever i sin egen värld med sina påhittade fienden, och folk i allmänhet lever i en falsk trygghet och "dränks" i propaganda och underhållning. Samhällets handlingsförlamning kan således sammanfattas i ovilja och inkompetens, egenskaper som väl karakteriserar den mänskliga historien i vilken därför skapandet och upprätthållandet av myter är och har varit centralt. Dessa myter återkommer jag till men först en annorlunda bakgrund till dagens situation.

Människan i den rika världen upplever nu ett materiellt välstånd som aldrig tidigare skådats i mänsklighetens historia. Den rika människan "konsumerar sig till döds" medan miljontals fattiga svälter, och den rika människan utarmar samtidigt jordens naturresurser, dess miljö och kultur den sk Nord-Syd konflikten. Tekniken har i många fall blivit ett medel, för den rike, att förstöra och förtrycka och girigheten förkläds i internationell ekonomi och politik. Världsbanken kan knappast beskyllas för att gynna den fattiga världen. Förenta nationernas säkerhetsråd är på många sätt en arvtogare av de gamla kolonialmakternas herravälde. Ständiga medlemmar, med vetorätt är bland tre andra Frankrike och Storbritannien, medan länder som Indien och Brasilien lyser med sin frånvaro — detta är ingen tillfällighet.

Mat är inte längre mat, istället investeras stora resurser för att framställa drivmedel av mat för ett alltmer ineffektivt transportsystem. I Sverige ges t o m statliga bidrag för denna omställning från mat till bränsle. Dessutom är produktionen av drivmedel ur spannmål ineffektiv och kostsam både ur resurs- och miljösynpunkt. Mat är helt enkelt inte lämpligt som drivmedel. Enligt Brundtlandkommissionens rapport 1987 är den fattiges nöd är inte nöd utan skall tolkas som ett försvar för ett växande överflöd i den rika världen. Hjälpen till den fattiga världen får ju på inga villkor äventyra vårt eget överflöd. Brundtlandkommissionens slutsats är således att det endast är genom ett ökat välstånd i den rika världen som den fattige kan hjälpas — vi måste alltså bli ännu rikare för att kunna hjälpa våra fattiga medmänniskor.

30 år av "bistånd" har lett till att den fattiga världens skuldräntor till den rika världen idag överstiger biståndet. Samtidigt diskuterar man i den rika världen om man eventuellt kan tänka sig att efterskänka dessa skulder — situationen är milt uttryckt absurd. Den utsugning av människor och resurser som den fattiga världen varit utsatt för i århundraden förtigs och förljugs — 500-årsfirandet av Columbus "upptäckt" av Amerika är bara ett exempel på den förljugenhet vi omger oss med. De verkliga konsekvenserna av denna "upptäckt" i termer av miljontals döda indianer, raserade kulturer och fortsatt stöld av guld och naturrikedomar förtigs av etablissemangen och skildras istället bäst av frivilliga biståndsorganisationer och enskilda människor.

Idag har vi facit i hand av den sk gröna revolutionen som lanserades på 1960-talet för att ge mat åt en svältande värld. Högvastande sädeslag skulle ge mat åt svältande människor, men istället blev de på nytt offer för den rikets girighet. {Borgström 1973} Den fattige blev nu istället helt beroende av den rikets handelsgödsel och bekämpningsmedel och tvingades sälja sin jord till den rikets banker och blev härigenom också av med sin jord och ännu fattigare. Vem tar ansvaret idag och varför talas det så lite i den rika världen om dessa konsekvenser? Har man glömt vad som skett? Eller sker det kanske medvetet?

Jag tror det är dags att stanna upp en stund och tänka efter innan nästa "lösning" för den fattiga världen realiserar. Den rika världens förakt för mänskliga och naturliga värden hotar annars att bli mänsklighetens undergång. Illusioner som upprätthålls med propaganda i form av reklam och miljömärkning gagnar ingen på sikt — det fördröjer och försvårar bara en alltmer nödvändig omläggning av vår livsstil. Kritiker måste tas på allvar. Dagens ekonomi tenderar att stimulera utsugning, resursutarmning, miljöförstörelse och mänskligt förakt då det kallas bistånd, resurshushållning, miljövärd eller militärt försvar.

De nyligen instiftade miljöavgifterna innebär bara att miljöförstörelsen kommer att gå hand i hand med den ekonomiska tillväxten på samma sätt som uttömningen av våra naturresurser redan gör. Denna

utveckling måste brytas. Naturen kan inte underordnas ekonomernas lagarna — om så sker slutar det med en katastrof. Ekonomin måste istället underordnas naturens lagar. Att vi känner naturens lagar dåligt är inget skäl för att ignorera detta. För närvarande börjar vi se konsekvenserna av naturens lagar i den resursutarmning och miljöförstöring som bara blir allt allvarligare.

Vi måste förstå att ekonomiska värden är något vi själva hittar på och dessa har inget som helst värde för naturen. Hur rik man än kan bli på att spekulera i fastigheter och värdepapper på börsen så är det bara en lek jämfört med det allvar som råder i naturen. Där finns bara reella värden som bestäms av naturen själv. I någon mån kan människan förstärka dessa värden genom sin egen existens, men framför allt är hon satt att förvalta dem och inte att utarma dem för egen kortsiktig vinnings skull.

Dessutom formligen vräker naturen resurser över oss i form av solljus, vindkraft och biologisk mångfald, men det gör man allt för att nonchalera t ex genom olika slags ekonomiska hinder. Den rådande ekonomin är ju mer ett hinder än ett medel för ett vettigt resursutnyttjande.

Det är således av avgörande betydelse för framtiden att vi är medvetna om vad vi gör när vi avser att satsa på resurshushållning och miljövänlighet. 30 år av sk "bistånd" har ju i stort haft motsatt effekt och 30 år av miljövårdsarbete kan på samma sätt komma att förvärra miljösituationen om det bara blir floskler, dvs modeord som miljövänlig, grön ekonomi, miljöekonomi och kretslopp. Att inse detta allvar är en smärtsam process i ett samhälle som gärna vill framställa sig som civiliserat, utvecklat och kompetent. Men om vi inte blir medvetna om våra egna fel och brister och är beredda till allvarlig självvranssakan och omprövning kommer vi aldrig att kunna utvecklas vidare. Istället kommer vi att gå under — precis som många sk civilisationer före oss — så enkelt är det.

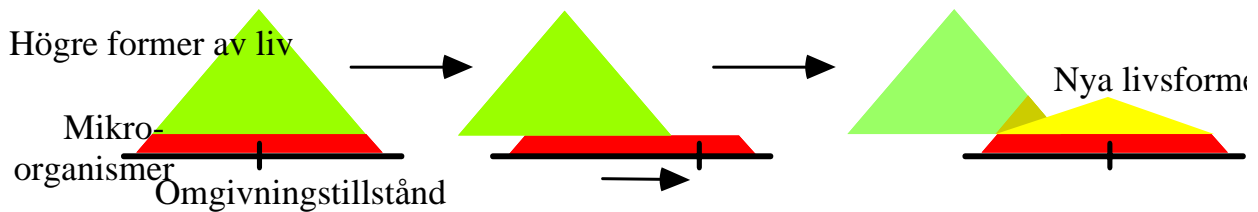
Låt oss mot denna bakgrund se på vår egen utveckling under de senaste decennierna. Under 50- och 60-talen pekade nästan alla prognoser uppåt. Till exempel adderade sig summan av de svenska kommunernas befolkningsprognoser till över 50 miljoner svenskar i slutet av 60-talet. (Detta säger mer om samhällsplanerarnas kompetens än om verkligheten och antagligen har dessa fortfarande mycket att lära.) Energi- och materialomsättningen ökade och med den det materiella välståndet och överflödet — tydliga tecken på ekonomisk tillväxt. Bostaden, arbetet, skolan, affären och värden flyttades till allt större enheter och avstånden växte — centraliseringen tilltog. Bilen — ett tecken på välfärd — blev en nödvändighet. Kvartersbutikerna ersattes av en stormarknad och konsumenterna tog över varudistributionen. Kemiska tillsatser som färger och smakparfymers ersatte en försämrad matkvalitet och förpackningarna gjordes alltmer tilltalande. Livsmedelsindustrin satsade på reklam och marknadsföring istället för matkvalitet. Den meningslösa hanteringen i samhället växte och med den resursutarmningen och den ekonomiska tillväxten — tecknet på utveckling.

Den rådande samhällssynen på miljön kan karakteriseras i myter, vilka ofta blir hinder för att slippa ta miljöproblemen på allvar. Att genomskåda dessa myter är således viktigt för en mer realistisk bild av den rådande miljösituationen, samhällets ansvar och agerande. Det har blivit "inne" — modernt — att vara miljövänlig. Näringslivet säljer "miljövänligt" och jättelika miljökonferenser anordnas, samtidigt som miljösituationen förvärras alltmer. Men vad är det då som upprätthåller denna utveckling? — Jo, bl a ett antal myter om miljön. Låt mig avslöja några av dem. {Wall 1990 b}

1. Myten om den miljövänliga marknaden i egenskap av de fria marknadskrafternas vilja att värna naturen. Den ekonomiska marknaden företräder inte en omsorg om den naturliga miljön. Den styrs och skall styras av ekonomiska motiv och inte av naturvärden. Att därför lämna över miljöansvaret till dessa krafter genom att införa en sk miljöekonomi eller genom att sätta ekonomiska värden på miljön i form av t ex miljövårdsavgifter är dömt att misslyckas som miljövårdsåtgärd. Antagligen kommer effekten att bli den motsatta — miljöförstöringen kommer att accelereras ytterligare.

