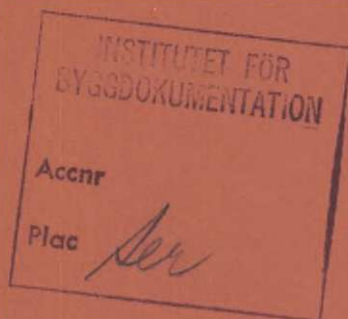


Teknikvärdering i den kommunala energiplaneringen

Mats Thorén



*U
m*

R37:1982

TEKNIKVÄRDERING I DEN KOMMUNALA
ENERGIPLANERINGEN

Mats Thorén

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
790775-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till VBB, Stockholm.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R37:1982

ISBN 91-540-3676-3
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
Liber Tryck Stockholm 1982

FÖRORD

Till en början uppfattade vi uppläggningsen och genomförandet av detta projekt som tämligen klart och okomplicerat. Det gällde att sätta sig in i den teknik som skulle teknikvärderas samtidigt som konsekvenserna skulle formuleras utifrån kommunala målsättningar. En projektgrupp med kompetens inom problemområdet sattes samman. Denna bestod av arkitekt Per Lagheim, med speciella erfarenheter från kommunal planering, civilingenjör Kenneth Lindqvist, som tidigare arbetat med kommunal energiplanering och undertecknad, med tidigare erfarenheter från framför allt framtidsstudier och övergripande bedömningar av teknisk utveckling och dess konsekvenser. Så här i efterhand måste medges att vi missbedömde ämnesområdets komplexitet och svårigheterna att konstruktivt arbeta över fackgränser - mellan teknik, planering och metodik. Ändå var ju denna arbetsgrupp relativt snävt sammansatt i förhållande till vad den skulle kunna vara om teknikvärderingens hela problemspektrum skulle beaktas.

Det visade sig med tiden att de stora svårigheterna låg på metodsidan. Att penetrera tekniken ifråga eller planeringssituationen i en kommun är inte lätt, men ändå inte oöverstigliga problem. Det svåra är att få dessa problemkomplex att "kommunicera", dvs att uppnå en grundläggande kunskapsnivå inom en grupp som gör det möjligt att "tala samma språk".

Om teknikvärdering är något som bör utvecklas inom den offentliga sektorn eller inom institutioner och konsultföretag är det vår bestämda uppfattning att resultaten till mycket stor del kommer att vara avhängiga gruppens samlade kompetens. Med det menar vi att fackkunskaper inom skilda områden och en grundläggande arbetsmetodik, som innefattar en gemensam problemuppfattning, bör vara representerade inom gruppen. I vårt fall kan man konstatera att vi inte ägnade tillräcklig tid åt en för gruppen gemensam problemformulering. Först efter en tid började våra tankar att följa gemensamma banor. Detta inträffade dock inte förrän en stor del av projektanslaget konsumerats, utan att vi nått de resultat vi hade hoppats på. Att vi lärt oss en del om sättet att arbeta med sektorövergripande problem värderades inte så högt, eftersom vi ej var medvetna om detta problems omfattning. Det är först senare som detta blivit klart.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att teknikvärdering, på grund av svårigheterna vid själva genomförandet, bör vara en verksamhet som bedrivs kontinuerligt. Det blir då möjligt att arbeta upp en erforderlig kompetens inom en grupp av människor. Detta innebär inte att teknikvärdering måste vara något exklusivt. Teknikvärdering kan (bör) med fördel bedrivas i anknytning till annan verksamhet, men inom en grupp av mer bestående karaktär än rena projektgrupper.

Det bör speciellt understrykas att denna rapport inte gör anspråk på att uttömmande beskriva energiteknik eller kommunal planering. Med denna rapport vill vi huvudsakligen peka på behoven av att bättre kunna bedöma olika energitekniska lösningars konsekvenser utifrån kommunens olika målsättningar. Det är vår förhoppning att rapporten är ett bidrag i fortsatta diskussioner om betydelsen av teknikvärdering och att de metodproblem, som här antytts, då beaktas speciellt.

Per Lagheim och Kenneth Lindqvist har skrivit underlagen för avsnitten om kommunal planering och energiteknik. Per och Kenneth har även tillsammans med undertecknad utgjort projektets styrgrupp. Vi vill tacka Inger Skoglund som har hjälpt oss med utskrift, figurer o dyl, kommunalrådet Per-Olov Holst, Nässjö kommun, för hans vänliga mottagande av oss vid besök i Nässjö och visade intresse för våra problem, samt projektets referensgrupp för värdefulla diskussioner och kommentarer. Denna grupp har bestått av:

Gösta Carlestam, SIB
Carl-Johan Engström, Planverket
Lars Lundqvist, KTH
Tommy Månsson, SIND
Jan Erik Svensson, ÖEF
Hans Wohlin, Stockholms kommun
samt Claes Reuterskiöld, som handlagt projektet på
BFR

Detta arbete är ett led i det utvecklingsarbete som pågår inom VBB med syfte att fördjupa färdigheterna inom utvärderingsområdet - samhällsekonomiska kalkyler, riskanalys, teknikvärdering, kvalitetsförsäkring m m. För detta utvecklingsarbete svarar professor Lars-Eric Janson.

