

Hur mäta energianvändningen och dess utveckling - några alternativa beräkningar

Urban Aspén



R & D Report
Statistics Sweden
Research - Methods - Development
1988:6

INLEDNING

TILL

R & D report : research, methods, development / Statistics Sweden. – Stockholm : Statistiska centralbyrån, 1988-2004. – Nr. 1988:1-2004:2.

Häri ingår Abstracts : sammanfattningar av metodrapporter från SCB med egen numrering.

Föregångare:

Metodinformation : preliminär rapport från Statistiska centralbyrån. – Stockholm : Statistiska centralbyrån. – 1984-1986. – Nr 1984:1-1986:8.

U/ADB / Statistics Sweden. – Stockholm : Statistiska centralbyrån, 1986-1987. – Nr E24-E26

R & D report : research, methods, development, U/STM / Statistics Sweden. – Stockholm : Statistiska centralbyrån, 1987. – Nr 29-41.

Efterföljare:

Research and development : methodology reports from Statistics Sweden. – Stockholm : Statistiska centralbyrån. – 2006-. – Nr 2006:1-.

R & D Report 1988: 6. Hur mäta energianvändningen och dess utveckling – några alternativa beräkningar / Urban Aspén.
Digitaliserad av Statistiska centralbyrån (SCB) 2016.

Hur mäta energianvändningen och dess utveckling - några alternativa beräkningar

Urban Aspén



R & D Report
Statistics Sweden
Research - Methods - Development
1988:6

Från trycket Juni 1988
Producent Statistiska centralbyrån, Utvecklingsavdelningen
Ansvarig utgivare Staffan Wahlström
Förfrågningar Urban Aspén, tel. 08-7834980

© 1988, Statistiska centralbyrån
ISSN 0283-8680
Printed in Sweden
Garnisonstryckeriet, Stockholm 1988

Hur mäta energianvändningen och dess utveckling (några alternativa beräkningar)

Urban Aspén, F/EK, SCB

1 Inledning (och sammanfattning)

I olika sammanhang har debatterats om hur mycket energi Sverige använder, hur mycket energi som sparats etc. Vissa hävdar att vi under senare år sparat mycket, andra att vi inte sparat energi alls. Debattinläggen har förts från vitt skilda utgångspunkter och ofta utgjort rena "parts-inlägg". Argument står mot argument. Någon explicit definition av begreppen sparande, hushållning, effektiv energianvändning o dyl framkommer sällan.

I dessa sammanhang ifrågasätts också energistatistikens validitet och reliabilitet. Det hävdas t ex att vissa av de redovisningsmetoder som förekommer skapar förvirring och gör det lätt att förvanska verkligheten. Utgångsläget för detta är i och för sig gynnsamt då det cirkulerar åtminstone 3-4 olika metoder för att redovisa tillförd och använd energi (varav SCB publicerar två). De försök som gjorts att bringa reda i debatten har inte burit frukt.

Företrädare från SCB (bl a jag själv) har hävdat att valet av energibalansmodell inte enbart är en rent statistisk eller redovisningsteknisk fråga utan kanske mer en fråga om syftet med att använda en speciell modell/belysa en viss frågeställning. Det finns inget absolut riktigt sätt att mäta eller någon typ av "universalbalans" som skulle kunna vara användbar i alla sammanhang. Olika frågeställningar ställer krav på olika definitioner. Eftersom ofta flera olika frågeställningar är aktuella att belysa behövs också flera olika beräkningsansatser. Därför är det viktigt att mycket klart tala om vilka sätt att mäta som lämpar sig för en viss frågeställning, och diskutera beräkningsresultatets styrka och svagheter. Vidare är det självklart att det finns intern konsistens i varje set av definitioner.

I denna PM görs ett försök att reda ut vissa definitionsbegrepp samt diskutera för- och nackdelar i de olika redovisningsansatser som är i omlopp. Vidare pekas på behovet av att redovisa ytterligare en mät punkt - nyttiggjord energi. Avsikten med detta är att öka analysmöjligheterna, inte att förvärra läget med ytterligare en beräkning.

PM:n inleds med en kort redogörelse för energibalansens principiella uppbyggnad. I avsnitt 3 diskuteras olika mätled i energiflödet. Begreppen nyttiggjord energi och energisparande utvecklas något i avsnitt 4 och 5. I avsnitt 6 görs en jämförande studie mellan energianvändning och energitillförsel för åren 1976 och 1986. I den beskrivningen riktas intresset mot frågan om vi sparar energi under denna tioårsperiod och hur mycket.

Det kan redan här förutskickas att - med den referensram, de definitioner och den beräkningsansats som använts, - svaret på denna fråga blir JA - men osäkert hur mycket.

2 Allmänt om energibalanser

En energibalans principiella uppbyggnad illustreras schematiskt i figur 1.

En energibalans syftar till att översiktligt och konsistent redovisa alla energiflöden: från primärenergistadiet till dess energin når de slutliga användarna. För att åstadkomma sådana flöden måste man göra vissa "verklighetsförenklningar". De olika energislagen behöver bl a anges i en gemensam måttenhet, så att meningsfulla summeringar blir möjliga. Det finns emellertid ingen helt invändningsfri summeringsgrund. Utöver en summering med hjälp av priser (ren penningmässig värdering) innebär alla andra typer av summeringar något av en summering av äpplen och päron-teknik. Eftersom en viss kvantitet av en energivara/ energibärare har ett bestämt energiinnehåll i form av värme (som också kan anges med nöjaktig precision) är det emellertid möjligt att jämföra energimängder även då de uppträder i olika former.

