



Göran Wall

ETT RESURSSNÅLT HUS OCH SAMHÄLLE

AV GÖRAN WALL, CHALMERS

Detta är den avslutande artikeln i en serie om tre. Den första artikeln presenterade exergibegreppet och i den andra artikeln tillämpade jag detta på resursomsättningen i det svenska samhället. Mot bakgrund av detta skall jag nu beskriva hur vi skulle kunna bygga ett tryggare samhälle med hänsyn till resursförsörjning och miljö.

Teknikutvecklingen handlar idag mer om eleganta bilkarosser än nya effektiva transportsystem eller kosmetisk husdesign istället för välisolerade och välbyggda hus och den militära tekniska utvecklingen gränsar idag till rent vainsinne. Den tekniska forskningen och utvecklingen har i många fall fastnat i detaljstudier utan något perspektiv på helheten. Detta illustrerades tydligt i exemplet med resurskedjan: kärnkraft – elektricitet – bostadsvärme i den föregående artikeln. Forskningen och utvecklingen bör också till någon del behandla systemaspekter. Idag är den nästan enbart inriktad på avgränsade teknikområden dvs förbättringar av enskilda komponenter. En mer övergripande analys av energiomsättande system kopplat till den omgivande miljön innebär en större överblick och ibland nya oönskade lösningar på gamla problem. En alltför massiv satsning på komponenter istället för systemaspekter kan i olyckliga fall också leda till att nya effektivare lösningar hålls tillbaka.

Följande två exempel visar klart vad en alltför begränsad överblick kan innebära (Andersson, 1981):

(1) När Gustav III ville skic-

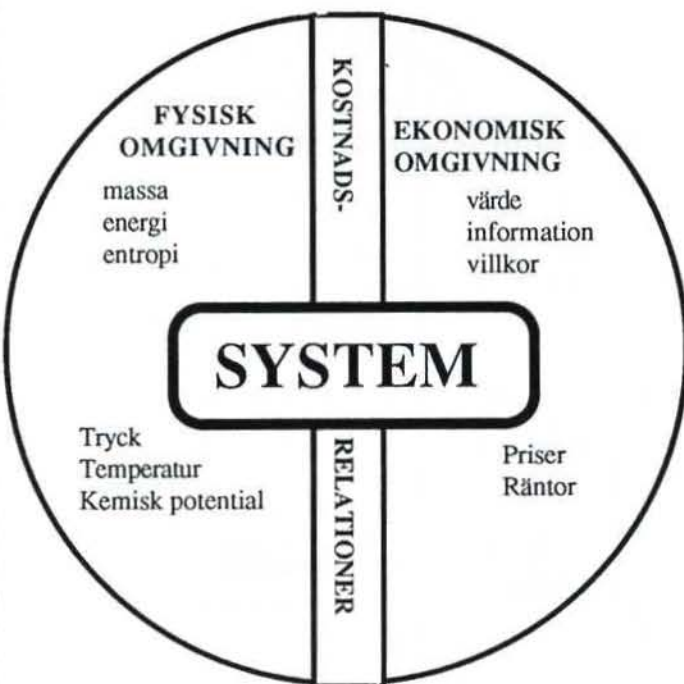


Fig 1 Systemet i två omgivningar

ka ett meddelande var det självklart att tänka sig en kurir på löddrig springare. Ett forskningsprogram för att få fram bättre kommunikationer skulle alltså ha inneburit satsning på förbättrad hästavel. En energianalys av funktionen att sända meddelande från t ex Stockholm till Göteborg skulle ha resulterat i en studie av hästars matvanor. Men så små-

ningom insåg man att varken häst eller kurir var nödvändiga för att överföra ett meddelande. Man insåg t o m att inte ens själva brevet dvs papper och bläck var nödvändiga. Man började experimentera med optiska telegrafkedjor och så småningom telegrafi med kabel och idag även med satellit. (2) När vi idag skall uppskatta energibehovet för att