2. Den andra myten kan liknas vid tron att antalet bränder skulle minska med antalet brandsoldater, dvs att miljösituationen blir bättre om vi ökar bevakningen och kontrollen genom fler "miljöpolis" och "miljörevisorer". Den bästa brandbekämpningen är förebyggande av brand. I hemmet är det t ex en självklarhet att inte barnen får leka med tändstickor och i samhället är hanteringen av eld och brandfarligt material reglerat av lagar och normer. Inom miljöområdet saknas motsvarande beredskap nästan helt. Dagens insatser för bevakning och kontroll måste därför kompletteras med en betydligt större insats av förebyggande verksamhet. Framtida — idag okända — miljöproblem bekämpas bäst genom att undvikas.

3. Myten om gränsvärden. Naturen betraktas ofta som en passiv mottagare av våra gifter — så länge vi underskrider gränsvärden, fastställda och kontrollerade av marknaden, är det ingen fara. Denna missuppfattning bygger på föreställningen att naturen inte reagerar på fysiska förändringar annat än genom skador eller direkt död, vilket är fel. Naturen kommer också att skapa nya livsformer och organismer, som den alltid gjort. Ibland ser vi det som plötslig och till synes oförklarlig massdöd bland djur och växter p g a giftalger eller virussjukdomar eller som en ökad dödlighet i cancer och allergisjukdomar hos människor. Den enes död – den andres bröd eller som Darwin uttryckte det *Survival of the Fittest*. Naturligtvis kommer evolutionen att fortgå och naturen kommer att bestå långt efter det att människan och många andra växter och djur lämnat scenen. Situationen illustreras i fig. 11 där vi ser att om omgivningstillståndet förskjuts, t ex genom försurning, reagerar först basen av mikroorganismer genom att skapa nya och bättre anpassade livsformer Därigenom dras grunden undan för befintliga högre former av liv, som härigenom successivt försvinner och dör ut, för att ge plats åt nya bättre anpassade livsformer.



Figur 11 *Survival of the Fittest* — Grunden för dagens livsformer dras undan successivt i takt med att omgivningstillståndet förskjuts samtidigt som grunden läggs för nya bättre anpassade livsformer.

Härtill kommer en sammanlagringseffekt som man inte “upptäckt” förrän helt nyligen. Nämligen att utsläpp av olika ämnen påverkar varandra på sådant sätt att den sammanlagda effekten blir värre än för var och en av utsläppen. Således måste alla gränsvärden justeras i förhållande till varandra, vilket är en fullständigt hopplös uppgift. Konsekvensen blir antagligen att naturen som vanligt drar kortaste strått.

Myten om att nedbrytbara utsläpp skulle vara mindre skadliga än icke nedbrytbara saknar grund. Ett nedbrytbart ämne kan ju tas upp och omsättas i den omgivande miljön på ett skadligt sätt. Icke nedbrytbara ämnen däremot kan isoleras och “falla ur” miljön utan att skada den. De viktiga är således inte graden av nedbrytbarhet utan de effekter — på kort och lång sikt — som ämnet förorsakar då det når miljön. Denna effekt kan istället direkt relateras till miljöutsläppets exergi. Ju större exergi ett utsläpp representerar desto större miljöeffekt.

Spektakulära åtgärder som att “rädda” djurarter i sk genbanker saknar värde då vi aldrig kommer att kunna återskapa deras rätta miljö. Vi måste börja inse att det är naturen som skapar dessa djur och inte tvärt om, dvs om naturen består kommer också djuren att bestå. Denna vanföreställning föder nästa myt.

4. Myten om miljövärd eller naturen som ett vårdobjekt. Miljöproblemen betraktas ofta som isolerade defekter i naturen. Myndigheter för naturvård inrättas och miljöteknik utvecklas. Valda sjöar och marker kalkas — ibland med avfall från stålindustrin — och man talar om återhämtning och restaurering. Man talar om avgasrening och miljövänligt papper, men fortfarande är avgaserna orena och papperet miljövänligt. Så kallad rening eller sanering innebär bara att problemen flyttas, men inte att de löses! Åtgärder riktas mer mot att dölja symptomen — om än bara verbalt genom en lek med ord — än att bekämpa orsakerna. Samhällets åtgärder blir därigenom lika tafatta som att försöka bota syfilis med plåster — eller genom att kalla det för akne. Liknande ordlekar finner vi i byggbranschen när man talar om “sjuka hus” istället för inkompetens.

Härigenom inriktas myndigheter mer på att i detalj kartlägga och bokföra hur katastrofen fortskrider, och att försvara den ekonomiska tillväxten — “mäta - täta”, istället för att försöka förstå orsakerna till miljöförstörelsen och eliminera dem.

5. Myten om människans gudomlighet. Från Första Mosebok lär vi oss att människan är skapelsens krona, men enligt Darwin är människan bara en gren på skapelsens träd precis som apor och insekter. Detta träd kommer, om det får bestå, att skjuta nya skott, som kommer att utveckla grenar med nya livsformer vida överlägsna människan. Även om människan har teknik för att ödelägga allt liv på jorden



eller skapa de märkligaste livsformer i sina laboratorier kommer hon aldrig att kunna tävla med den mångfald och skaparkraft som naturen besitter. Härtill är den mänskliga organismen alltför primitiv.

Miljöproblemen är alltså framförallt en följd av en inkompetent resurshantering i samhället, ofta beroende på en alltför stark tilltro till den ekonomiska tillväxten. Vi måste därför istället öka kunskapen om resursanvändningen i samhället och försöka se helheten.

Exempel på verkligt kraftfulla åtgärder för att komma till rätta med miljöproblemen finner vi i Los Angeles lag mot förbud av bensindrivna fordon efter den 1 januari 1997 och i Tyskland. Där har konsumenterna lyckats genomdriva krav för industrin att ta tillbaka alla förpackningar. Från den 1 januari 1993 kan varje tysk konsument lämna tomma chipspåsar och mjölkförpackningar åter till affären som är tvungen att ta hand om dem. Denna typ av miljölagstiftning tvingar fram verkliga förändringar inom näringslivet. Detta är bara två exempel där även Sverige skulle kunna gå i bräschen, t ex skulle Volvo och Saab kunna bli två av världens första bilindustrier som tar tillbaks sina förbrukade produkter för återvinning. Här är redan många tyska och japanska biltillverkare långt framme.

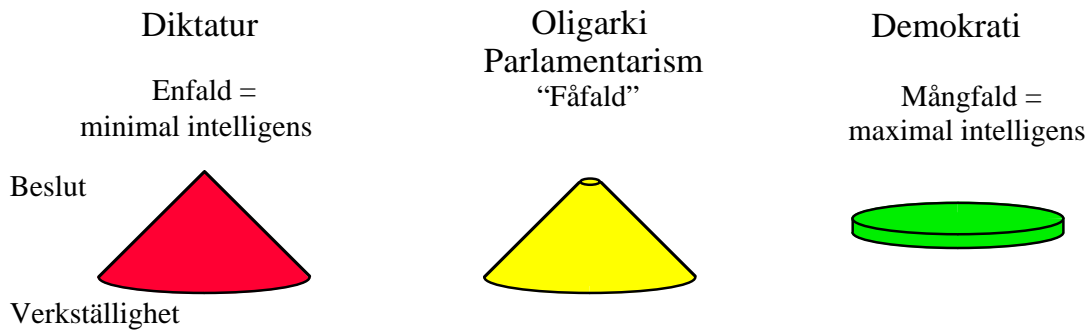
I detta perspektiv framstår också vattenklosetten som vår tids kanske största missgärning. Dess håll uppfattas av många som ett håll ut i intet. Ofta är det enda som avgör vad som hamnar i "holken" om det kan passera kröken. (Jag är t ex helt övertygad om att många skulle spola ner gamla möbler om det gick. Jag rekommenderar ett besök på den lokala avloppsanläggningen för att bekräfta detta!) Vattenklosetten innebär att friskt vatten, ofta grundvatten, blandas med den bästa naturgödsel som finns — vår avföring — för att sedan hamna på en tipp eller i ett vattendrag. Ofta blandas detta med industriavfall och blir helt oanvändbart. Härigenom missbrukas rent vatten och jordbruket förlorar tillgången till denna nödvändiga åter(av)föring — kretslopp — av näring och gödning till marken. Istället måste man därför på konstlad väg försöka ersätta de ämnen som härigenom hamnar på fel ställe i naturen, där de dessutom skapar onödiga miljöproblem och sjukdomar. Konstgödslingen innebär ökad resursutarmning och miljöförstöring då även oönskade ämnen som tungmetaller hamnar på åkern och sedan i maten. Att detta pågår sedan årtionden utan att myndigheter som Naturvårdsverket och Jordbruksdepartementet reagerar är inkompetent och ansvarslöst.

### **Demokrati — mänsklighetens främsta resurs**

Mänsklighetens största och kanske minst utnyttjade resurs är människornas hjärnor — intelligens. {Wall 1991} Det är inte bara vår kunskap och helhetssyn som är av betydelse för att bemästra problemen i vårt näringsliv och samhälle. Det finns också en verkställande funktion i samhället som alltför ofta glöms bort — nämligen människan och hennes tankeförmåga. Stora resurser anslås för forskning och medvetandegörande för ett fåtal individer i samhället. Dessa människors uppfattningar, slutsatser och beslut skall sedan verkställas av den enskilda människan som ofta förväntas agera som en icke självständigt tänkande varelse, dvs central planering och styrning. Resultatet blir ofta det motsatta eftersom folk av naturen är — och skall vara misstänksamma mot alla dekret från ovan.