Vidare gäller att "energiförluster" uppträder i olika omvandlingsprocesser i energiflödet, och storleken av dessa beror dels på typen av process, dels på vilka energiformer som är input resp output i processerna. Detta innebär bl a att energiinnehållet i ett bestämt energiflöde är beroende av vid vilken punkt i omvandlingskedjan mätningen sker.

3 Olika mätled i energibalansen

Den "statistiska" informationen om olika komponenter i energiflödet varierar. Sättet att definiera och avgränsa olika delar av energiflödet och förutsättningarna att insamla statistik i olika mätpunkter är starkt beroende på den uppgiftslämnarkapacitet som finns.

I de svenska energibalanserna (och flertalet andra länders) redovisas 3 centrala mätsnitt. (Se fig 1.)

Det första mätsnittet (I) avser en redovisning av energin i den primära form som tillförts marknaden, antingen för omvandling till sekundär energi eller direkt till slutlig användning. Detta mätsnitt kan sägas belysa de resursanspråk på primärenergiinsats, som samhällets energiefterfrågan genererar.

Det andra mätsnittet (II) beskriver energiomvandlingen i "Energisektorn" och består av tre komponenter

- o insats för energiomvandling
- o bruttoproduktion av omvandlad energi
- o användning i energisektorn.

I det tredje mätsnittet (III) registreras den energi som tillförs de slutliga användarna. (Vanligen lite oegentligt benämnd slutlig användning).

Mellan dessa led uppkommer distributionsförluster för ledningsbunden energi.

De svenska energibalanserna ger ingen helt rättvisande bild av den effektiva energianvändningen och dess förändring över tiden. Vad som saknas är en belysning av den hos användarna nyttiggjorda energin i form av värme, ljus eller arbete, dvs ett mätsnitt (IV) där också förlusterna i den slutliga energianvändningen frånräknats.

Mätsnitten II och III är ur mätteknisk och redovisningsmässig synpunkt relativt okomplicerade och okontroversiella.

Sättet - eller sätten - att registrera energin i mätsnitt I är däremot mycket omdiskuterade och mätsnitt IV är förknippat med avsevärda mätproblem. Det finns därför anledning att här lite mer utförligt beskriva dessa mätsnitt.

Mätsnitt I (Läget innan energiomvandling)

Frågan om hur tillförd primärenergi och därmed även insats för omvandling till elenergi i vattenkrafts- och kärnkraftsanläggningar bör mätas och jämföras med bränslen i det mätsnitt som belyser den totala tillförseln av primärenergi är omstridd. Flera mätmetoder tillämpas och dessa ger upphov till vitt skilda resultat. I nedanstående tablå redovisas de olika beräkningsansatser som tillämpas.

	SCB alt 1	SCB alt 2	FN ECE	OECD WEC
Primär energi för elproduktion i <u>vattenkraftverk</u> beräknas motsvara - o rörelseenergi i det fallande vattnet - o producerad elenergi - o hypotetisk energimängd från konventionella bränslen	X	X	X	X
Primär energi för elproduktion i <u>kärnkraftverk</u> beräknas motsvara - o förbrukat kärnbränsle (=av- given värmemängd från reak- torerna) - o producerad elenergi - o hypotetisk energimängd från konventionella bränslen	X	X	X	X

SCBs alternativ 1 mäter den faktiska resursinsatsen i lägesenergi för vattenkraft resp levererad värmemängd från kärnbränsle insatt för elproduktion. I detta alternativ beaktas fullt ut de omvandlingsförluster som finns vid alla typer av elkraftsproduktion.

I SCBs alternativ 2 som är den energibalansredovisning som vanligen används i flertalet officiella utredningar, bl a i de två senaste energipropositionerna bortses helt från omvandlingsförluster för kärnkraften och vattenkraften. Detta alternativ kan sägas beskriva den resurs som den producerade elkraften i sig representerar.

FNs redovisningar skiljer sig från SCBs alternativ 1 endast i fråga om primärenergien från vattenkraften. FN beaktar inte (de relativt sett blygsamma) omvandlingsförlusterna i vattenkraften.

OECDs (och WECs) redovisningsprinciper skiljer sig från såväl de två svenska som FNs metoder. Enligt OECDs metod för beräkning av primärenergitillförseln multipliceras all elenergi producerad i vatten- och kärnkraft med faktorn 2,6 vilket motsvarar den insats av konventionella bränslen som skulle erfordrats om motsvarande elproduktion skett i kondenskraftverk.

Det skulle leda för långt att här gå djupare in på de olika beräkningarnas validitet och relevans. Framhållas bör dock att en statistisk beskrivning av energiförsörjningen så långt möjligt skall grundas på faktiska förhållanden. Det meningsfulla att i en statistisk beskrivning av energiförsörjningens utveckling (som vi ju har faktiska data över), infoga en hypotetisk beräkning enligt OECDs modell ifrågasättes starkt av många energiexperter. En svensk energibalansredovisning enligt OECD-modellen skulle endast visa hur mycket olja/alternativt kol som - givet den faktiska elförbrukningen - skulle ha förbrukats om den svenska el-tillförseln skulle ha varit baserad på kondenskraft. Alternativet/-n skulle ju lika gärna kunnat ha varit vattenkraft.