klyva en stock till bräder utgår vi från att stocken skall sågas. När priset på drivmedel stiger börjar vi undersöka om processen kan förbättras genom att välja en motor med högre verkningsgrad för att driva sågklingan. Vi konstaterar att man vanligtvis har elmotorer med en verkningsgrad på ca 90% och att det alltså inte går att åstadkomma mer än 10% förbättring. Men klyvning innebär i naturvetenskaplig mening att man åstadkommer två snittytor som man skiljer så mycket att attraktionkrafterna blir försumbara dvs några atomdiametrar. Om man räknar med att trä har en brottgräns på 10^4 N/cm^2 och att man behöver skilja ytorna $3 \times 10^{-9} \text{ m}$ (10 ggr diametern på en vattenmolekyl) åtgår mindre än 0.3 J för att klyva en stock som är 5 m lång och som har en diameter av 20 cm. 1 kWh borde alltså räcka för att klyva ca 10 miljoner stockar. Men med en såg frilägger man inte bara snittytor utan också ytan runt varje sågspån. Resultatet blir att vi, i bästa fall sågar 300 stockar i timmen med en motor på 10 kW dvs 30 stockar per kWh. Det är alltså inte så att vi kan minska behovet av energitillförseln med högst 10%. Vi kan minska behovet med mer än 5 tiopotenser om vi finner

bättre metoder än sågning som klyvningsmetod.

Termoekonomi — ett exempel på systemtänkande

En metod som på ett avgörande sätt bryter detta mönster är termoekonomi. Myron Tribus och Yehia M El-Sayed, tidigare vid M.I.T., numera verksamma i företaget Exergy Inc, har under ett flertal år utvecklat en metod de kallar "Thermoeconomics", vilken optimerar kostnaden vid rådande termodynamiska villkor. Metoden har med stor framgång tillämpats på industriella processer inom processindustrin. Syftet med termoekonomi är att förbättra analyser av system genom att introducera möjligheter att samtidigt föreslå förbättringar av det analyserade systemet. Myron Tribus motiverar bl a metoden på följande sätt:

"It is much more important to be able to survey the set of possible systems approximately than to examine the wrong system exactly. It is better to be approximately right than precisely wrong."

Utgångspunkten är att betrakta ett system omgivet av dels en fysiskt, dels en ekonomisk omgivning, se figur 1. Den fysiska omgivningen beskrivs med hjälp av tryck, temperatur och kemiska potentialer för aktuella ämnen. Den ekonomiska omgivningen beskrivs av priser för aktuella varor och räntor för lån.

De båda omgivningarna binds samman genom kostnadsrelationer som beskriver hur kostnaderna beror av fysiska storheter.

Kort kan metoden beskrivas på följande sätt:

1 Upprätta en koncis beskrivning av den studerade processen.

2 Definiera systemet, systemgränserna, olika systemzoner, komponenter etc (detaljerat flödesschema alternativt skiss av processen).

3 Definiera den fysiska omgivningen, alternativt den lokala fysiska omgivningen.

4 Ange källor för termodynamiska data.

5 Upprätta en termodynamisk beräkningsalgoritm

med klart identifierbara in- och utflöden. Denna baseras på bl a material- och energibalanser för systemet. Denna skall utgöra en fullständig (under angivna förutsättningar) termodynamisk beskrivning av systemet.

6 Ange kostnadsfunktioner för de aktuella zonerna eller komponenterna samt ange systemets målfunktion (potimeringsvillkor).

7 Beräkna exergiflödena i processen och ange entropikällorna dvs var exergin går förlorad i systemet. Relatera sedan dessa förluster till in- och utflödet av exergi.

8 Beräkna värdeflödena (baserade på internpriser) i processen.

9 Ange eventuella förslag, baserade på punkt 7 och 8, till förbättringar av systemets konfiguration och justera berörda relationer (punkt 5).