Låt oss se närmare på tre generaliserade samhällstyper: diktatur, parlamentarism och demokrati (verklig demokrati), fig. 12. En diktatur karakteriseras av envælde, där all makt är koncentrerad till en person — diktatorn, som fattar alla beslut. Om diktatorn ersätts av flera personer — ett parlament — får vi parlamentarism, vilket karakteriserar dagens sk demokratier, vilka ju oftast föregåtts av en monarki, dvs en diktatur. Demokrati betyder ordagrant folkstyre, dvs att all medborgare deltar i samhällets alla beslut. Motsatsen till demokrati är diktatur och parlamentarism är således varken det ena eller det andra utan något däremellan. Anledningen till att man gärna talar om dagens parlamentaristiska samhällen som demokratier är snarare en del i det organiserade hyckleriet. {Brunsson 1989 & 1990}

Eftersom den samlade intelligensen hos två människor är större än hos en människa är en demokrati mer intelligentare än en parlamentarism som i sin tur är mer intelligentare än en diktatur — mångfald kontra enfald. Vi ser alltså att dagens samhälle med parlamentarism utnyttjar den tillgängliga intelligensen dåligt, vilket bl a skapat både resursbrist och miljöförstöring — symtom på inkompetens och enfald. Ökad kompetens kräver ökad intelligens och därmed ökad demokrati och ökat inflytande i samhället. Medvetenheten om detta växer sig allt starkare inom framförallt japansk industri, där man tillämpar ett ökat arbetarinflytande.



Figur 12 Diktatur, parlamentarism och demokrati.

I dagens samhälle har media rollen av hovnarr för att skapa och upprätthålla en skenvärld av påhittade händelser, och annat som helt saknar verklighetsförankring. Kvinnor matas med krav på "skönhet" och moderlighet samtidigt som män underhålls med sex, bilar och sport. Underhållningsvåldet drabbar oss alla i synnerhet våra barn och deras värderingar. Dagens informationsutbud i massmedia har nått perversa och groteska proportioner. Begreppet frihet har fått en märklig innebörd. Ytterligare exempel på det organiserade hyckleriet ser vi i den kommersiella uppfostringsapparaten som vuxna människor via reklamen erbjuder barn saknar t o m förankring i den egna synen på barnuppfostran, se nedan. (Fritt efter Lindgren. {1993})

<u>De flesta föräldrar</u>	<u>Kommersiell uppfostringsapparat</u>
Hänsyn, förståelse, respekt	Hänsynslös, våldsam, självisk
Ärlig	Smart
Generös, medkänsla	Krävande, självupptagen
Historiemedveten	Historielös
Räntefri ekonomi	Hög ränta
Se framåt	Leva i nuet
Naturintresserad	Dyrkar storstadens puls och MTV
Njuta av frid	"Action" och "håll igång"
Naturen inger trygghet	Naturen skrämmer
Eftertanke och försiktighet	Risker och "Våga — vinn!"
Söka äkta värden, även om vägen är svår	Söka effekter och enkla snabba lösningar
Ge kärlek	Få/ta sex
Vara naturlig	Posera, vara konstlad, manérisk och flärdfull
Skeptisk mot motorism	Dyrkar motorism
Göra själv, reparera	Konsumera, köpa nytt
Se sig själv som en liten del i det hela	Se sig själv som centrum
Undvika tobak, sprit och droger	Använda tobak, sprit och droger
Barnen före karriären	Den egna karriären före barnen

Idag har man t o m ibland institutionaliserat inkompetensen t ex inom byggbranschen med förvaltningar som Statens planverk vilket föreskrev byggnadsreglerna för dagens "sjuka" hus. Tidigare fanns ett väl utbyggt gesällsystem för att utbilda byggnadsarbetare. I ett slag inkompetensförklarades en hel yrkeskår då man istället skulle läsa på högskola för att bli husbyggare. I det gamla bondesamhället kunde varje bondson bygga sitt eget hus av de material som naturen gav — idag klarar husbyggarna inte ens att hålla mögel och svampar borta än mindre att bygga resurssnålt. I det gamla bondesamhället tog man hand om sitt eget avfall i torrdasset — kissa gjorde man i det fria (vilket är viktigt för nedbrytningen av fekalierna) — och i komposten återvanns näringsämnen — både resurssnålt och miljövänligt. Vattenklosetten är antagligen en av vår tids största missgärning. Det finns många fler exempel på den organiserade inkompetensens konsekvenser ända från regalskeppet Vasa. {Squires 1986} Andra symptom är människors hopplöshet, vanmakt och likgiltighet, vilket också bäst beskrivs av den kanadensiske poeten Leonard Cohen. {1992}

*I love the country but I can't stand the scene.  
And I'm neither left or right  
I'm just staying home tonight,*

*getting lost in that hopeless little screen.*

Generationers kunnande och kompetens har ofta ersatts av ett akademiskt snobberi utan verklighetsanknytning. Följande citat från en fabrikschef illustrerar den rådande situationen i samhället: “Akademiskt skolade tekniker har en tendens att krångla till det för mycket. Vanliga arbetare ser de enkla, fungerande lösningarna.” {Ny Teknik 1991:36} Det är på tiden vi börjar inse konsekvenserna av den rådande samhällsorganisationen. Utbildningssystemet, som har ett stort ansvar för den pågående utvecklingen, måste reformeras på allvar. Traditionella föreställningar måste ersättas av en realistisk verklighetsuppfattning, en helhetssyn och en respekt för eleven som en intelligent varelse. {Pirsig 1974 och Tribus et al. 1992}

Då människor organiseras i kollektiv är således valet av organisationsform avgörande för hur effektivt — intelligent — organisationen kan verka. Således har valet av samhällsorganisation en stor betydelse för hur samhället utvecklas, vilka synsätt som råder och hur kritik behandlas. Det västerländska demokratiska samhället bygger på en representativ demokrati — parlamentarism, vilket innebär att besluten fattas centralt. Denna centralstyrning gör ibland samhället också trögt och okänsligt — en egenskap som gör de allt snabbare förändringarna i miljön ännu allvarligare. I naturen gäller istället ekologiska principer som bygger på mångfald och individuellt inflytande. Ett naturligt ekologiskt system är alltså analogt med en verklig demokrati, där alla individer har samma inflytande över systemet, vilket är en förutsättning för den ekologiska evolutionen.

Klättermentaliteten, som kan karakteriseras “slicka uppåt och trampa nedåt”, genomsyrar hela vårt samhälle. {Adler-Karlsson 1975 & 1990} Receptet för framgång som klättrare är att aldrig gå utanför hierarkin, smörja sina överordnade och mjölka sina underordnade. Hierarkin blir därigenom självuppfyllande. Ofta leder klättermentaliteten också till att personer befordras till sin inkompetensnivå, dvs befordras tills dess de blir odugliga. Konsekvensen av detta för hela organisationen blir således en strävan mot en organiserad inkompetens.

Det finns också en stark strävan hos dem som klättrat en bit upp i samhällspyramiden att exponera sin ställning. Klättraren karakteriseras också av ständig brist på själslig tillfredsställelse. Ofta tar sig dessa behov uttryck i form av ökad materiell konsumtion och innebär därigenom en ytterligare belastning på medmänniskorna och naturen.

Samhällets centralstyrning är dessutom starkt mansdominerat, vilket bl a manifesterats genom häxprocesser och kyrkans kvinnosyn. I modern tid ser vi det bl a som ett institutionaliserat förakt för hemarbetande kvinnor. Mansdominansen innebär sålunda en ytterligare utarmning av intelligensen i ett parlamentariskt samhälle. Manliga gillen och manligt koteri motarbetar ofta systematiskt en mer jämlik representation. Till och med manlig homosexualitet förefaller ibland innebära ökade möjligheter till framgång som “klättrare” — en tragisk konsekvens av en pervers mansdominans i samhället.

Det finns skäl att fundera över varför just vårt näringsliv och samhälle hamnat i kris, och vilken betydelse har valet av organisationsform? {Edris 1987} Icke demokratier som diktatur och parlamentarism skapar många hinder för utvecklingen genom en påtvingad skiktning av informationsflödet och beslutsprocessen. Istället måste varje individ, som i de ekologiska systemen, ges ett likvärdigt inflytande över beslutsprocessen och därmed utvecklingen. Hur detta kan ske ser vi idag bl a inom den sk japanska företagsfilosofin. Vårt eget dilemma beskrivs på följande sätt av en japansk företagsledare, Konosuke Matsushita: {Tribus 1987}

*Vi kommer att vinna och det industriella väst kommer att förlora. Ni kan inte göra något åt saken, eftersom orsaken till ert nederlag ligger inom er själva. Era företag är byggda efter Tayloristiska principer, men vad värre är, det är sak samma med era huvuden. Ni är i djupet övertygade om att företag ska drivas av chefer som tänker och arbetare som hanterar verktygen. För er är god företagsamhet att få idéerna ur huvudena på cheferna och i händerna på arbetskraften.*

*Vi är bortom Taylors principer. Vi vet att företag måste bygga på en daglig mobilisering av varje ens av intelligens från alla anställda för att klara en alltmer oförutsägbar omvärld, med ökad konkurrens och spänning. Det är därför våra företag ger sina anställda tre eller fyra gånger så mycket utbildning som ni. Det är också därför som vi inom företaget utvecklar ett intensivt kommunikationsnät och understödjer erfarenhetsutbyte. Det är vidare därför företaget söker vars och ens förslag och därför som vi från utbildningssystemet inte bara kräver allt fler och bättre specialister utan också intelligenta och välutbildade generalister. Detta för att generalisterna är industrins livsblod.*

Insikten om en nödvändig förändring mot ett livskraftigt samhälle och vikten av att lära av andra som Japan och Kina vinner dock gradvis gehör och respekt. Den moderna japanska företagsfilosofin är således inte hierarkisk, som i västerlandet, utan platt och har sina rötter i den österländska synen på människan och samhället och idéer hämtade från amerikanska kvalitetsexperter. I en platt organisation får bli begreppet demokrati en verklig innebörd.