SCBs alternativ 2, där elkraftstillförseln i primärledet för kärnkraft och vattenkraft mäts efter omvandlingen medan motsvarande för de kraftverk som använder konventionella bränslen (olja, kol m m) denna mätning sker före omvandlingen är också omdebatterad. Vissa förespråkare hävdar att man måste väga in de omvandlingsförluster som uppträder vid framställning av kärnkraftsel. Andra hävdar att eftersom dessa förluster (i form av hetvattenutsläpp) inte har/inte tillåts ha någon alternativ användning så bör de inte heller ingå vid den statistiska registreringen av primärenergitillförseln. (Den logiska konsekvensen - eller inkonsekvensen - av ett sådant resonemang är att konventionell värmekraft skall mätas med omvandlingsförlusterna frånräknade och mottryckskraft med dem inräknade.)

Utan att ta direkt ställning i dessa frågor måste man dock som statistiker konstatera att SCBs alternativ 2 behandlar primärenergiinsatsen olika för kärnkraftsel och el producerad med konventionella bränslen. - När kärnkraften avvecklas torde elproduktionen i konventionella kraftverk komma att öka i omfattning. Om så sker kommer de omvandlingsförluster som i dag inte registreras komma att göra det. Skenbart kommer då energitillförseln att öka. SCBs alternativ 2 är därför ingen bra "framtida" energibalansmetod för att belysa sekundärenergins krav på insats av primära energivaror.

I de kalkyler som redovisas nedan har beräkningar enligt SCBs alternativ 1 använts som mått på energitillförseln i primärledet.

Mätsnitt IV (Nyttiggjord energi)

FN har i sina rekommendationer framhållit önskvärdheten av att den nyttiggjorda energin reguljärt redovisas i energibalanssammanställningarna. Vore detta möjligt skulle man få betydligt mer klargörande information om substitutionseffekter och relationer mellan olika energislag än vad energistatistiken för närvarande ger. Inget land har ännu kunnat leva upp till dessa rekommendationer med statistiskt underbyggd information. Detta därför att dylika beräkningar, förutom rena definitionsproblem, är förenade med mycket svåra mätproblem. Beräkningar av den nyttiggjorda energin kräver bl a kunskaper om verkningsgraderna i den slutliga användningen. - Vanskligheterna på området kan illustreras med exemplet fordon. Här kan verkningsgraderna beräknas på många olika sätt såsom efter SAE-norm, DIN-norm, eller effekt på motoraxel, utgående axel från växellåda eller drivhjul m m.

4 Begreppet nyttiggjord energi

Någon egentlig svensk statistik som möjliggör tillförlitliga beräkningar av den nyttiggjorda energin finns f n ej. Den punktvisa information som finns är mycket begränsad och på intet sätt generaliserbar. Samtidigt framstår behovet att belysa slutanvändningens effektivitet som så stort att försök att konstruera grova mått borde prövas. Behovet att mäta den nyttiggjorda energin torde vara mest påtagligt på uppvärmningsområdet. Ett exempel kan illustrera detta: En husägare värmer upp sitt hus med egen kombipanna. Om han använder olja sker uppnåendet av en viss värmekomfort med kanske 60% verkningsgrad. Om han i stället använder el kan detta ske med närmare 100% verkningsgrad. Den nyttiggjorda energin är i detta fall oförändrad, men en övergång från olja till el registreras i den slutliga användningen (mätsnitt 3) som en 40% besparing. Motsvarande gäller också vid övergång från t ex enskild oljeuppvärmning till fjärrvärme.

Som framgått ovan är begreppet ingalunda problemfritt att operationellt definiera. Nyttiggjord energi definieras (i Tekniska Nomenklaturcentralens energiordlista) som "den energi som nyttjas för avsett ändamål inom ett avgränsat system".

I de kalkyler som redovisas nedan definieras nyttiggjord energi som den effektiva energiinsats som erfordras för att uppnå en speciell energitjänst (i form av t ex mekaniskt arbete, belysning, inomhusklimat, kylhållning osv). Den "gratisvärme" som samtidigt alstras vid belysning, kylhållning o dyl (och som vid kalla årstider, och under vissa omständigheter kan bidra till rumsuppvärmning) inkluderas inte i begreppet. På "transportområdet" definieras begreppet som den effekt som utvecklas i drivhjulen.

För att kunna göra meningsfulla beräkningar över den sålunda definierade nyttiggjorda energin behövs

- a) information om den energimängd som levererats till de slutliga användarna
- b) kunskap om vilken applikation/apparatur energin använts till
- c) applikationens effektivitet/verkningsgrad.

Härvid gäller att vi har ett relativt gott grepp om a), något begrepp om b) och sporadisk information om c).

Den i tabellerna 1-4 redovisade nyttiggjorda energin har beräknats genom att multiplicera a) med c). De kalkylerade verkningsgrader som härvid använts för 1976 (baserade på en kombination av gissningar och försök att överföra utländska beräkningar till svenska förhållanden) framgår av tabell 0. Verkningsgraderna för år 1986 har antagits (utan större insikt i de faktiska förhållandena) öka jämfört med 1976 med 5 procentenheter (utom för belysning). (På tabellernas sista rader framgår effekten av alternativa antaganden om verkningsgradernas utveckling).

5 Något om begreppet energisparande

5.1 Allmänt

Begreppet energisparande används i olika sammanhang lite "slarvigt" och med olika betydelse. Det definieras sällan explicit. I Energikommissionens betänkande (SOU 1978:17) sägs:

"Med energisparande" eller "energiushållning" eller "effektiviserad energianvändning" avses en sänkning av energiåtgången jämfört med en i någon mening spontan utveckling. En sänkning kan ske på två sätt. Antingen kan energiinsatsen för ett visst ändamål sänkas t ex genom (I) en övergång till mer energieffektivt produktions/transport sätt. Eller också kan den (II) funktion, som energianvändningen skall fylla, tas bort eller begränsas, t ex att man avstår från en transport eller produktion." (slut citat).