10 Genomför en optimering av processen.

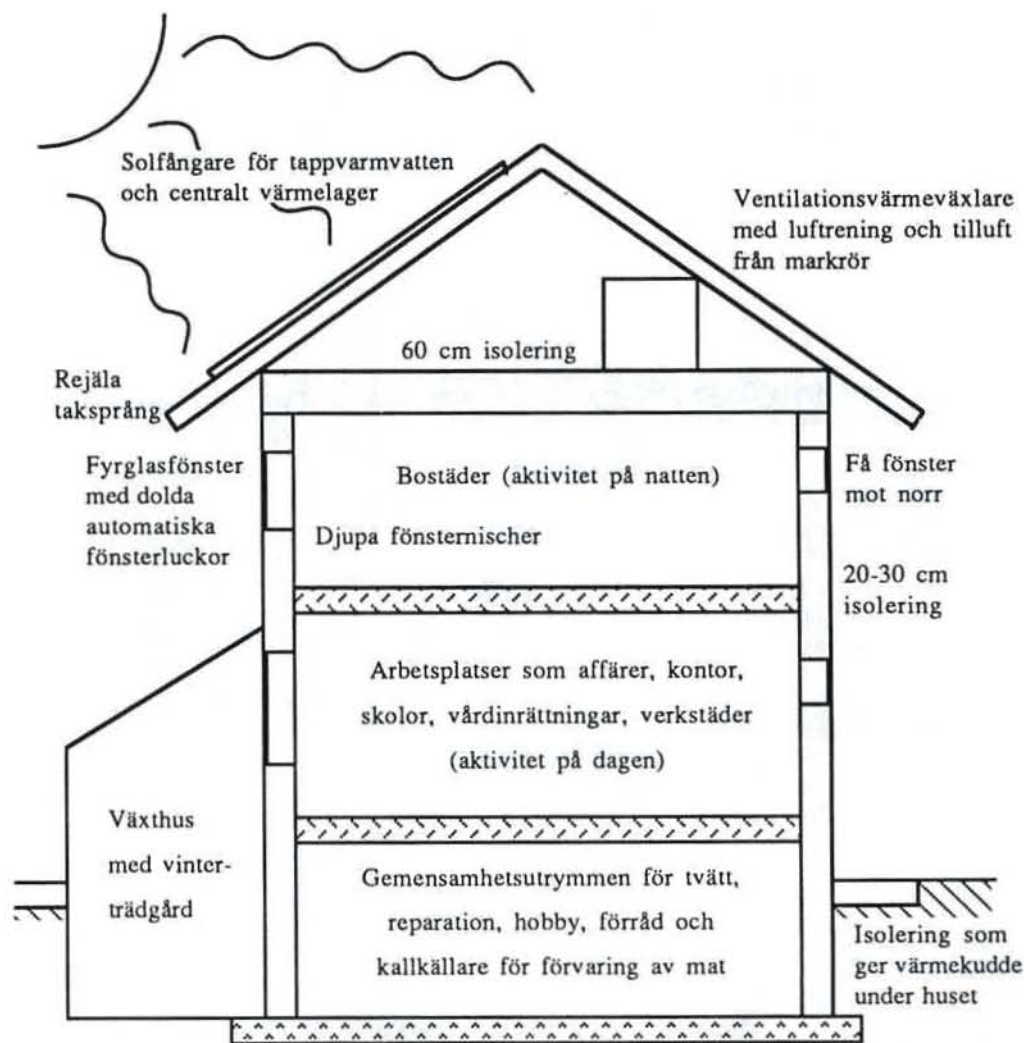
11 Genomför en känslighetsanalys.

12 Föreslå förbättringar och forsknings- och utvecklingsinsatser.

Denna arbetsmetod är i de inledande delarna naturligtvis självklar och allmänt vedertagen. Den viktigaste förbättringen är introduktionen av omgivningen och dess effekter på processen. Exergibegreppet, som då kan tillämpas, ger då bl a möjlighet att beräkna de tekniska förlusterna i systemet (punkt 7).

En ingenjör som konstruerar ett system förväntas eftersträva högsta möjliga tekniska effektivitet till lägsta kostnad under rådande tekniska, ekonomiska och juridiska villkor (ibland även med hänsyn till etiska, ekologiska och sociala konsekvenser). Vid detta arbete skall iaktas möjligheter till:

- Olika drifttillstånd (olika tryck, flöden, etc)



- Dessutom:
- Återvinning av humanavfall som kompostjord till växthus
 - Avfallsåtervinning genom separation av papper, glas, metall, plast etc
 - Planteringar av nyttoväxter som fruktträd och bärbuskar
 - mm

Fig 2 Förslag till ett hus för ett resurssnålt samhälle

• Olika konfigurationer (tillförsel alt borttagande av komponenter, omflyttningar, etc)

• Olika syften (bioprodukter, spillvärme för avsalu, etc)

• Olika omgivningar (ändring av omgivningsvillkor, energipris, miljökrav, etc)

Termoekonomi är en analysmetod som väsentligt underlättar detta arbete. Själv har jag tillämpat metoden på en enkel modell av en värmepump varvid drivkällan (elmotorn) visat sig vara den intressantaste komponenten (Wall, 1986).