STOCKHOLM 16 november 1981

MATS THORÉN

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	7
1. BAKGRUND TILL TEKNIKVÄRDERING INOM ENERGIOMRÅDET	10
1.2 En omvärldsbeskrivning	10
1.3 Energi och energitillgångar - några väsentliga begrepp	13
1.4 Energi - en aspekt på samhälls- utvecklingen	16
1.5 Kommunal energiplanering	19
1.6 Behov av teknikvärdering - projektets syfte	20
2. ENERGIFRÅGORNA PÅ KOMMUNAL BESLUTSNIVÅ	23
2.1 Kommunernas energiomsättning	23
2.2 Kommunen som energikonsument	24
2.3 Kommunala planeringsformer och planeringssystem	26
2.4 Statliga styrmedel i kommunal energiplanering	28
2.5 Kommunala styrmedel i energi- planeringen	30
2.6 Energi i kommunal planering	31
2.7 Energiplaneringens tidsperspektiv ...	34
2.8 SINDs förslag till framtida kommunal energiplanering	35
3. TEKNIKVÄRDERING AV ENERGISYSTEM I KOMMUNER	36
3.1 Teknikvärdering - metod eller synsätt	36
3.2 Principer för uppläggning av en teknikvärdering	37
3.3 Beteendevetenskapliga perspektiv i teknikvärdering	40
3.4 Behov av systemavgränsning i teknikvärdering	41
3.5 Kompetens för teknikvärdering	42
3.6 Hur resultaten från teknikvärdering kan användas	43

3.7	Exempel på konsekvenser som bör beaktas i teknikvärdering inom energiområdet	44
4.	BESKRIVNINGSMETOD SOM UNDERLAG FÖR TEKNIKVÄRDERING	50
4.1	Behov av systematiserad information inom energiområdet	50
4.2	Exempel på energikällor	52
4.3	Exempel på omvandlingsteknik	78
4.4	Exempel på värmedistributionsformer	85
5.	TILLÄMPNING AV TEKNIKVÄRDERING	91
5.1	Teknikvärderingens avgränsning	91
5.2	Mål för kommunal planering i Nässjö	93
5.3	Energibalans	94
5.4	Energiförsörjningssystemets utformning	96
5.5	Konsekvenser	98
5.6	Värdering av konsekvenser	100
5.7	Genomförande	104
	REFERENSER	105

BILAGA 1: Energiförsörjning och transporter

SAMMANFATTNING

Teknikvärdering är, som vi ser det, ingen metod i vanlig bemärkelse. Teknikvärdering representerar en hållning och ett synsätt gentemot teknikens roll i samhället. Med det menar vi att begreppet teknikvärdering står för behovet av allsidiga konsekvensbeskrivningar av ny teknik och tekniska förändringar, men också för ett ansvar över att teknik som inte gagnar uppsatta och antagna samhällsmål inte införs. Det är den senare delen av teknikvärderingens innebörd som dels skiljer teknikvärdering från konsekvensanalys och dels gör teknikvärdering till ett viktigt men svårt moment i hela teknikutvecklingsprocessen. Teknikvärdering kräver således en förankring i beslutande organ som representerar teknikens ansvar inför samhällets olika grupper. Det är dock här det oftast brister, nämligen att de beslutande organen ej vill ikläda sig ansvar för den teknik de kan besluta över. Ansvaret över tekniken överläts till de tekniker som ansvarar för teknikens utveckling. Tyvärr är det inte så att teknikens utveckling på teknikers villkor alltid överensstämmer med de villkor samhället i övrigt ställer på tekniken. Det är därför teknikvärdering behöver utvecklas inom olika delar av den offentliga förvaltningen, som kan förväntas ta ansvar över de konsekvenser olika tekniktillämpningar medför. Teknikvärderingen bör då utvecklas så förutsättningar ges för överbyggnad av de klyftor som idag ofta råder mellan teknik - teknisk utveckling och tillämpning - å ena sidan och allmänheten, som lever med tekniken och dess konsekvenser, å den andra.

Inom det teknikområde vi berört i denna rapport - energitekniken - är det inga som helst svårigheter att motivera behovet av teknikvärdering. Utvecklingen inom energiområdet är sådan att ny teknik måste utvecklas i snabb takt och gör så. De konsekvenser som medföljer denna teknik är svår att förutse, speciellt för gemene man. Det är därför motiverat att teknikvärdering kontinuerligt pågår inom t ex de kommunala förvaltningarna på ett förtroendeingivande sätt. Avsnittet om energifrågor på kommunal beslutsnivå visar också på behovet av ett planeringsunderlag inom den kommunala planeringen - som överensstämmer med syftena för teknikvärdering. Innan man når därhän med teknikvärdering krävs dock betydande utvecklingsarbete beträffande genomförande av teknikvärdering - samspelet mellan politiker, utredare (tjänstemän, konsulter m m) och olika producent- och konsumentgrupper i samhället. Diskussioner om teknikvärdering i kommunal förvaltning, och även inom andra förvaltningar för den delen, bör därför delvis föras i anslutning till de diskussioner som pågår om den demokratiska styrningen av kommunen.