Mot denna beskrivning kan väl anföras att den knappast är speciellt vägledande för en mer operationell definition. Vad menas ex med "spontan" i sammanhanget? Vidare bör markeras att energiushållning och energisparande inte riktigt är samma sak. Energiushållning är det vidare och överordnade begreppet (i nationalekonomisk terminologi) och innebär såväl en avvägning mellan användningen av energi och användningen av andra resurser som mellan användningen av olika energislag. Energisparande innebär en minskning i energianvändningen (i fysiska termer) relativt den energitjänst som avses uppnås.

5.2 Försök till operationell definition

Med energisparande avses i denna PM en sänkning av den totala energiåtgången per producerad nyttighet (ex en vara, en transportkm, en viss inomhustemperatur).

Med total energiåtgång menas den slutliga "energitjänstens" krav på primärenergiinsats, dvs ett mått som beaktar samtliga omvandlings-, distributions- och användningsförluster i energiförsörjningssystemet. Detta innebär m.a.o. att ett energisparande i användarledet mer än väl kan motvägas av en större energiförlust i omvandlingsledet och vice versa. Det är nettoeffekten som här är intressant. - Det måste kanske här redan nu poängteras att den fortsatta analysen gäller den kvantitativa sidan av energin (mätt i Joule eller KWh) inte energi mätt i pengar. En sänkt energieffektivitet mätt i KWh i t ex omvandlingsledet kan ändå vara ekonomiskt effektivt om kostnaderna för att producera primärenergi har sjunkit i denna sektor.

En sänkning av energiåtgången hos slutliga användare kan åstadkommas på många olika sätt. I tabblån på nästa sida illustreras (något abstrakt) några effekter på energitjänsten, den nyttiggjorda energin och på behovet av tillförd energi.

	Energi- tjänst	Behov av nyttiggjord energi	Behov av tillförd energi
Utgångsläge	100 enh	100 enh	100 enh
a) förbättrad isolering	100	90	90
b) höjd verkningsgrad för värmepanna	100	100	90
c) sänkt inomhustemp.	90	90	90
d) ändrade beteenden (ex. kortare duschtider, mjukare körsätt m m	90	90	90
e) höjd verkningsgrad hos motorer, maskiner, apparater	100	100	90
f) övergång till i användar- ledet effektivare energislag (exkl från olja till el)	100	100	90

Samtliga förändringar a) - f) ger energibesparingar hos användarna i form av minskat behov av tillförd energi. Endast a), c) och d) påverkar behovet av nyttiggjord energi.

Det energispärbegrepp som används nedan definieras som det sparande som åstadkommit genom a) - e) ovan och med beaktande av

- om den nyttiggjorda energin ökat relativt sett mindre än ökningen av de energitjänster som uppnåtts och/eller
- och om de sammanlagda "energiförlusterna i hela energikedjan minskat relativt energitjänster.

En sådan uppläggning/ansats har självfallet sina brister ur analysynpunkt. En svaghet är att ingen hänsyn tas till den ev större energikostnaden att uppnå den ökade produktiviteten i energitillförseln - energianvändningen.

6 En jämförande studie av energianvändning - energitillförsel för åren 1976 och 1986

6.1 Ekonomin totalt

Som framgår av tabell 1 har den slutliga användningen av energi (eller mer korrekt den till slutliga användare tillförda energin) minskat med 5% från 1976 till 1986. Samtidigt har primära energiinsatser för att producera "denna energianvändning" ökat med 16%.

En mer sägande bild erhålles om man kopplar ihop energianvändningen med den samtida samhällsutvecklingen. Man kan grovt få en uppfattning om utvecklingen av Sveriges energiberoende genom att relatera tillväxten i den totala energianvändningen med BNP-utvecklingen i fasta priser. En sådan bild av BNPs s k energiintensitet ges i tabell nedan (energin mängden mätt i PJ, och BNP i miljarder kr, 1980 års priser).

	1976	1986
(1) Total primär energiinsats/BNP	3,57	3,56
(2) Slutlig energianvändning/BNP	2,96	2,41
(3) Beräknad nyttiggjord energi/BNP	1,91	1,72

Av sammanställningen framgår att:

- BNPs energiintensitet (med energianvändningen uppräknad till primärenergivå) i stort sett varit densamma 1986 som 1976
- energiåtgången (i form av till användarna levererad energi) genomsnittligt per producerad nytta minskat kraftigt från 1976 till 1986
- effektiviteten i den slutliga användningen (dvs den nyttiggjorda energin) också minskat relativt produktionen om ej lika mycket som (b). Detta senare beroende på att effekterna av konverteringar från olja till el eller fjärrvärme inryms i b) men ej i c).

Det mest framträdande draget i bilden är den markanta nedgången i energiinsatsen för slutlig användning. Som framgår av tabell 1 och sammanställningen nedan (i PJ) har nedgången till mycket stor del skett genom att energiförlusterna under perioden i ökad grad flyttats från de slutliga användarna till energiomvandlingssektorn.

	1976		1986	
	förluster		förluster	
Slutlig energianvänd uppräknad till primär- energinivå	1 778	}	2 060	}
		-308		-665
Slutlig energianvänd- ning	1 470	}	1 395	}
		-519		-399
Hos användarna nyttig- gjord energi	951	}	996	}
Förluster totalt		-827		-1 064

Denna utveckling (som i och för sig vilar på kalkylerna för nyttiggjord energi och att man i primärledet inkluderar omvandlingsförlusterna) visar att förlusterna totalt i energiförsörjningssystemet från 1976 till 1986 ökat med 30%, förlusterna i primärenergiledet mer än fördubblats och förlusterna hos användarna minskat med ca en fjärdedel.