Huset — en viktig komponent i ett resurs- snålt samhälle

Dagens hus är ett annat exempel på hur bristen på helhetssyn och systemtänkande innebär allvarliga konsekvenser för samhällets resursomsättning. Bostaden har en central roll i vårt samhälle. Den utgör bl a ett skydd mot regn och kyla och en samlingsplats för familjen. Den står för värme och trygghet i vårt samhälle. Men den kommersialisering som utarmat det mesta i vårt samhälle allt ifrån julfriden till sexualdriften har även drabbat bostaden och huset. Tidigare kunde var bondson bygga sitt eget hus utifrån de material och förutsättningar som stod till buds. Idag bygger vi hus som ibland inte ens klarar de mest elementära kraven på hygien. 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. Det var "hjärtat" som fick styra. 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. Kort sagt ett hus står 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 en-

heter. 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 nödtorft. 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 med närhet till arbete, natur och service tror jag tilltalar folk mer än dagens alternativ. Några idéer till hur detta skulle kunna göras redan idag finner du i figur 2.

Dagens ekonomi och politik — ett hinder för resurshushållning

Ett bekymmer i detta sammanhang är en ibland begränsad förmåga att i vissa fall inte se skillnad på kostnader av olika slag i skilda sammanhang. Låt oss ta följande exempel: en krona investerad i energibesparande åtgärder eller samma krona till olja för uppvärmning. Det första fallet innebär att kronan stannar inom landet som löner och investeringar. En fortsatt oljekonsumtion betyder ökade utlandsskulder och sämre miljö. På sikt innebär detta också kostnader som vi ännu inte tycks bry oss om. Enkla kostnadskalkyler har således lite med planeringen av ett lands resurshushållning att skaffa.

Ett annat exempel är politikernas tafatta försök att spara resurser genom att spara in på arbetet. Samhällets budgetunderskott kan endast minskas genom att spara på samhällets utgifter inte genom att arbeta mindre dvs minska lönekostnaderna genom att friställa arbetskraft. Samhällets stora utgifter är i detta sammanhang importerade resurser som olja och uran. Samhällets oförmåga att utnyttja den viktiga resurs som medborgarnas arbetskraft innebär är bara en annan form

av slöseri. En person kostar dessutom samhället mer som arbetslös förutom att det innebär ett fruktansvärt personligt lidande.

En massiv satsning på energibesparingsåtgärder som isolering av flerfamiljshus skulle innebära att behovet av energiresurser minskade samtidigt som fler arbeten skulle erbjudas just där människor bor. En ombyggnad enligt figur 2 innebär att behovet av uppvärmning och transporter reduceras till ett minimum. Vi skulle, på sikt, klara oss utan både oljepannor och kärnkraftverk. Sveriges naturrikedomar som skog och vattenkraft skulle kanske t o m kunna komma andra länder till del. Det som hindrar detta synsätt är det inskränkta och kortsynta ekonomiska tänkande som dominerar i dagens samhälle. Där gäller de snabba klippen.

Framtiden skapar vi tillsammans

I diskussionen om vilken framtid vi vill ha kan och måste vi alla delta. Här saknas vetenskapliga metoder och begrepp. Man kan nämligen inte studera eller forska på något som inte existerar. Precis som de gamla romarna går vi med ryggen in i framtiden och ser historien framför oss. Föreställningen om att vi skulle gå med ansiktet in i framtiden kan bara gälla om vi samtidigt blundar. Det blir då också svårt att se bakåt. En liknelse som verkar påfallande bekant i perspektivet av den rådande resurs- och miljösituationen. Dåtiden eller historien kan man sålunda utforska och framskrivningar, prognoser, scenarier etc kan upprättas på basis av denna forskning.

Varje förslag till framtidsstrategi återspeglar vissa mål, mer eller mindre uttalade. Dessa bygger i sin tur på en moral, vilka skall uttalas och ifrågasättas av alla i en demokrati. Ibland framgår moralen och målen tydligt:

"Vårt land skall bidra till att skapa en rättvisare fördelning av de globala tillgångarna och till skyddet av de grundläggande livsbetingelserna i vår värld. Internationella hänsyn måste därför spela in när vi planerar vår förbrukningsnivå och ener-

giproduktionens fördelning på energikällor." (Föredragande statsministern i Prop 1975:30, Energihushållning m m, sid 9).