W. Edwards Deming är den person som mer än någon annan förknippas med detta nytänkande inom näringslivet, han har blivit upprättat följande regler, *Deming's 14 Points*, för att öka produktiviteten: {Deming 1982}

1. *Create consistency and continuity of purpose.*
2. *Western management must awaken to the challenge, must learn their responsibilities, and take on leadership for change.*
3. *Eliminate the need for and dependence upon mass inspection.*
4. *Reduce the number of suppliers. Buy on statistical evidence, not on price.*
5. *Search continually for problems in the system and seek ways to improve it.*
6. *Institute modern methods of training, using statistics.*
7. *Focus supervision on helping people to do a better job. Provide the tools and techniques for people to have pride of workmanship.*
8. *Eliminate fear. Encourage two-way communication.*
9. *Break down barriers between departments. Encourage problem solving through teamwork.*
10. *Eliminate the use of numerical goals, slogans, posters for the workforce.*
11. *Use statistical methods for continuing improvement of quality and productivity and eliminate all standards prescribing numerical quotas.*
12. *Remove barriers to pride of workmanship.*
13. *Institute a vigorous program of education and training to keep people abreast of new developments in materials, methods, and technologies.*
14. *Clearly define management's permanent commitment to quality and productivity.*

Demings 14 punkter (fritt översatt)

1. *Upprätta långsiktiga mål för verksamheten.*
2. *Västerlandet måste anta utmaningen, lära sig ta sitt ansvar och skaffa en ledning som arbetar för förändring.*
3. *Avskaffa behovet och beroendet av kontroll.*
4. *Minska antalet leverantörer. Köp på säkerhet, inte pris.*
5. *Sök brister i systemet och förbättringar av dessa.*
6. *Inrätta moderna träningsmetoder i statistik.*
7. *Hjälpt medarbetarna till bättre resultat. Återupprätta yrkesstoltheten.*
8. *Eliminera rädslan för och uppmuntra till tvåvägskommunikation.*
9. *Riv reviren och sök lösningar gemensamt. (Dvs raka rör, både vertikalt och horisontellt.)*
10. *Avskaffa slogans, produktionsmål och direktiv till arbetarna.*
11. *Använd statistik för att kontinuerligt öka kvaliteten och produktiviteten och avskaffa alla produktionstal.*
12. *Låt yrkesstoltheten växa.*
13. *Ge personalen utbildning i ny teknik, nya metoder och teknologier.*
14. *Övertyga ledningen om betydelsen av kvalitet och produktivitet.*

Som vi ser är förslagen i många stycken mycket radikala, men också självklara och demokratiska. Det kan kanske tyckas märkligt att dessa krav överhuvudtaget måste deklarerars, men tyvärr tillämpas dessa idéer endast undantagsvis inom näringslivet såväl som samhället i övrigt. Alltför ofta ser man exempel på motsatsen dvs ett missbruk av människor och deras intelligens.

Låt oss se vidare på några av erfarenheterna inom denna nya organisationsfilosofi inom näringslivet. {Tribus 1987}

<p><b>WHENEVER THERE IS A PROBLEM 85% OF THE TIME IT WILL BE IN THE SYSTEM 15% OF THE TIME IT WILL BE THE WORKER.</b></p>
---

(“JURAN’S RULE“)

## THE PERVERSITY PRINCIPLE

**IF YOU TRY TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF A SYSTEM OF PEOPLE,  
MACHINES AND PROCEDURES  
BY SETTING NUMERICAL GOALS FOR THE IMPROVEMENT OF INDIVIDUAL PARTS  
OF THE SYSTEM  
THE SYSTEM WILL DEFEAT YOU AND YOU WILL PAY A PRICE WHERE YOU LEAST  
EXPECTED TO.**

Denna *perversitetsprincip* ger bl a många funderingar kring den egentliga effekten av att sätta gränsvärden för miljöutsläpp och anslå stora resurser för bevakning och kontroll.

**THE MANAGER'S JOB HAS CHANGED  
THE PEOPLE WORK IN A SYSTEM. THE JOB OF THE MANAGER IS TO WORK ON THE SYSTEM TO  
IMPROVE IT, WITH THEIR HELP.**

Om vi tillämpar den sista av dessa teser på hela samhället, dvs utanför den egentliga produktionsprocessen i samhället får vi en annorlunda syn på samhället och dess styrning. Istället för att styra individens beteende borde ansträngningar riktas mot brister i systemet, som gör att människor t ex handlar fel. Det handlar således i grunden om en alternativ människosyn. Denna syn tillämpas nu även med stor framgång inom utbildningen. {Tribus et al. 1992} Utbildningen måste således inriktas mer mot att lära sig att lära, istället för att träna beteende. Själv uttrycker jag det på följande sätt för mina elever:

**LÄR DIG ATT ANVÄNDA DIN HJÄRNA INNAN NÅGON  
ANNAN GÖR DET!**

Kortfattat kan vi alltså säga att det i näringslivet handlar om att återupprätta arbetarens status och inflytande i produktionen och analogt kan man tänka sig att inom samhället återupprätta medborgarnas status och inflytande över samhällsprocessen — skapa verklig demokrati.

I Japan har dessa idéer tagits väl tillvara. Idag är Japan tillsammans med västra Tyskland de starkaste ekonomierna i världen. Båda länder har sedan 1945 två saker gemensamt: (1) besegrade och sönderbombade (2) ingen militär rustning. Detta innebar bl a att industrin kunde byggas om från början, i Tysklands fall med hjälp utifrån, samt att militären inte tilläts dränera vare sig ekonomin eller intelligentian. En av de mer framgångsrika japanska skolorna är den sk Kaizen, vilket står för en ständig förbättring som involverar alla i hela organisationen. {Imai 1986} Följande citat är hämtat ur den svenska utgåvan av boken om Kaizen:

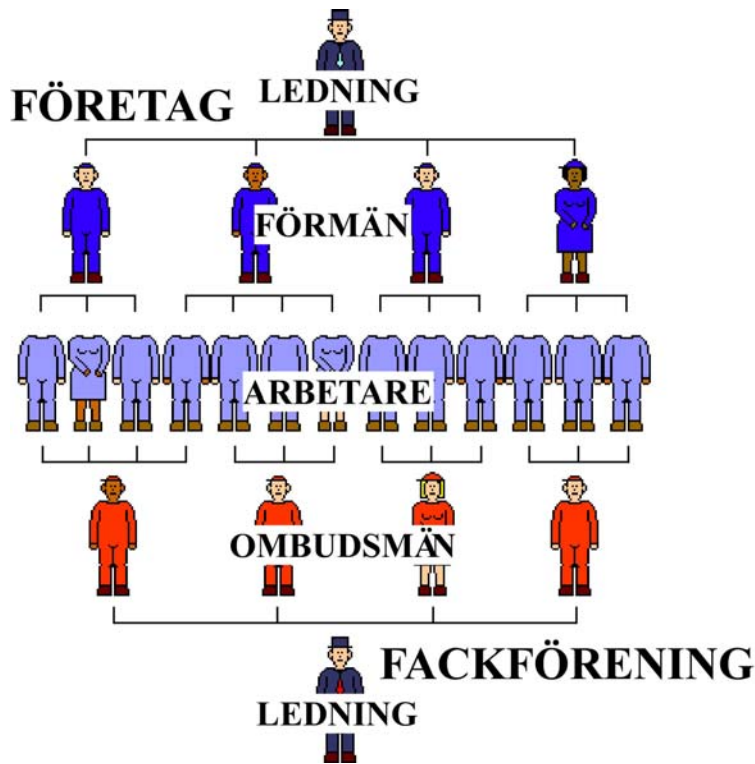
*‘Vi kallar vissa samhällen primitiva på grund av deras önskan att förbli i samma tillstånd som gudarna eller förfäderna skapade dem i tidernas begynnelse, med en demografisk balans som de vet hur de skall upprätthålla och en oföränderlig levnadsnivå skyddad av deras sociala regler och metafysiska tro.’*

*Det är min uppriktiga förhoppning att vi ska kunna komma ur vårt ‘primitiva’ tillstånd och att Kaizen-strategin sist och slutligen ska vinna tillämpning inte bara i affärsvärlden utan också i alla institutioner och samhällen över hela världen.*

Samhällsutvecklingen måste således byggas på föränderlighet — en levande organisation — istället för beständighet — en död organisation. Låt oss se närmare på hur den västerländska och japanska organisationsfilosofin skiljer sig åt.

I Västerlandet säger vi ofta att “ensam är stark” men i Österlandet gäller snarare att “ensam är död”. Vårt förhållande till andra människor och inställningen till oss själva visavi kollektivet skiljer sig alltså väsentligt mellan österländsk och västerländsk filosofi, vilket genomsyrar mycket i våra samhällen bl a konst, religion, medicin, natur och teknik.