De avsnitt i rapporten som berör den kommunala planeringen och energiteknik skall inte uppfattas som fullständiga redovisningar inom dessa områden. Syftet med dessa avsnitt är att ge ett underlag som belyser

behoven i kommunens energiplanering av en nära koppling mellan kunskap om planering i kommunen och energiteknik. Då samverkan mellan olika kommunala planeringsformer och energiförsörjningssystemens utformning är mycket komplex och mångfasetterad har vi inte mer än kunnat exemplifiera vilka samband som bör beaktas i en teknikvärdering inom detta område. Det väsentliga med denna rapport, som kallas en förstudie, har inte varit att ge uttömmande redovisningar utan snarare att visa på principerna.

Vi har, om än ytligt, försökt tillämpa teknikvärderingens principer på Nässjö kommun. I detta exempel kan man konstatera att det beslut kommunen står inför beträffande fjärrvärmeutbyggnad eller ej inte får fattas på enbart tekniskt-ekonomiska grunder. Sambanden mellan distributionsformen, olika energikällor och kommunala målsättningar för t ex befolkningsutvecklingen i olika delar av kommunen är väsentliga. Om dessa samband beaktas kan förmodligen en successiv utbyggnad av kollektiva distributionssystem över en längre tidsperiod motiveras. Gruppcentralsystem (närvarmesystem) kan byggas ut för att senare eventuellt kopplas samman till ett större fjärrvarmesystem. Dessa system kan dimensioneras för lågtemperaturinstallationer i byggnaderna. Det blir då möjligt att utnyttja torv i stor skala samtidigt som solvärme kan bli ett väsentlig komplement på sikt.

En utbyggnad av kollektiva distributionssystem och tillvaratagande av kommunens inhemska energiråvaror står i överensstämmelse med andra målsättningar för kommunen, t ex en satsning på centralortens centrala delar, som nu håller på att förvandlas till en stads-kärna utan bofasta. Å andra sidan är inte denna satsning på centrala staden och flerfamiljshusboendet i överensstämmelse med kommunens uttalade målsättning att 70 procent av lägenheterna i kommunen skall vara enfamiljshus och 30 procent skall ligga i flerfamiljshus. Denna motsättning visar hur ett val mellan olika tekniska system kan få politiska konsekvenser och att teknikvärderingen därför inte får bedrivas isolerad från kommunens beslutande organ.

Det bör klart understrykas att vi i denna rapport ej genomfört en teknikvärdering utan enbart tagit upp aspekter som bör beaktas vid genomförande av en teknikvärdering. Vi har i vår exemplifiering på Nässjö enbart beaktat energi för uppvärmning, vilket ej skall tolkas som om vi enbart anser denna del av energibalansen som viktig. Visserligen utgör energi för uppvärmning det dominerande behovet, men på sikt bör även transportsektorn vara en väsentlig del av den kommunala energiplaneringen, av orsaker som delvis framgår av bilaga 1. Riskerna för att transportsektorn planeras utifrån energibesparande syften i ett kort tidsperspektiv är stora. Till exempel är energispareffekterna stora i det korta tidsperspektivet om dåligt belagda busslinjer ersätts med en organisation för samåkning i bil. I det längre tidsperspektivet sker dock denna spareffekt

på bekostnad av möjligheter att i framtiden, då även fullsatta bilar utgör ett dyrt transportsätt, upprätthålla önskvärd kollektivtrafikstandard i glesare befolkade områden.

Idag utelämnar de flesta kommunerna transportsektorn i sin energiplanering, mest på grund av att de själva ej i någon större utsträckning anser sig kunna påverka utvecklingen inom denna sektor. I detta fall är det önskvärt med en bättre samordning mellan de länsvisa kollektivtrafikbolagen och kommunerna. Kommunerna bör mot bakgrund av samband som kan belysas i teknikvärderingsprojekt kunna motivera speciella önskemål som idag förbises av kollektivtrafikbolagen.

1. BAKGRUND TILL TEKNIKVÄRDERING INOM ENERGIOMRÅDET

1.2 En omvärldsbeskrivning

Under senare hälften av 1970-talet har energifrågorna kommit att inta en central position i vårt lands politik. Framför allt kom detta till klart uttryck då folkomröstning i kärnkraftsfrågan utlystes. Hela svenska folket skulle uttrycka sin mening om landets framtida energiförsörjning.

Att energifrågorna blivit så centrala för landets utveckling beror av det starka oljeberoendet, och då även utlandsberoendet eftersom några naturliga oljeförekomster ej finns i landet. Sedan 1950 är oljan den klart dominerande energiråvaran, ca 70 procent av den totala energitillförseln utgörs av olja.