Politikerna i en demokrati har i detta sammanhang ett ofrånkomligt ansvar. En stor risk vid presentation av strategier för framtiden är att moralen döljs t ex bakom tekniska visioner. Alltför många framtidsstudier är talande exempel på detta. Ett undantag är dock en framtidsstudie från Centrum för tvärvetenskapliga studier av människans villkor, Göteborgs universitet, *Sverige 2020 — en framtid för människor*, (Eriksson & Eriksson, 1980):

"Våra utgångspunkter för bilden av Sverige år 2020 är i huvudsak två.

1) att de tekniska och ekonomiska systemen bör tjäna människorna, förse dem med vad de behöver och ge dem handlingsutrymme i stället för att härska över dem

2) att Sverige aktivt arbetar för global utveckling mot fred och jämlikhet, en process som pågår men som är långtifrån avslutad år 2020."

Den viktigaste frågan för framtiden är den orättvisa resursfördelningen på jorden. Den rika världen bär här det största ansvaret till att detta förhållande upprätthålls och i vissa fall förvärras. Orättvisan i världen har aldrig tidigare drabbat så många människor. Vi vet om den och vi möter den i våra barns frågor. Själva gömmer vi oss bakom tal om bistånd och en växande materiell konsumtion allt medan massmedia underhåller oss i rollen som "hovnarr". Våra folkvalda beslutsfattare är fullt upptagna att registrera och protokollföra hur katastrofen fortskrider i stället för att förebygga den. T o m framtidsstudier tenderar att bli lovsånger över den rådande teknologiska och ekonomiska inriktningen.

Inför en utredning om framtidsstudier i Sverige, *Att välja framtid* (SOU 1972:59), uttalade statsministern följande (Pressmeddelande från stadsrådsberedningen, 4.5.1971):

"Ett viktigt och nödvändigt medel blir att vi själva studerar framtiden, för oss och för vår omvärld, och gör det utifrån demokratiska målsättningar och med uttalade krav på internationell solidaritet. På så vis

kan den lilla staten skapa opinion för andra möjliga alternativ om hur framtidens värld bör vara beskaffad."

Det är viktigt att konstatera att framtidsstudier skall inkludera vår omvärld samt att kraven på internationell solidaritet skall vara uttalade.

Framtidsfrågor kan därför inte bedrivas vid sidan av den övriga samhällsdebatten utan måste utgöra en naturlig del i denna. Framtidsfrågor kan inte heller bedrivas av enbart specialister vid särskilda institutioner. Framtidsfrågor måste behandlas på ett sådant sätt att alla människor i samhället kan ta

del i debatten om vi vill upprätthålla demokratin.

"— *Framtidsskapande verksamhet måste som ett viktigt element innehålla fördjupning av den demokratiska processen, ökat informationsutbyte mellan olika aktörer och garantier för medborgarnas deltagande i beslutsfattandet.*" (SOU 1972:59, sid 12)

Slutsats

Slutsatsen av detta blir att vi på allvar måste börja diskutera våra samhällsmål och börja inse att det är vi som måste for-

ma vår framtid så att den blir som vi vill. Samhället skapas av oss människor genom vår vilja och våra önskemål, inte av vad som passar tekniken eller några få människor i världen. Det viktigaste samhällsmålet är därför som jag ser det:

• *En rättvis global resursfördelning, en ren miljö och en tryggad fred.*

Låt oss börja där när vi bygger framtidens samhälle.

Referenser:

Andersson, Leif, 1981. "Problemanalys - åtgärd", Symposium om energikvalitetsbegrepp, red G Wall, Chalmers tekniska högskola, Göte-

borg.

Eriksson, B och Eriksson, K-E, 1980, Sverige 2020 — en framtid för människor, Centrum för tvärvetenskapliga studier, Göteborgs universitet. Prop. 1975:30, Energihushållning mm.

SOU 1972:59, Att välja framtid.

Wall, G, 1986, *Exergy — a Useful Concept*, Doktorsavhandling, ca 330 sidor. (Kan beställas direkt från författaren genom att sätta in 100 kr på postgiro 50 70 42-0).

Göran Wall