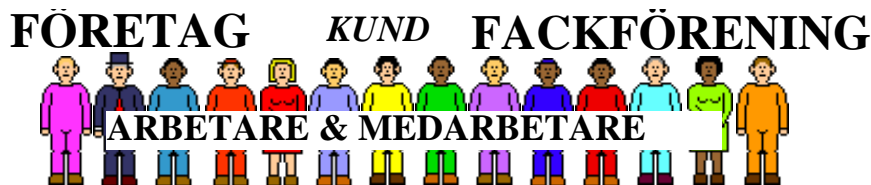
Den västerländska företagsmodellen kan förenklat beskrivas med fig. 13. Överst har vi företagsledningen och nederst har vi den fackliga ledningen—två poler i en maktkamp. Notera att arbetarna saknar huvuden, eftersom de inte anses kunna fatta egna beslut utan skall följa direktiv, från båda håll. Organisationen är starkt hierarkisk och bygger på kontroll och lydnad.



Figur 13 Den västerländska "dubbelpyramiden"

I Japan ser motsvarande system istället ofta ut som en pannkaka, dvs en platt organisation, där arbetarna och deras medarbetare, dvs ledningen för företaget och facket, samarbetar för verksamhetens utveckling, se fig. 14. Denna organisation maximerar också demokratin och intelligensen.

Demings regler ovan talar inte om förbud av fackföreningar eller förtryck, istället talar han om en öppen dialog, ett arbetarinflytande i produktionen och en organisation byggd på demokrati — maximal intelligens. Organisationer som fackföreningar och företagsledningar har inget självändamål utan skall vara ett medel för att maximera utbytet av ett samarbete. Det råd som många japanska industriledare ger till sina västerländska kolleger är att vistas mer på verkstadsgolvet — *gemba*, dvs att platta till pyramiden. Produktionen sker ju inte i direktionsrummen den sker på golvet och av arbetarna. På samma sätt måste samhällsplaneringen bygga på ett långt större inflytande av enskilda människor för att bli effektiv — mer intelligent och livskraftig.



Figur 14 Den japanska platta organisationen

För en japansk företagsledare blir härigenom arbetaren företagets viktigaste kapital — här finns företagets samlade kompetens och kreativitet. Detta har många konsekvenser för verksamheten, bl a är de japanska företagen ofta mycket breda i sitt produktsortiment, dvs de utnyttjar sitt kapital bättre. Ofta sker dagligen ett organiserat informationsutbyte inom företaget och arbetaren erbjuds ofta vidare utbildning för att öka företagets kompetens och konkurrenskraft.

I många japanska fabriker har man t o m gått så långt att arbetarna själva helt bestämmer om förändringar av produktionen. Filosofin är följande: om arbetaren själv genomför sina förändringar utan ledningens inblandning går förändringen snabbt och blir billig, skulle förändringen visa sig vara bra är det en *hit*, visar den sig vara en *flop* kommer den snabbt att justeras av arbetarna själva, systemet blir härigenom självstyrande och självförbättrande. Jämför med den ekologiska evolutionen där naturen med hjälp av enskilda individer prövar sig fram; ibland blir det bra, ibland blir det sämre, men i det långa

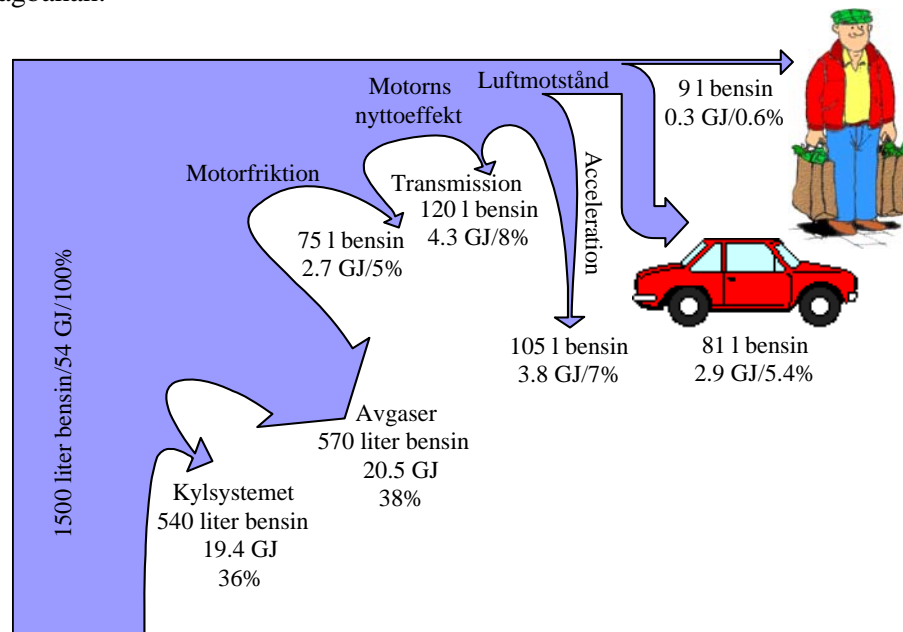
loppet blir det bättre. Eller som Darwin uttryckte det: *Survival of the Fittest*. Denna kraft till förändring som finns hos enskilda människor måste kanaliseras in i samhällsplaneringen för att ge samhället livskraft. Tack vare att ärlighet och hederlighet är en självklarhet i Japan prövar man redan en sk fakturalös ekonomi, dvs kunden betalar varan eller tjänsten automatiskt utan inblandning av administration och kontroll — dvs en mycket effektiv och resurssnål hantering.

Den rådande resurs- och miljösituationen tillsammans med den globala klyftan mellan rika och fattiga kräver en utvecklingsstrategi som karakteriseras av mångfald inte enfold. {Borgsström 1973} Det skulle t ex inte vara något större problem att med hjälp av etermedia och vanliga telefoner avsätta t ex varje söndag förmiddag för demokratiska beslut i de svenska folkhemmen. I framtiden kan varje hem utrustas för att enkelt förmedla folkviljan — utan ombud. Antagligen kommer Japan att gå före även på detta område. I Japan har man nämligen ofta en fungerande demokrati i praktiken — de verkliga besluten fattas ute bland människorna. Det är detta som vi i väst ibland uppfattar som en japansk beslutsvända. Många beslut i Japan måste nämligen föregås av en kollektiv process som bl a inbegriper medarbetarnas synpunkter och formuleringar av beslutet. I Japan *skapar man beslut* genom samverkan mellan människor medan man i väst *fattar beslut* enligt sk demokratisk ordning. I Japan prövar man redan sk teledemokrati, dvs att utnyttja befintliga kommunikationssystem i en verkligt demokratisk process. I väst har vi istället en demokrati på papperet, institutionaliserad i form av riksdag, nämnder och utskott — parlamentarism. I praktiken blir det få- eller enmansutredningar som inga vanlig människa kan ta del av och som klubbas vidare i hierarkin — allt i “demokratisk” ordning. Detta hyckleri måste ersättas av verklig demokrati om samhället skall ha en rimlig chans att bestå.

En aning om hur framtidens företag kommer att gestalta sig får vi i beskrivningen av “världens ovanligaste arbetsplats”. {Semler 1993} Här saknas varje form av traditionell Tayloristisk företagsorganisation. Möjliga framtida samhällen beskriver Patrik Engellau i sina böcker. {Engellau 1993 & 1994}

### Ett livskraftigt samhälle

Bilen svarar för den största exergiförbrukningen inom transportsektorn, vilket framgår av fig. 4 och 5. I fig. 15 återfinns exergiomsättningen för en bil som körs ca 1500 mil. Som vi ser sker stora förluster av exergi och endast en bråkdel eller ca 0.6% blir transportarbete, dvs används för att flytta personer eller varor. De mesta av arbetet används ju för att flytta själva bilen — 1000 kg stål etc. Arbeta eller exergi åtgår, som tidigare nämnts, för att accelerera en kropp samt för att motverka luftmotstånd och friktion mot vägbanan.



Figur 15 Exergiomsättningen för en bil som körs ca 1500 mil.

Exergiutbytet för bilen, som transportmedel är alltså ca 0.6 procent, dvs för att flytta en person 1500 mil med bil används 1500 liter bensin när utbytet endast är 0.3 GJ eller 9 l bensin. Dessutom "kostar" det ca 25 GJ exergi för att tillverka och underhålla en bil. Härtill kommer byggnation och underhåll av vägar. Det redan låga exergiutbytet blir alltså ännu lägre om man också tar hänsyn till "kringskostnaden". Här erbjuder cykeln och de kollektiva transportmedlen ett vettigt alternativ även i många andra avseenden — inte minst trafiksäkerheten. Transportbehovet kan också ses som resultatet av en inkompetent samhällsplanering. Genom ett bättre utnyttjande av våra hus och en större samordning av olika samhällsfunktioner blir många transporter onödiga, se skissen på huset i fig. 16, nedan.

Det största arbetet i en bilmotor går faktiskt åt till att "trycka undan" omgivning för att avgaserna skall få plats. Då bensinen som är en vätska övergår till gas i bilmotorn ökar dess volym betydligt. Denna volymökning innebär att avgaserna tar mer plats än den ingående luften och bensinen, och volymändringen gör att omgivningen måste tryckas undan. Att trycka undan 1 m<sup>3</sup> erfordrar ett arbete — en exergi — av 100 000 J eller 30 Wh.

För en elbil skulle motsvarande effektivitet bli ca 1.5% om vi räknar med samma massa för själva bilen, dvs en fördubbling av utbytet jämfört med bensinbilen. Om elen produceras i fossileldade värmekraftverk blir vinsten däremot försumbar. Valet av elproduktionsanläggning är således viktig, vilket talar till vindkraftens fördel. För en elmoped, som ju även kan göras täckt, blir effektiviteten ännu bättre eller ca 10% om mopeden görs lätt. Ett eldrivet fordon kan dessutom förses med bromsar som genererar elektricitet för laddning av batterierna, vilket ytterligare förbättrar effektiviteten. En vanlig cykel framstår dock som det helt överlägsna transportmedlet på land för kortare sträckor. Dessutom ger det nyttigt motion, vilket är viktigt för den rika världens ofta övergödda människor.