Huvuddelen av oljeimporterna kommer från OPEC-länderna i mellanöstern vilket har orsakat en ökad oro beträffande vårt lands utlandsberoende och sårbarhet. De oroligheter och krig som nu förekommer i denna del av världen kan hastigt och drastiskt förändra förutsättningarna för den svenska energiförsörjningen. Under 70-talet har vi getts exempel på detta vid ett par tillfällen, även om det som inträffade vid dessa tillfällen var långt ifrån det allvarligaste som kan hända.

De geografiska områden som bedöms som lovande, när det gäller storskalig utvinning av olja, bortsett från Nordsjöoljan, ligger till stor del i politiskt labila områden, varför längre eller kortare avbrott i oljeleveranser är att räkna med.

De övergripande riktlinjerna har för vårt lands energiplanering därför blivit att reducera oljeberoendet och bygga upp förutsättningar för utnyttjande av uthålliga, helst förnybara och inhemska, energikällor.

Landets energipolitik och riktlinjer för energiplanering i kommunerna ger också uttryck för hur man bedömer produktionsutvecklingen av olika energislag. I första hand gäller det oljan. Oljeproduktionen har ökat exponentiellt sedan 1940-talet (se fig 1). De lagrade oljeresurserna har utvunnits i en takt som motsvarat efterfrågan, samtidigt som jordens oljetillgångar naturligtvis reducerats i motsvarande takt.

Resterade oljetillgångar blir svårtillgängligare och av lägre kvalitet, vilket gör oljan dyrare att producera. Samtidigt fortsätter efterfrågan att öka. WAES (Workshop on Alternative Energy Strategies) har uppskattat att världens produktion av olja inte kommer att vara tillräcklig för att motsvara väntad efterfrågan någon gång mellan 1985 och 1995, även om realpriset på energi skulle stiga med 50 %. WAES understryker att den tid närmar sig då oljeproduktionen inte längre

kommer att öka. Tidpunkten varierar givetvis beroende på vilka antaganden som görs, men i alla de alternativ som undersökts ligger den före sekelskiftet. (Se fig 1.)

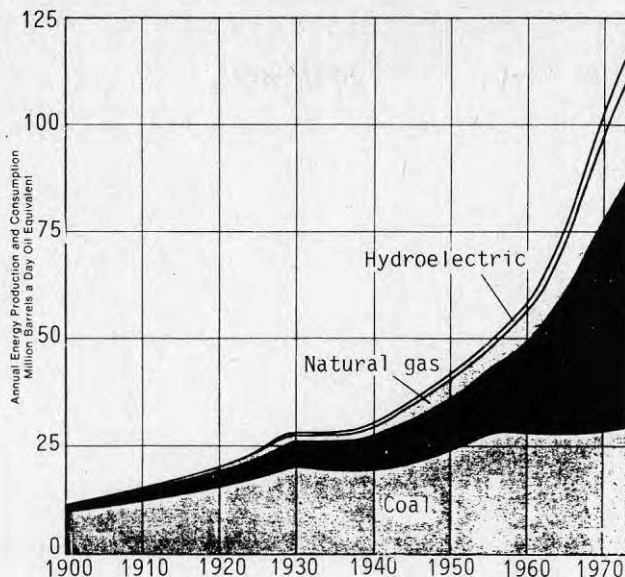


Fig 1 Energiproduktion och konsumtion i världen (källa: WAES; Energy - Global Prospects 1985-2000)

Sannolikheten för en framtida brist på olja ställer krav på att andra energiråvaror sätts in för att ersätta oljan. På lång sikt är det helt klart att landets energiförsörjning måste få en annan sammansättning än idag. För hela landets del är de tänkbara utvecklingslinjerna 20-30 år framåt baserade på kol, uran och förnyelsebara energikällor. Kombinationer mellan olika system blir nödvändiga, inte minst för att underlätta en successiv övergång mot mer långsiktiga energiförsörjningsalternativ på 2000-talet. Energipolitiken och energiplaneringen måste därför utformas så att möjligheten till ett framtida val av något eller några av dessa system bibehålles. Energisystemet bör således bygga på användning av många energislag och vara så utformat att det successivt kan anpassas till utvecklingen av ny teknik och förändrade förhållanden i vårt land och dess omvärld.

Om vi ser fram mot sekelskiftet utgör, förutom oljeberoende, avvecklingen av kärnkraften en högst betydande restriktion för energiförsörjningen. Redan idag måste man börja beakta konsekvenserna av denna avveckling vid planering och energihushållning i ny och befintlig bebyggelse. De åtgärder det då är frågan om berör de enskilda kommunerna och borde således komma till uttryck i olika kommunala planeringsformer, bl a den kommunala energiplaneringen och den fysiska planeringen. Enligt en enkät som Statens Industriverk ställt till landets samtliga kommuner (SIND 1980:5) redovisas ett mycket

svagt samband mellan energi och olika kommunala planeringsformer. Endast ett fåtal kommuner har t ex i sin bebyggelseplanering beaktat någon form av framtida fredskris beträffande energitillförseln. Inte heller har en planerad övergång till andra energiråvaror påverkat planering av bebyggelse, trafik m m.