Ett försök att tydliggöra de olika omvandlingsledens betydelse i sammanhanget och hur dessa samspelar till de ibland på ytan förbryllande resultaten redovisas i tablånen nedan.

	Slutlig energi- användning upp- räknad till primärenergivå	Slutlig energi- användn.	Nyttig- gjord an- vändning
1976	187	155	100
1986	207	140	100

För att erhålla 100 enheter nyttiggjord energi för ekonomin totalt erfordrades en insats av 187 enheter primärenergi 1976. Motsvarande siffra för 1986 var 207. Skillnaden mellan dessa siffror kan i allt väsentligt återföras på kärnkraftens ökade andel i eltillförseln.

I tabell 5 illustreras också vilken betydelse strukturförändringarna, i energianvändningen, har i sammanhanget.

Sådana översiktliga och schematiska jämförelser lämnar naturligtvis en hel rad frågor obesvarade (bl a därför att kopplingen energiinsats - ekonomisk aktivitet måste illustreras på en betydligt lägre aggregeringsnivå än för ekonomin som helhet). Bilden klargör dock vissa huvuddrag i vad som skett under det senaste decenniet.

Nedan redovisas utvecklingen nedbruten på de tre huvudsektorer som energistatistiken vanligen redovisas på.

6.2 Utvecklingen inom övrigsektorn

I denna sektors energianvändning ingår uppvärmning och apparat-/maskindrift i bostäder, fritidshus, den offentliga sektorn, de privata servicenäringarna och den areella näringen. Merparten av energianvändningen går till uppvärmningsändamål i aktuellt fastighetsbestånd och är därmed klimatberoende. (Eftersom studien avser en jämförelse mellan åren 1976 och 1986, och då dessa är i stort identiska ur "klimat"-synpunkt kan denna påverkanseffekt negligeras.)

Som framgår av tabell 2 har sektorns slutliga energianvändning 1986 legat på i stort sett samma nivå som 1976. Under denna period har samtidigt den uppvärmda bostads-/lokalytan ökat med ca 16%. Den registrerade energianvändningen per uppvärmd m² yta har således minskat betydligt.

Slutsatserna-/bedömningen av energianvändningens utveckling blir inte lika entydig om man istället utgår från den inom sektorn nyttiggjorda energianvändningen. Som framgår av tabell 2 har denna beräknats ökat med 12% mellan jämförelseåren. Givet den samtidiga tillväxten i uppvärmda bostads- och lokalytorna (+ 16%) skulle sålunda endast ett mycket

måttligt sparande ha uppnåtts. (Det måste naturligtvis här starkt understrykas att resultatet i ej oväsentlig omfattning är beroende av de kalkylförutsättningar och den kalkylteknik som tillämpats. Om man sålunda antar att ex verkningsgraderna i den slutliga användningen inte förändrats mellan 1976 och 1986 så skulle den beräknade nyttiggjorda energin endast ha ökat med 5% - med motsvarande större utrymme för ett residualt beräknat sparande.)

Mer detaljerade och genomarbetade studier (för framförallt bostadsbeståndet) har samtidigt klart visat att ett sparande åstadkommits i slutledet, bl.a. som ett utslag av bättre byggnadsisolering, ändrade beteenden, höjd verkningsgrad i pannor och förbättrad reglerutrustning, utnyttjande av värmepumpar m m.

För någorlunda säkra utsagor om energispareffekterna i övrigsektorn behövs mycket mer djupgående studier än vad som här gjorts. Låt oss här bara fastslå att besparingar åstadkommits, men att storleken av dessa är osäkra. Som riktmärken har vi att den slutliga energianvändningen inom övrigsektorn varit oförändrad trots att bostads- och lokalytorna ökat med 16%.

Men har också ett sparande uppnåtts totalt sett i energiförsörjningssystemet?

Av tabell 2 framgår att det sparande som kunnat registreras i slutledet åstadkommits genom att förluster flyttats från slutliga användare till omvandlingssektorn. En stor del av sparandet har åstadkommits genom en substituering av egen oljeeldning mot elvärme och fjärrvärme. En övergång från uppvärmning med t ex egen oljepanna till elvärme ger en spareffekt på 30-35% i slutanvändningsledet. Den totala faktiska samhällsliga spareffekten blir dock negativ om elkraften i primärenergiledet produceras med en lägre verkningsgrad än vad pannan i huset har.

Som framgår av tabell 2:s första två kolumner har övrigsektorns energianvändning 1976--1986 ställt krav på en ökning

av primärenergiinsatsen på i storleksordningen 30% och de sammanlagda förlusterna i energisystemet nästan fördubblats. Mot denna ("kalkyl"-)bakgrund kan knappast hävdas att något energisparande i fysiska energienheter skett inom den s k övrigsektorn (vars uppvärmda ytor endast ökat med ca 16%).

6.3 Utvecklingen i industrin

Den totala industriproduktionsvolymen har ökat med drygt 8% från 1976 till 1986. Samtidigt har den till industrin tillförda mängden energi minskat med närmare 15%. (Se tabell 3.) Detta också trots att industrin relativt sett producerat mer energikrävande produkter (i alla fall i den meningen att produktionen inom de stora energislukarna - massa, papper, kemi, och järn- och metallverken - ökat sina relativa andelar av totalproduktionen).

Den relativt produktionsaktiviteten markanta nedgången i industrins energianvändning kan återföras på ett effektivare energiutnyttjande inom samtliga industrihuvudbranscher. Effektiviteten (registrerad i det mätled som avser den till industrisektorn tillförda energin) har uppnåtts genom

dels (a) energisnålare teknik som sådan,

dels (b) genom att i processerna använda effektivare energivaror (genom successiv övergång från oljeprodukter till elkraft).