De typiska 50-tals husen har många fördelar — de erbjuder ett vettigt mellanting mellan höghus och villa — och skulle med enkla medel kunna byggas om till hus i ett resurssnålt och miljövänligt samhälle, se fig. 16.

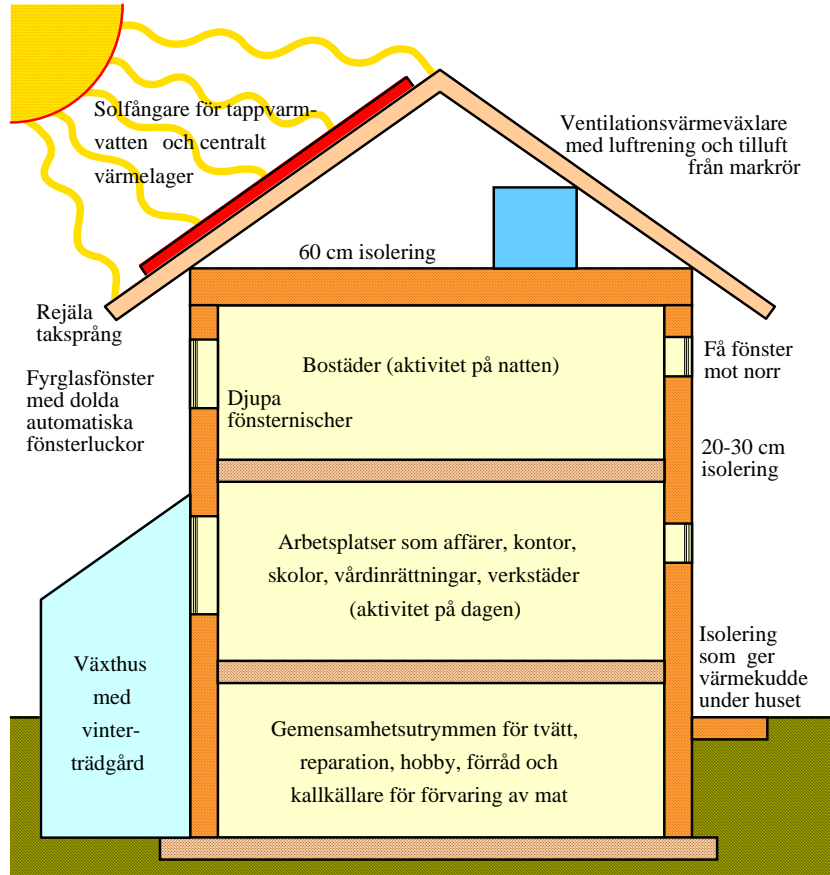
Ordentlig värmeisolering och ombyggnad av flerfamiljshus skulle innebära att behovet av energiresurser minskade samtidigt som fler arbeten skulle erbjudas just där människor bor. En ombyggnad enligt fig. 16 — innebär att behovet av uppvärmning och transporter reduceras till ett minimum — våra hus skulle t o m kunna producera värme i överskott från solfångare på taken. På Rundradiogatan 12 i Göteborg har man kommit en bit på väg med ett 3-vånings smalhus från 1953. Med hjälp av ett sinnrikt solfångarsystem och luftkanaler i fasaden har man reducerat uppvärmningsbehovet med en tredjedel. {Nordström 1987} I mitt eget hus har jag sänkt uppvärmningsbehovet radikalt med hjälp av fasta fyrglasfönster och tilläggsisolering; 40 cm i väggar och 60 cm i tak.

Dagens hus är ett bra exempel på hur bristen på exergitänkande och helhetssyn innebär allvarliga konsekvenser för resursförbrukningen och miljöförstörelsen. Bostaden har en central roll i vårt samhälle. Den utgör bl a ett skydd mot regn och kyla och en samlingsplats för familjen och innebär värme och trygghet. Men den kommersialisering som utarmat det mesta i vårt samhälle allt ifrån julfriden till sexualdriften har även drabbat bostaden och huset. Tidigare kunde varje bondson bygga sitt eget hus utifrån de material och förutsättningar som stod till buds — resurseffektivt och miljövänligt. Idag bygger vi hus som ofta inte ens klarar de mest elementära kraven på hygien — "sjuka hus". Moderna hus tenderar också alltmer att bli konsumtionsvaror med en allt kortare livslängd. Förr utsmyckade vi också våra hus, förmodligen utan att ens fundera över lönsamheten — snickarglädje eller kultur kallas det idag. Idag genomsyras nästan allt vi gör av krav på lönsamhet. Ibland till den grad att våra behov att utföra känslomässigt engagerande handlingar, utan minsta tanke på lönsamhet, tar alltmer absurda uttryck. Vi lagar den industriellt framställda snabbmaten i mikrovågsugn för att hinna i tid till bingolokalen eller solariet. Kort sagt ett hus borde stå för mycket mer än en kapitalplacering.

Utformningen av våra bostäder och vår närmiljö utgör grunden för hur vårt samhälle kommer att fungera i stort. Efter andra världskriget har vi flyttat isär samhällsfunktioner som bostad, arbete, skola, affärer och vård till allt större enheter. Detta har i sin tur inneburit att bilen och privata transporter fått en allt mer dominerande roll i samhället. Det är inte ovanligt med två timmars bilresa per dag för att klara livets nödtröft. Resursanvändningen har härigenom ökat, men också slöseriet, vilket förklarar den stora ökningen. Resursanvändningen kan alltså minskas genom att återskapa närheten till arbete och service. Våra hus kan t ex, som tidigare, rymma fler samhällsfunktioner i samma byggnad. Dessutom bör husen vara välisolerade och av högre kvalitet. Jag tror att de flesta människor vill bo i ett mellanting mellan



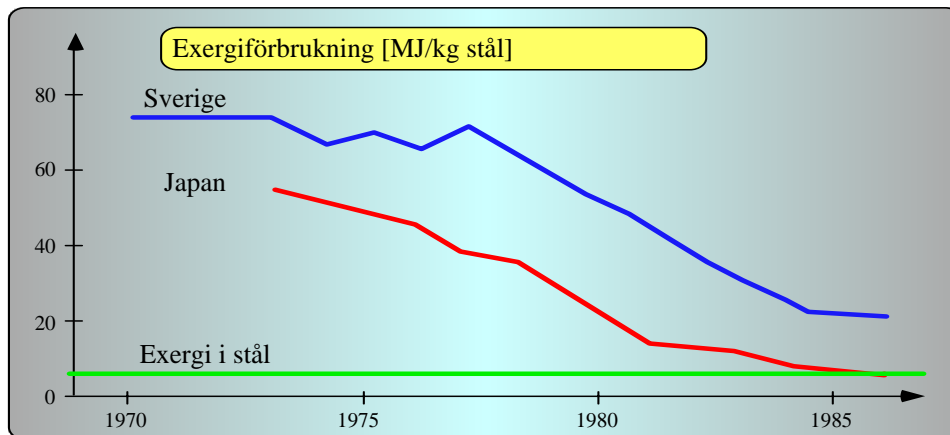
höghus och villa. Två- till trevånings flerfamiljshus, enligt fig. 16, med närhet till arbete, natur och service tror jag tilltalar folk mer än många av dagens alternativ.



Dessutom:

- Jäsning eller kompostering av humanavfall och köksavfall
- Avfallsåtervinning genom separation av papper, glas, metall, plast etc
- Planteringar av nyttoväxter som fruktträd och bärbuskar
- Boendeinflytande, mm

Figur 16 Hus för ett resurssnålt och miljövänligt samhälle.