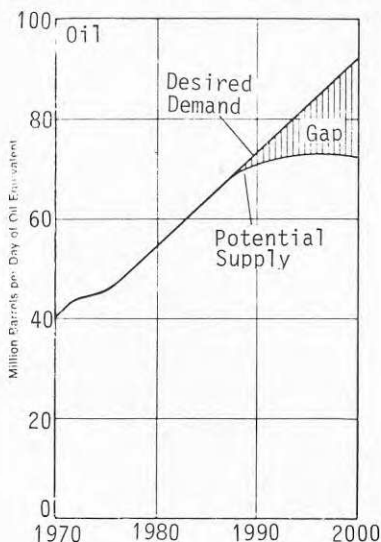


Fig 2 Efterfrågan och utbud på olja i den icke-socialistiska delen av världen
(källa: WAES: Energy - Global Prospects 1985-2000)

Energiplaneringen måste utgå från att energitillbudet i framtiden kommer att skilja sig i väsentliga avseenden från dagens, både i avseende på energikällans karaktär och belägenhet. En annan aspekt och planeringsförutsättning, som ofta negligeras pga sin svårhanterlighet, är att efterfrågan kan komma att ändra karaktär. Livsstil och uppfattningen om välfärd kan förändras på ett sätt som väsentligt påverkar energibehovet. Likaså kan en allmänt förändrad attityd till naturresurser inverka på vår energiomsättning. I ett större sammanhang kan den ekonomiska utvecklingen i olika världsregioner förändras på ett sätt som direkt påverkar fördelningen av jordens energiresurser, men som också kan påverka oss indirekt, dvs vår allmänna attityd till självförsörjning, hushållning o dyl.

Den tekniska utvecklingen påverkar givetvis det framtida efterfrågemönstret. När det gäller den tekniska utvecklingen har mest intresse riktats mot möjligheterna att tillvarata olika energikällor, medan dess påverkan på människans behov beaktats i mindre utsträckning. Parallellt med ökade kostnader för drivmedel exv sker en utveckling av kollektivtransportsystemen, som gör det bekvämare, snabbare och lättare att resa kollektivt i vissa lägen. Detta kan komma att medföra en radikalt förändrad attityd till kollektivresandet. Ännu är många beslutsfattare och planerare tämligen

kallsinninga inför förutsägelser om ett radikalt förändrat förhållande mellan det kollektiva och det privata resarbetet. Detta avspeglar sig även i att transporter ännu ej beaktas i den kommunala energiplaneringen.

Att inte efterfrågemönstrets förändring givits så stor betydelse vid förutsägelser om framtida energiefterfrågan kan man förstå av de prognoser som gjorts över energianvändningen i Sverige under 1970-talet. De prognoser som gjordes i början av 70-talet var i princip rena trendframskrivningar. Dessa beaktade ej, eller felbedömde helt, de planeringsförutsättningar som nämnts ovan - attityder, värdering, teknisk utveckling m m. Senare bedömningar är betydligt mer dämpade, bl a till följd av djupare insikt i efterfrågemönstrets förändring.

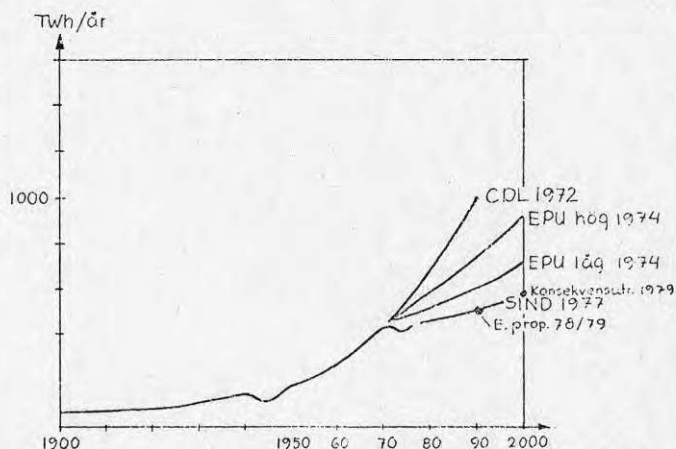


Fig 3 Energianvändningen i Sverige år 1900-1975 samt några prognoser åren 1975-2000

1.3 Energi och energitillgångar - några väsentliga begrepp

Energin kan betraktas under olika faser från källan till slutlig användning. Man talar då vanligen om energikällor, energiråvaror och energibärare. En energikälla (även energitillgång) avser en resurs (mineral, skog, vind, solstrålning etc) på jorden som innehåller sådan energi som kan utnyttjas i praktiskt bruk. Med energiråvara avses en energikälla i naturlig form, men utvunnen ur naturen (t ex stenkol, råolja, naturgas, ved, vind). Energibärare är energi i sådan form att den lämpar sig för distribution till och slutlig användning hos förbrukaren (t ex eldningsolja, hetvatten, elektricitet). För praktiskt bruk behöver energin i energikällan

eller energiråvaran i allmänhet passera ett eller flera av mellanleden utvinning, omvandling, lagring, distribution före den omvandlats till energibärare för slutlig användning.