Sammantaget har detta för industrins del inneburit att den specifika energiförbrukningen (mängden använd energi per producerad vara) minskat från 1976 till 1986 med drygt 20% totalt sett och den specifika olje användningen halverats.

Att söka kvantifiera/alternativt inbördes rangordna de faktorer (a) och (b) ovan som påverkat "energieffektiviteten" låter sig inte (genom en skrivbordsstudie som här) göras med någon högre grad av precision. Härför torde erfordras relativt djupgående experimentella studier. Utvecklingen av den inom industrin nyttiggjorda energin (som ju är tänkt att bl a eliminera konverteringseffekterna i sammanhanget) kan ge visst tentativt stöd. Med de kalkylförutsättningar som använts skulle industrisektorns nyttiggjorda energi ha minskat med ca 7% under den senaste tioårsperioden och därmed den specifika nyttiggjorda energiförbrukningen med ca 14%.

Även om fullständig parallellitet inte föreligger mellan denna siffra och den registrerade minskningen på ca 20% i specifik energiförbrukning bör man kunna dra den slutsatsen att ca 3/4 av den uppnådda 20-procentiga minskningen i till industrin tillförd energi beror på rena effektivitetsvinster och 1/3 på "konverteringseffekter". Detta senare har uppnåtts genom att energiförluster har flyttats från industri-sektorn till energiomvandlingssektorn.

En partiell slutsats blir att såväl den energi som tillförts industrin som den som nyttiggjorts, använts effektivt i den bemärkelse att mindre mängder av sekundärenergi erfordrats och att detta också skett med mindre energiförluster i den industriella hanteringen.

Denna ökade effektivitet i användningsledet innebär samtidigt inte automatiskt att man uppnått en större samhällelig energieffektivitet, dvs med beaktande av förluster i samtliga tillförsel-, omvandlings-, distributions- och användarled för den energi som tillförts industrisektorn. För den bedömningen måste man studera de anspråk på primärenergiinsats som aktuell energianvändning ställt. Av tabell 3:s första två kolumner framgår att denna har ökat med drygt 3% från 1976 till 1986. Om detta ökningstal ställs i relation till den samtidiga ökningen av industrins produktionsvolym (+8,4%) kvarstår ändå slutsatsen att relativt stora energieffektivitetsvinster uppnåtts inom industrisektorn mellan 1976 och 1986.

6.4 Utvecklingen inom samfärdselsektorn

Till samfärdselsektorns energianvändning hänföres i energibalanserna all förbrukning för inrikes trafik, bunkring i Sverige för utrikes sjöfart och flyg samt försvarets förbrukning av drivmedel.

I brist på detaljerad energistatistik är redovisningen av samfärdselsektorn i energibalanserna mycket summarisk. Systematiskt registrerad statistik över den faktiska energianvändningen finns endast för elförbrukningen i spårbunden trafik. I övriga delar utnyttjas totala leveransuppgifter för olika typer av drivmedel. Detta gör att en redovisning av energianvändningens utveckling och effektivitet på området i fråga med nödvändighet måste bli mycket rudimentär.

I nedanstående tablå redovisas de mängder av olika energislag (i PJ) som hänförts till samfärdssektorn.

	1976	1986	% förändr.
Bensin	145,3	167,5	+15
Diesel	65,8	79,4	+21
Flygbränsle	22,6	27,2	+20
Elkraft	7,6	9,2	+21
Summa	241,3	283,3	+17
Utrikessjöfart	53,3	27,5	-48
Totalt	294,6	310,8	+5

Samfärdssektorns totala energianvändning har ökat med 5% från 1976 till 1986, och för inrikestransporter (exkl. flyg) med 17%.

Försök att redovisa det samtidiga transportarbetet av personer och gods (i miljarder ton/km) framgår av tablå nedan.

	person-bilar	lastbil/ buss	järnväg	sjöfart	flyg	totalt
1976	6,7	23,7	16,9	9,3	0,09	56,7
1986	7,7	25,3	19,4	9,4	0,27	62,1
%-förändr.	+15	+7	+15	+1	+200	+11

Att på ett meningsfullt sätt relatera denna utveckling till den samtidiga drivmedelsutvecklingen låter sig knappast göras. Detta bl.a. därför att något underlag för att ex. fördela dieseloljans användning på olika fordonskategorier inte föreligger.

7 Några tentativa slutsatser

1. Det finns knappast anledning/behov av att gå in i debatten om det finns ett rätt sätt att redovisa energibalanser eller ej. Vad som är rätt beror på syftet (som kan variera).

2. Studien visar bl a att vi i dagsläget inte har tillräckligt djup statistik för säkra utsagor om energisparandets omfattning och utveckling. Såväl statistik som analysmodeller behöver utvecklas. Begreppet energisparande bör klarläggas och definieras operationellt.

3. För adekvata analyser av och prognoser för energianvändningens utveckling bör en målvariabel vara den hos användarna nyttiggjorda energin. Våra önskemål om energitjänster ändras ju endast när våra behov i form av inomhusklimat, ljus och mekaniskt arbete m m ändras. Dessa behov är självfallet svåra att mäta. Den enda kvantifierbara form vi har för att mäta behov är via marknadsefterfrågan för en viss vara eller tjänst, och i fallet energi är det sekundär energi som efterfrågas på marknaden. Den effektivitet med vilken den sekundära energin kan utnyttjas kan approximeras med beräkningar av nyttiggjord energi. Närmare behovet än så kan vi i dagsläget inte komma.