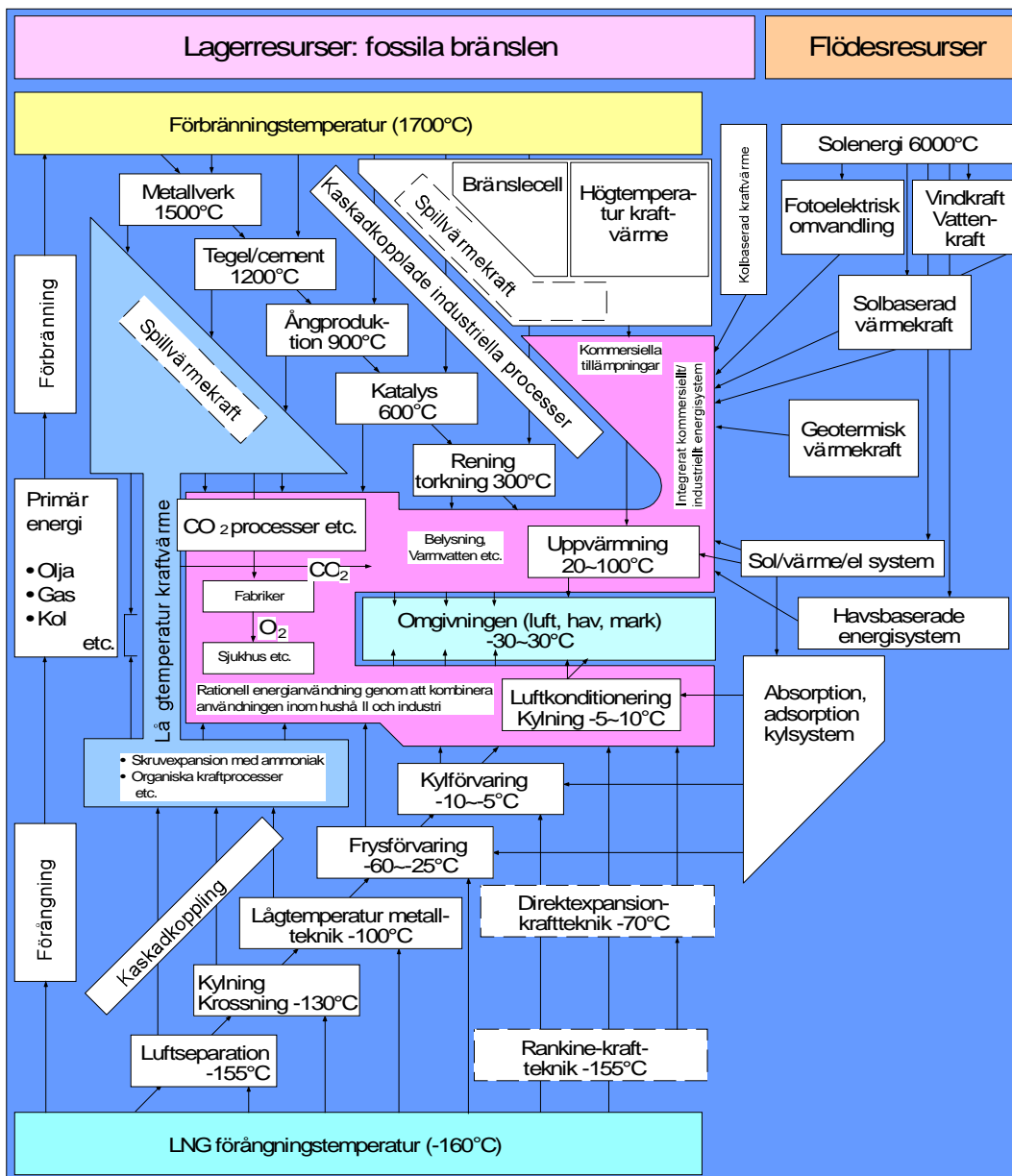
Figur 17 Exergiförbrukningen vid stålproduktionen i Sverige och Japan.

Industrin har under de senaste åren effektiviserats genom en massiv satsning på energibesparande åtgärder. Så har t ex energiåtgången för varor som stål och papper minskat avsevärt. Svensk industri

omsätter trots detta omkring dubbelt så mycket energi i sin stålproduktion som den japanska, se fig. 17, där utvecklingen i Sverige och Japan för stålproduktionen jämförs. Som vi ser är svensk stålindustri ca 5 år efter den japanska, som är effektivast i världen och idag nått under gränsen för exergin i stål, genom ökad återanvändning av skrot, se fig. 17.

En större mängd arbete kan utvinnas ur en given värmemängd vid hög temperatur än vid låg temperatur eftersom exergin ökar med temperaturen, enligt Carnot. (Förutsatt naturligtvis att temperaturen överstiger omgivningstemperaturen.) Och som vi sett innebär det stora exergiförluster och onödig miljöpåverkan då bränslen eller el används för att direkt omvandlas till rumsvärme. Energiverkningsgraden må vara 100%, men exergiverkningsgraden är ofta långt mindre än 5%.

I Japan görs därför idag stora ansträngningar för att anpassa industrins värmebehov till rätt temperaturnivå, även under omgivningens temperatur, som för flytande gas (LNG). LNG lagras vid  $-160^{\circ}\text{C}$  och förångas vanligen med havsvatten, vilket medför stora exergiförluster då den kalla gasen värms till omgivningstemperatur. Denna exergi skall istället utnyttjas av industrin. Genom att kaskadkoppla verksamheter enligt fig. 18 {Kashiwagi 1990} kan samma energi utnyttjas flera gånger, dvs exergin tillvaratas optimalt.



Figur 18 En integrerad resursomsättning baserad på ett högt exergitbyte och flödesresurser.



Låt oss först betrakta produktionsprocess 1. Företaget "producerar" ett fysiskt värdeflöde  $P_1$  och ett utsläpp till miljön  $W_1$ , samtidigt som det konsumerar lagrade resurser  $D_1$ . Dessutom utbyts ekonomiska värden  $T_1$  och  $S_1$  med skatteorganisationen. Dessa värden måste täckas via en extra kostnad som belastar produkten,  $C_1$ , där  $C_1 = T_1 - S_1$ . Låt oss nu beräkna exergin i  $W_1$  och  $D_1$  och beteckna dessa,  $E_{D1}$  respektive  $E_{W1}$ . Ansätt nu en skatt  $T_1$  som är en funktion av dessa exergier, dvs  $T_1(E_{D1}, E_{W1})$ , t ex en enkel summation,

$$T_1 = k_{D1}E_{D1} + k_{W1}E_{W1},$$

där  $k_{D1}$  och  $k_{W1}$  är konstanter med enheten SEK/J, vilka alltså omvandlar exergin till ekonomiska värden. Exergin ges alltså ett ekonomiskt värde vilket är viktigt, som vi snart skall se. Härigenom beskattas företaget i relation till exergiuuttaget av lagrade resurser och exergibelastningen på miljön. Att välja just exergi som bas för beskattningen är viktigt av flera skäl. Exergin kan entydigt beräknas vid de givna naturliga förutsättningarna, som också kan beslutas genom internationella överenskommelser. Smärre variationer för dessa har också liten betydelse för exergin. Exergin är relaterad till dels användbarheten för den utnyttjade resursen, samt till dess betydelse i naturen, dels vad det "kostar" naturen att skapa den dels vad den åsamkar naturen då den hamnar där som avfall. Exergin är dessutom alltid ett positivt värde då vi har en avvikelser från den naturliga omgivande miljön. Låt mig ta två exempel för att illustrera detta.

Antag att ett företag använder stora mängder kylvatten i sina process. Vattnet tas direkt ur en flod, passerar genom processen och återförs floden nedströms. Det enda som händer med vattnet är att temperaturen stiger 5°C. Omsättning av massa och energi är betydande, kanske tusentals ton och milliontals Joule per timme. Men exergin såväl som effekten på miljön är relativt begränsad varför företaget betalar en låg skatt för sitt utsläpp till miljön. Antag att ett annat företag använder mycket små mängder av en tungmetall. Små mängder av metallen hamnar i den omgivande miljön, kanske några gram per dag. Utsläppet av massa och energi är således försumbart, men exergin däremot kan vara betydande då metallen är mycket sällsynt i naturen. Genom att den representerar en stor kontrast i naturen har den också mycket exergi, vilket företaget alltså beskattas för. Eftersom metallen också bryts av företaget i en gruva beskattas även denna verksamhet. Denna beskattning måste alltså företaget ha täckning för då varan erbjuds på marknaden.

Varje vara belastas således med en extra kostnad, pga denna beskattning, vilken följer varan under dess livscykel och slutkonsumenten blir alltså den som till slut får stå för hela kostnaden, dvs  $C_0 = T_1 + T_2 + T_3 + \dots - S_1 - S_2 - S_3 - \dots$ . Därtill kommer bidraget från den egna miljöbelastningen,  $T_0 - S_0$ . Således påminner denna beskattning om principen för mervärdesskatt, där mervärdet i produktionen beskattas och konsumenten blir den som till slut står för hela kostnaden. Varje företag får alltså kvitta sin utgående mot ingående mervärdesskatt, vilket innebär att de bara betalar skatt på mervärdet, vilket betalas av kunden. På motsvarande sätt kan alltså företag som satsar på resurssnåla och miljövänliga processer stimuleras genom bidrag eller lån från den överstatliga exergiskattemyndigheten.

Genom att företagen tvingas betala en extra kostnad för lagrade resurser och miljöutsläpp kan t ex avfallsföretag profitera på att ta hand om avfall till en lägre kostnad än "avfallsskatten"  $W$ . Om de oskadliggör "avfallet" befrias de ju från skatt eftersom de inte släpper ut någon exergi. Om de dessutom klarar av att omvandla avfallet till råvaror med en lägre kostnad än vad motsvarande lagrade resurser kostar på marknaden inklusive skatt, så kan de profitera på att resursutarmningen minskar. Dessa företag, som alltså omvandlar avfall till råvaror, fungerar alltså i princip på samma sätt som destruenterna i det ekologiska systemet, se fig. 9, och därigenom sluter de kretsloppen i samhället. Om dessa företag kan utveckla tekniker för att "gömma undan" dvs tvätta ut allvarliga gifter i naturen, på samma sätt som ett ekologisk system så bör det naturligtvis stimuleras. Det är således viktigt att exergiskatten inledningsvis används för att ge dessa destruktionsföretag möjlighet att utvecklas och etablera sig på marknaden.

Ytterligare en aspekt som gör denna skatt tilltalande är att ett företag som inte belastar de lagrade resurserna eller miljön med avfall slipper exergiskatt. Denna skatt stimulerar således samhället mot en miljövänlig riktning.

## Epilog

Alla levande system befinner sig i ett flöde av exergi, i form av energi, materia och/eller information. De mottar exergirika flöden och avger exergifattiga flöden. Resultatet blir en nettotillförsel av exergi, vilket håller systemet vid liv och skapar livskraft. I levande organismer från enskilda celler till det globala samhället används exergi för att driva metaboliska processer och för att upprätthålla och utveckla strukturer från molekylnivå och uppåt. Det är därför viktigt att förstå hur exergi omvandlas. Exergibegreppet bör alltså vara användbart inom all beskrivning av sådana system.