Enligt läran om värmets omvandling till andra former av energi, den s k termodynamikens första huvudsats, kan energi varken skapas eller förintas utan endast omvandlas. De energiformer som människan har direkt användning för är värme, ljus och mekaniskt arbete. Andra energiformer - lägesenergi, kärnenergi och elektrisk energi t ex - måste således omvandlas till en energibärare vars energiform är värme, ljus eller rörelse.

Det är vid övergång från en energiform till en annan som energin är intressant och som den kan utnyttjas till att utföra något. Det är energiekonomiskt att ha så få övergångar från en energiform till en annan, då en viss värmemängd alltid avges och förloras vid själva omvandlingen. För att förstå hur energin mest effektivt skall utnyttjas är det också nödvändigt att beakta olika energiformers kvalitet. Energi-formens kvalitet hänger samman med hur åtkomlig energin är för att utföra ett arbete. När energin omvandlas från en energiform till en annan minskar kvaliteten, åtkomligheten för arbete. Det är alltså mest energiekonomiskt att utnyttja energi, vars källa och råvara utgörs av en energiform som kvalitetsmässigt är närstående de krav som ställs av det arbete som skall utföras.

Elektrisk energi t ex är av högre kvalitet än kärnenergi, som i sin tur är av högre kvalitet än kemisk energi, som i sin tur är av högre kvalitet än nyttig värme. För uppvärmningsändamål är det således mer energiekonomiskt att utnyttja kemiskt bunden energi i biomassa t ex än brännolja eller kärnenergi omvandlad till elektricitet.

Med resonemanget ovan är det också lätt att inse fördelarna av att låta högkvalitativ elenergi omvandlas till exempelvis rörelseenergi (mekanisk energi) för drift av en maskin, varefter den avgivna spillvärmens i luft och kylmedia kan utnyttjas vidare för lokaluppvärmning eller tappvarmvattenberedning via värmepump t ex. En sådan koppling av olika verksamheter till varandra brukar benämnas kaskadkoppling. Energins förmåga att utföra arbete i de olika omvandlingsstegen utnyttjas då på bästa sätt.

Den förmåga ett system har att uträtta ett arbete är inte detsamma som dess energi, utan hänsyn måste också, som nämnts ovan, tas till dess kvalitet. Förmågan att uträtta arbete kallas ibland exergi. Exergin tar alltså hänsyn till alla faktorer som påverkar förmågan att utföra ett arbete.

För genomförande av kommunal energiplanering är det inte tillräckligt att enbart beakta energibegreppet. För att kunna hushålla med knappa energiresurser är det viktigt att närmare studera olika användningsområdens krav på energikvalitet och vilket exergiinnehåll tillgängliga energiresurser representerar. En förståelse för hur energin på mest effektiva sätt kan utnyttjas underlättar bl a en bedömning av vilka konsekvenserna blir av att exempelvis s k alternativa energislag införs.

Energi kan, som tidigare nämnts, ej skapas. De energitillgångar vår existens måste sätta sin tillit till utgörs av energi överförd från solen. Dessa kan delas in i två huvudkategorier, nämligen de genom solstrålning förnyelsebara energikällorna och de lagrade, som pga den långsamma förnyelsetakten kan betraktas som ändliga energiråvaror. Omsättningen i världens energiförsörjningssystem bygger f n till ca 15 % på de förnyelsebara energikällorna. Resterande 85 % härrör från ändliga energiråvaror.

Till de förnyelsebara energikällorna räknas direkt solstrålning och korttidslagrad solenergi i form av bl a vattenkraft, vindkraft och växtmaterial. Endast hälften av den infallande solstrålningen når jordytan och ger där upphov till växtlighet, vindar, avdunstning, nederbörd och uppvärmning av jorden. Resterande del av solstrålningen mot jorden reflekteras eller övergår till värme utan att nå jordytan. Den totala solstrålning som når ned till jordytan blir då i genomsnitt ca 1 500 kWh/m², år. I Sverige är motsvarande värde mellan 800 och 1 000 kWh/m², år. Den totala tillförseln av solenergi till jordytan är ca 10 000 - 15 000 gånger större än omsättningen i världens kommersiella energiförsörjningssystem.

Den infallande solstrålningen kan utnyttjas för energiändamål genom omvandling till värme, omvandling till elektricitet eller omvandling till kemiskt bunden energi. Solenergi kan korttidslagras före omvandling till energibärare för slutlig omvandling som: biomassa, vattnets kretslopp, vind, vågrörelse, vatten-temperaturgradient m m.