4. Vid bedömningar av omfattningen av energisparande (och energislöseri) måste samtliga förluster i energitillförseln beaktas. Om man t ex i "uppvärmningsledet" åstadkommer samma inomhusklimat med en mindre slutlig energiinsats har man i detta led åstadkommit en effektivare energianvändning. Om denna energiinsats kräver en större insats av primärenergi har energieffektiviteten i energiomvandlingsledet minskat. Det är nettoeffekten som är intressant ur samhällelig synpunkt.

5. Studien är begränsad till en analys av den kvantitativa/fysiska sidan av energiflödet. För mer fullständig bild behöver energiprisutvecklingen och kostnaderna för energiproduktion också vägas in. En sänkt energieffektivitet mätt i fysikaliska termer i t ex omvandlingsledet, kan ändå vara nationalekonomiskt effektiv om kostnaderna för att producera denna energi har sjunkit.

6. Studien är genomförd på en alltför aggregerad nivå. En mer sägande analys måste ske med utgångspunkt från en mer detaljerad nivå vad gäller energislag och användarkategori. Stor risk annars att dolda struktureffekter "göms" i redovisningen.

Beräknade verkningsgrader för olika applikationer och energivaror 1976 och 1986

	<u>1976</u>	<u>1986</u>
<u>Energikol, industri</u>	0,65	0,70
<u>Eldningsolja m m</u>		
för industridrift	0,75	0,80
för uppvärmning	0,65	0,70
för transporter	0,30	0,35
för bostadsuppvärmning	0,75	0,80
<u>Elkraft</u>		
för belysning	0,05	0,05
för uppvärmning	0,90	0,95
för hushållsel	0,90	0,95
för industridrift	0,90	0,95
för transporter	0,90	0,95
<u>Fjärrvärme</u>	0,90	0,95
<u>Diesel för transp</u>	0,30	0,35
<u>Bensin för transp</u>	0,20	0,25
Inhemska bränslen för uppvärmningsändamål	0,60	0,65

Energianvändningen totalt¹ 1976 och 1986. Petajoule (PJ); (1 PJ = 10¹⁵ joule. 1 Twh = 3,6 PJ.)
 Tabell 1.

TABELL 1

	1976	1986	1976			1986		
	Slutlig energi- användning uppräknad till Primärenergivå		Slutlig energi- användn.	Beräknad verknings- grad	Beräknad Nyttig- gjord energianv.	Slutlig energi- användn.	Beräknad verknings- grad	Beräknad Nyttig- gjord energianv.
Kol, koks	74	62	63		41	56		39
Inhemska bränslen	147	191	147		88	191		125
Naturgas		7				7		6
Fjärrvärme	104	186	78		69	130		122
Elkraft	517	969	278		250	408		389
<u>Oljeprodukter</u>	937	646	904		503	603		315
SUMMA	1 778	2 060	1 470	0,65	951	1 395	0,71	996
% förändring från 1976		+16				-5,1		+4,7
% förändring från 1976 med 1976 års verkningsgrad								-2,6

1) exkl energivaror för icke-energiändamål (smörjolja, olja som råvaror till plastindustrin m m).

Energianvändningen inom Övrigsektor (bostäder, service m m) 1976 och 1986. Petajoule (PJ)
Tabell 2.

	1976	1986	Slutlig energi- användn.	1976		Slutlig energi- användn.	1986	
	Slutlig energi- användning uppräknad till Primärenergivå			Beräknad verknings- grad	Beräknad Nyttig- gjord energianv.		Beräknad verknings- grad	Beräknad Nyttig- gjord energianv.
Kol, koks	1	2	1	0,65	1	2	0,7	1
Inhemska bränslen	22	47	22	0,6	13	47	0,65	31
Naturgas		1				1	0,8	1
Fjärrvärme	95	165	71	0,9	64	115	0,95	109
Elkraft	241	543	129	0,9	116	229	0,95	218
<u>Oljeprodukter</u>	387	211	373	0,7	261	197	0,75	148
SUMMA	746	969	596	0,76	455	591	0,86	508
% förändring från 1976		+29,9				-0,8		+11,6
% förändring från 1976 med 1976 års verkningsgrad								+5,1

Tabell 3.

TABELL 3

Energianvändningen inom Samfärdsel 1976 och 1986. Petajoule (PJ)

Tabell 4.

	1976	1986	1976			1986		
	Slutlig energi- användning uppräknad till Primärenergivå		Slutlig energi- användn.	Beräknad verknings- grad	Beräknad Nyttig- gjord energianv.	Slutlig energi- användn.	Beräknad verknings- grad	Beräknad Nyttig- gjord energianv.
Kol, koks								
Inhemska bränslen								
Naturgas								
Fjärrvärme								
Elkraft	14	22	8	0,9	7	9	0,95	9
<u>Oljeprodukter</u>	297	322	287		71	302		89
därav								
bensin			145	0,2	29	168	0,25	42
diesel			64	0,3	19	73	0,35	26
övrigt			78	0,3	23	61	0,35	21
SUMMA	311	344	295	0,26	78	311	0,32	98
% - förändring från 1976		+10,6				+5,4		+25,6
% - förändring från 1976 med 1976 års verkningsgrad								+5,1
% - förändring från 1976 om verkningsgraden ökat med 10 % till 1986								+14 %