De metaboliska processerna i samhället beskrivs vanligen inom ekonomin men även inom övriga samhällsvetenskaper. Även dessa processer drivs med exergi. Samhällsvetenskapliga och ekonomiska studier av samhällen borde därför kompletteras med studier av exergiomsättningen.

Exergi är ett naturvetenskapligt begrepp som kan användas för att beskriva och förstå den verklighet vi lever i. Oklara begrepp som energi och bristande konventioner kan förhindra eller fördröja att viktiga resursproblem angrips på ett rationellt sätt. Exergibegreppet är ingen omedelbar lösning på resursförsörjningen och miljöproblemen utan ett nödvändigt hjälpmedel för att rätt beskriva resursomsättningen i samhället. Det mänskliga samhället måste leva i harmoni med naturen och mänsklig verksamhet måste anpassas till omgivningen. Kunskaper i ekologi är därför också nödvändiga för att klara denna anpassning, men också för att förstå de oändliga möjligheter till utveckling och livskraft som naturen erbjuder.

Alla resursuttag och miljöutsläpp påverkar naturen och denna påverkan är starkt kopplad till exergin i uttaget eller utsläppet. Exergibegreppet är därför ett mycket värdefullt hjälpmedel i samhällsplaneringen, och en exergibeskattnings av resursuttömning och miljöutsläpp kan vara ett första steg mot ett livskraftigt samhälle. {Wall 1992 b}

Låt därför 90-talet bli ett decennium av eftertanke, självrannsakan och kompetensuppbyggnad. Låt den militära eran, som karakteriseras av ett organiserat vansinne, gå mot sitt slut genom en global nedrustning. Genom att rusta oss med begrepp som exergi, genom att lära oss ekologi och genom att lägga grunden för verklig demokrati har vi bättre förutsättningar att skapa ett livskraftigt samhälle.

## Referenser och litterertips

- Adler-Karlsson, G. (1975) *Lärobok för 80-talet*, Prisma, Lund.
- Adler-Karlsson, G. (1990) *Lärobok för 90-talet*, Prisma, Stockholm.
- Alfvén, H., ((1975) *Kärnkraft och atombomber*, Aldus, Stockholm, ISBN 91-0-040986-3.
- Bergström, M. (1991) *Barnet — den sista slaven*, Seminarium Förlag.
- Borgström, G. (1973) *Focal Points - A Global Food Strategy*, Macmillan, New York eller *Brännpunkter*, Trevi 1975.
- Boulding, K. (1950) *A Reconstruction of Economics*, Wiley, New York se även *The Economics of the Coming Spaceship Earth i Environmental Quality in a Growing Economy*, red. Jarret, H., Baltimore, John Hopkins Press, s. 3-14 (1950).
- Brunsson, N. (1989) *The Organization of Hypocrisy*, Chichester: John Wiley.
- Brunsson, N. (1990) "Det organiserade hyckleriet", *Tvärnsnitt*, s. 55-60.
- Burenhult, G. (1989) *Kärlekens öar, möten med Kulafolket på Trobriandöarna*, Wiken, ISBN 91-7024-550-9.
- Chomsky, N., (1999) *Makt, Lögner och Motstånd*, Ordfront, ISBN 91-7324-601-8.
- Cohen, L. (1992) *The Future* (music record), Sony Music Entertainment Inc.
- Cottrell, F. (1955) *Energy and society. The relation between energy, social changes and economic development*, Mc Graw-Hill, New York.
- Deming, W. E. (1982) *Out of the Crisis*, Cambridge Univ. Press.
- Delin, Staffan (1994) *Det rationella paradiset*, Konsumentverket, ISBN 91-7398-485-X.
- Delin, Staffan (1996) *I den bästa av världar*, Brain Books, ISBN 91-88410-47-1.
- Edris, K-E (1987) *Vision eller Vanmakt? En tolkning av den västerländska civilisationens historia*, Hallgren och Fallgren.
- Engellau, P., red. (1993) *Charta nova — politik för entreprenörskap och nya jobb*, Medborgarnas offentliga utredningarna 1993:2.
- Engellau, P. (1994) *Molnstoden — en vision för svenska folket*.
- Gaggioli, R. A., ed. (1983) *Efficiency and Costing*, ACS Symposium Series 235, American Chemical Society, Washington, D.C.
- Georgescu-Roegen, N. (1971) *The Entropy Law and the Economic Process*, Cambridge, Harvard Univ. Press se även *Southern Economic Journal* **41**, Chapel Hill, N.C. (1975).
- Hornborg, A. (1989) "Imperialismens termodynamik", *Tvärnsnitt*, nr. 4, s. 32-41.
- Imai, M. (1986) *KAIZEN – The Key to Japan's Competitive Success*, The KAIZEN Institute, Ltd.
- Janzon, L., övers. (1988) *Papalagi — Den vite mannen* tal av söderhavshövdingen Tuiavii från Tiavea, bokförlaget Korpen.

- Kashiwagi, T. (1990) "Present Status and Future Prospects of Advanced Energy Technology for Solving Global Environmental Problems", *Europe – Japan The Global Environmental Technology Seminar 1990*, JETRO, Stockholm.
- Kåberger, T. (1991) "Att beskriva resurshantering", Fysisk resursteori, Chalmers, Göteborg.
- Ljungberg, T., (1991), *Människan, kulturen och evolutionen - ett alternativt perspektiv*, Exiris, ISBN-91-971514-0-8.
- Lindgren, Gunnar, (1993) *Arvet — avfall, kretslopp och framtid*, Tidens förlag.
- Lovelock, J. E. (1988) *The Ages of Gaia: a Biography of Our Living Earth*, Oxford University Press.
- Lundberg, B. och Abram-Nilsson, K. (1988) *Synvänder – om naturen, människan och helheten*, LTs förlag.
- Malaska, P. (1989) "Nature-Oriented Technology", Turku School of Economics and Business Administration, Finland.
- Morgan, Marlo (1997) *Budskap från andra sidan*, Strömberg.
- Mullback, Lars (1997) *Anklagelser – en stridsskrift*, Häggblunds, ISBN 91-7123-064-5.
- Ny Teknik • Teknisk Tidskrift 1991:36, s. 12-14, Stockholm.
- Nørretranders, Tor (1991) *Märk världen – En bok om vetenskap och intuition*, Bonnier Alba, ISBN 91-34-51558-5.
- Onsell, Birgitta (1994) *Efter tusen år av tystnad ...*, Carlsson, ISBN 91-7798-857-4.
- Persson, Lars (1982) *Lyssna, vite man! Indianska skrifter och tal riktade till erövrarna 1470-1976*, Norstedt & söner, ISBN 91-1-813261-8
- Pirsig, R. (1974) *Zen and the Art of Motorcycle Maintenance*, New York, Morrow Publisher.
- Pirsig, R. (1992) *Lila: An Inquiry into Morals*, Bantam Press.
- Quinn, D. (1992) *Ishmael*, Bantam.
- Saul, J. R., (1997) *Den omedvetna civilizationen*, Daidalos ISBN 91 7173 073 7.
- Semler, R. (1993) *The Maverick*, svensk översättning: *Historien om världens ovanligaste arbetsplats*, Liber-Hermods.
- Squires, A. M. (1986) *The Tender Ship — Governmental Management of Technological Change*, Birkhäuser.
- Tiberg, N. (1993) *Kretslopp i stället för forskningande flöde*, Svenska Naturskyddsföreningens årsbok.
- Tribus, M. (1987) *Quality First*, National Society of Professional Engineers, Washington och Tribus, M., "Deming's Way", *Mechanical Engineering*, s. 26-30, Januari 1988.
- Tribus, M., Hicks, T., Polk, L. M., Wild, O. (1992) *Simple as A B C*, presentation vid National Forum, 29 april, British Deming Association.
- Thorén, Bengt (1997) *Det dubbla sveket – ett ekologiskt perspektiv på internationellt bistånd*, Ad Astra, ISBN 91 87598 12 4.
- Wall, G. (1990 a) "Exergilära", kompendium, ISBN 99-2264397-9 (beställes direkt från författaren).
- Wall, G. (1990 b) "Ta miljöproblemen på allvar!" *Miljö i Sverige*, vol. 18, nr. 7, s. 28, 1990 och *Sveriges Natur*, vol. 82, nr. 1, 1991 en förkortad version i *Vestmanlands läns tidning*, 5 januari 1991, s. 2.
- Wall, G. (1991) "Sverige/Japan — en skrämmande jämförelse", presentation vid konferensen "Den krackelerande välfärdsstaten", 6 november 1991, Gävle. Förkortade versioner av denna presentation har också publicerats i Göteborgs Posten 1991-12-12 och Ny Teknik • Teknisk Tidskrift 1992:1-3, s. 2 och 1992:12, s. 2, Stockholm.
- Wall, G. (1992 a) *Exergi och helhetssyn — en tillämpning på Göteborg*, underlagsmaterial 6:92 till översiktsplan för Göteborg, Stadsbyggnadskontoret, Göteborg.
- Wall, G. (1992 b) *Exergi, helhetssyn och intelligens — en tillämpning på Västerås*, forskningsrapport för Statens energiverk, Stockholm.
- Wall, G. (1993) *Exergy, Ecology and Democracy — Concepts of a Vital Society*, presenterad vid ENSEC'93, International Conference on Energy Systems and Ecology, 5-9 Juli, 1993, Krakov, Polen, publicerad i Szargut, J., et al., red., Proc. of ..., s. 111-121.
- Wirén, E. (1990) *Naturresurserna och den regionala planeringen*, rapport 90:7, Forskningsrådsnämnden, Stockholm.