De ändliga energikällorna kan delas in i två kategorier, nämligen dels fossila bränslen som utgör långtidslagrad solenergi, t ex kol, olja, gas, skiffer och torv, dels kärnbränslen, t ex uran och thorium som härrör från processen då jorden bildades. För svenskt vidkommande är det i princip endast tre typer av lagrade, ändliga energiråvaror som kan ge betydande tillskott till energiförsörjningen. Det är uran, torv och skiffer.

1.4 Energi - en aspekt på samhällsutvecklingen*

En svensk använde år 1850 i genomsnitt ca 3,5 MWh per år i form av ved, kol eller koks. Hantverksproduktion och skråväsende dominerade. Industrin var främst samlad till regioner med tillgång till råvaror, ved, kol och strömmande vatten för drift av maskiner och processer. Invånarantalet var 3,5 miljoner. Ca 80 % av människorna ägnade sig åt jordbruk med binäringar och 10 % bodde i tätorter. Ett hundra år senare hade Sveriges befolkning fördubblats. År 1950 bodde 66 % i tätorter. Medelsvensken använde 21 MWh energi per år. Av denna kom 38 % från kol, 32 % från olja, 18 % från ved och 12 % från vattenkraft. År 1975 var invånarsiffran uppe i 8 miljoner och energianvändningen 56 MWh per person och år varav 70 % utgjordes av olja. Över 80 % av befolkningen bodde i tätorter.

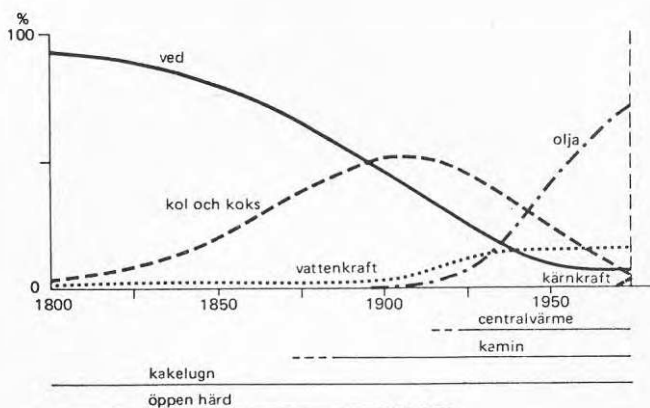


Fig 4 De olika energislagens andel av Sveriges energiförsörjning 1800-1975 samt uppvärmningsanordningar under samma period
(källa: Rapport nr 409 från framtidsstudien "Energi och samhälle")

Under hela 1800-talet var veden det dominerande energislaget. Veden användes till husbehov och endast en liten del såldes. Transportkostnaderna var på denna tid så höga att en industriell utveckling inte var möjlig, annat än där kombinationen av ved och andra råvaror var ovanligt gynnsam. Införandet av kol innebär därför inte bara ett nytt bränsle, utan dessutom ett bränsle med sådana egenskaper att en industriell

* Stora delar av detta avsnitt är hämtat från framtidsstudien "Energi och samhälle" - Sekretariatet för framtidsstudier.

utveckling blev möjlig. Produktionen kunde koncentreras utan att transportkostnaderna för energin blev orimliga. Stordriftsfördelar kunde tillvaratas och den samhällseliga organisationen förändrades gradvis. Den ökande arbetsdelningen både möjliggjorde och förutsatte en ökad produktion. Olja och el, som började märkas mer tydligt på 30-talet, underlättade nya levnadssätt. Bekvämligheten ökade, tidsåtgången för att sköta uppvärmning och olika hushållssysslor minskade.

Ökningen i oljeförbrukning sedan 50-talet har bl a be-
hövts för att klara ett allt mer utspritt boende till
följd av att de tidigare "slutna" byarna började brytas
upp. Folk flyttade till större orter där arbetsut-
budet var större och mer skriftande. Samtidigt skedde
utbyggnaden av samhällsfunktionerna först i tätorterna
bl a till följd av förändrade boendeformer och ändrade
former på den service vi behövde. Släkt och familj
har under alla tider haft en stor del av ansvaret för
omvårdnaden av barn och gamla. Detta har blivit svår-
rare att upprätthålla när avstånden är stora och
människor i allt större utsträckning har kommit att
delta i arbetslivet utanför hemmet. Lösningen blev
först inhyrd arbetskraft i familjen, sedan daghem,
sjukhus, ålderdomshem. Kraven på lokaler och trans-
porter ökade. Trots ökad bekvämlighet fick människorna
mer ont om tid. I vilket fall blev de energimässiga
följderna krav på snabba transporter och tidsbesparande
hushållsapparater. Och omvänt - dessa förändringar
skulle knappast ha kunnat genomföras utan en ökad
energianvändning.