TABELL 5

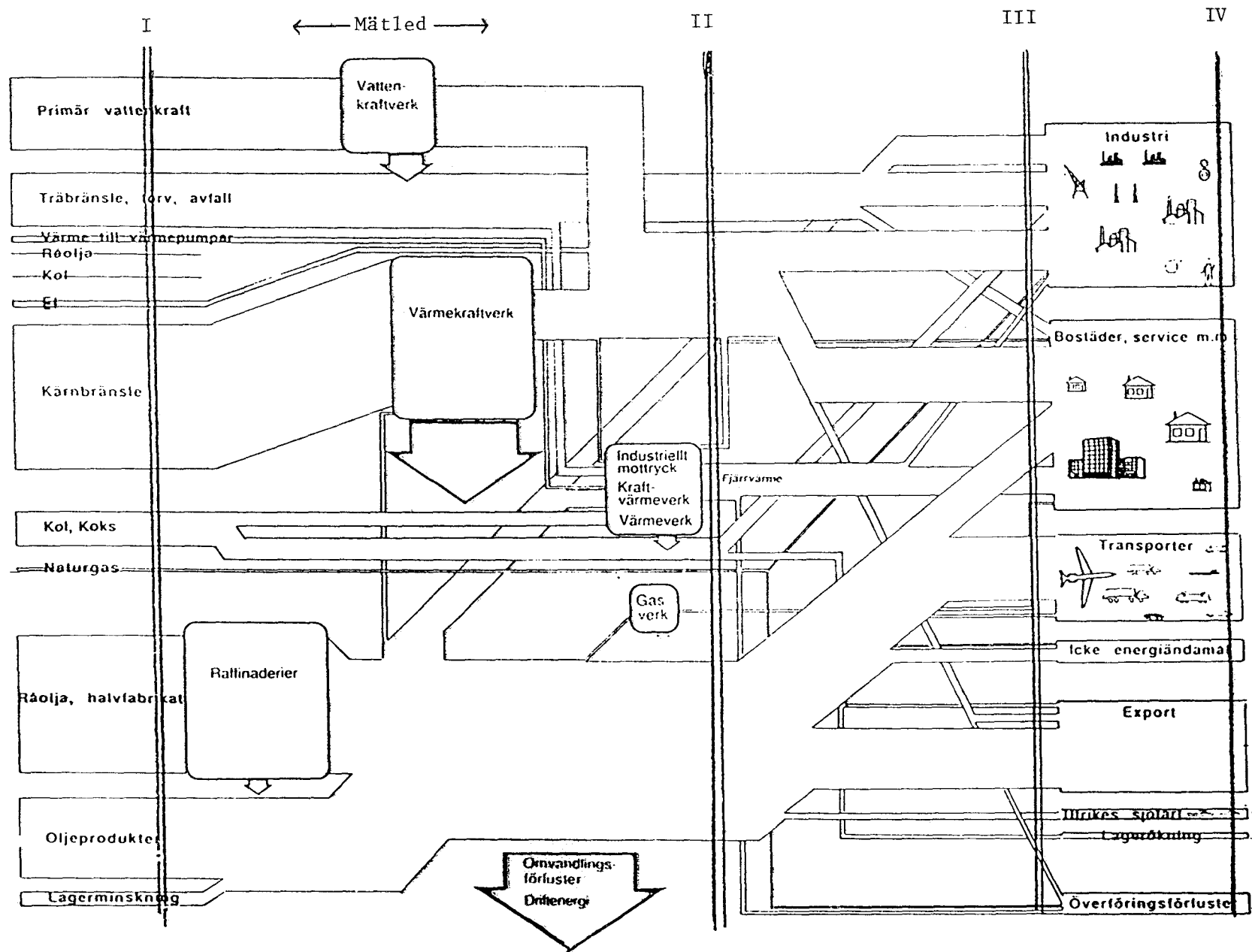
Energianvändningen 1976 och 1986 fördelad på olika energislag och redovisad i olika mätled. Index: Nyttiggjord energi = 100.

Tabell 5.

		Slutlig energi- användning uppräknad till Primärenergivå	Slutlig energi- användn.	Nyttig- gjord an- vändning
Kol, koks, inhemska bränslen	1976	171	163	100
	1986	154	151	100
Fjärrvärme	1976	151	113	100
	1986	155	107	100
Elkraft	1976	207	111	100
	1986	250	105	100
Oljor, gas	1976	186	180	100
	1986	203	190	100
Totalt	1976	187	155	100
	1986	207	140	100

Anm. Tabellen skall tolkas så att för att erhålla 100 enheter nyttiggjord energi 1986 så erfordras 207 enheter primärenergi.

Figur 1



FIGUR 1

R & D Reports är en för U/ADB och U/STM gemensam publikationsserie som fr o m 1988-01-01 ersätter de tidigare "gula" och "gröna" serierna. I serien ingår även **Abstracts** (sammanfattning av metodrapporter från SCB).

R & D Reports, Statistics Sweden, are published by the Department of Research & Development within Statistics Sweden. Reports dealing with statistical methods have green (grön) covers. Reports dealing with EDP methods have yellow (gul) covers. In addition, abstracts are published three times a year (light brown (beige) covers).

Reports published earlier during 1988 are:

Nummer	Titel (författare)
1988:1 (beige)	Abstracts I - Sammanfattningar av metodrapporter från SCB
1988:2 (grön)	Coverage Probabilities for Confidence Intervals Based on Stratified Random Sampling (Jörgen Dalén)
1988:3 (gul)	Base Operators as a Tool for Systems Development (Bo Sundgren)
1988:4 (gul)	Development of Systems Design for National Household Surveys - Report from a short-term mission to Harare, Zimbabwe, 12th-28th January, 1988 (Birgitta Lagerlöf)
1988:5 (grön)	Några råd och synpunkter för rationalisering av produktionsmomentet granskning (Leopold Granquist)