Av den ovan kortfattade historiska beskrivningen över
energianvändning och dess samband med övrig samhälls-
utveckling kan man sammanfattningsvis konstatera att
energiförsörjningen griper in i de flesta verksamheter.
Olika energiförsörjningsalternativ påverkar direkt be-
byggelsens utformning, såväl konstruktion som planlägg-
ning, industri och transporter. Normalt beaktas i
huvudsak dessa funktioner i samhället då konsekvenser
av olika energiförsörjningsalternativ diskuteras. Av
beskrivningen ovan framgår även att indirekta konse-
kvenser medföljer olika energiförsörjningssystem. På-
visbara samband finns mellan energi och ekonomi, även
om oklarheten är stor över hur dessa samband ser ut,
mellan energi och välfärd, mellan energi och syssel-
sättning, mellan energi och kultur samt mellan energi
och olika verksamheters organisation - anläggningars
storlek och ägandeförhållanden.

I den kommunala energiplaneringen beaktas framför allt
bebyggelsen. Industrins energiomsättning beaktas i
viss utsträckning medan transporter nästan aldrig in-
går i energiplaneringen. De indirekta sambanden är
ännu så oklara att de ej kan behandlas i den praktiskt
inriktade energiplaneringen. Vid en bedömning av oli-
ka energiförsörjningsalternativ är det dock önskvärt
att man börjar beakta indirekta konsekvenser, framför

allt om man önskar ge energiplaneringen ett tidsperspektiv som motsvarar energisystemens livslängd. I tidsperspektiv på 10-20 år är det således önskvärt att energiförsörjningen även sätts i relation till sociala, kulturella och ekonomiska förhållanden i kommunen och ej enbart till de fysiska.

Bland de sociala och socioekonomiska konsekvenserna olika energiförsörjningssystem medför kan olika välfärdskomponenter studeras. Hur påverkas olika kategorier av människor av t ex förändrade transportförutsättningar eller av ökade kostnader för enfamiljsbostäder, till följd av ett visst val inom energiförsörjningsområdet? Är det möjligt att försöka uppnå eller underlätta uppnåelsen av bostadssociala mål genom val av ett energiförsörjningssystem som passar den skala och den bebyggelse det är fråga om? Hur påverkas möjligheterna till arbete i kommunens olika delar av att kommunen planerar energiförsörjningen på ett eller annat sätt?

Den typ av frågor som ställs ovan är svåra att besvara. Försök bör ändå göras att i energiplaneringen föra ett resonemang om de socioekonomiska konsekvenserna. I en första omgång blir naturligtvis detta resonemang enkelt och inte så djuplodande. I nästa omgång har dock en viss erfarenhet förmodligen uppnåtts beträffande de sociala konsekvenserna, till följd av att de uppmärksamats tidigare, om än på ett enkelt sätt.

De kulturella aspekterna på energiplanering är svåra att väga in då de hänger så intimt samman med en rad andra faktorer förutom energi. Ändå är det av vikt att t ex energisparplanering i äldre bebyggelse sätts in i den kommunala energiplaneringen. Åtgärder som planeras i energibesparande syfte kan därmed anpassas till eventuellt förändrade förutsättningar som kommer att gälla längre fram. Kanske även benägenheten att bevara kulturminnesvärd bebyggelse ökar om man kan se en lösning på uppvärmningsproblemet.

Mellan energiförsörjning och varuproduktion finns ett kortsiktigt samband. Den ekonomiska utvecklingen störs av snabba och oförutsedda kast på energiområdet. Stiger energipriset med t ex 10 % så sjunker energianvändningen med storleksordningen 5-10 %, enligt statistiska undersökningar. Grovt sett verkar industrin vara känsligare än enskilda hushåll.

På lång sikt - 10 till 20 år - tycks det dock finnas avsevärda anpassningsmöjligheter. Om möjligheterna att ersätta energi med kapital och arbetskraft är tillräckligt stora och under förutsättning att den tekniska utvecklingen fortsätter, verkar det som om stigande energipriser inte nämnvärt skulle begränsa den ekonomiska utvecklingen. "Modellen" för det långsiktiga sambandet mellan energi och ekonomisk tillväxt skulle närmast vara att båda bestäms av samhällsutformningen, men knappast på något lagbundet sätt av varandra.

Liksom beträffande de sociala konsekvenserna av olika energiförsörjningsalternativ bör hypoteser och antaganden göras inom den kommunala energiplaneringen om den ekonomiska utvecklingen och samhällsutformningen på sikt. Hur påverkas kommunens ekonomi av en sanering av den stora tätortens centrumområde och en utbyggnad av fjärrvärme i samband med detta? Är det mer strategiskt att bygga ut kollektiva lågtemperaturuppvärmningssystem i de mindre randorterna med tanke på kommunens utvecklingsmöjligheter?

1.5 Kommunal energiplanering

Så som kort redovisats ovan har energiförsörjningsläget förändrats under senare år. På goda grunder kan man förutse en fortsatt förändring av försörjningsläget. Detta motiverade tillkomsten av lagen om kommunal energiplanering. En lag som sedan 1977 ålagt landets samtliga kommuner ett planeringsansvar inom energiområdet. Kommunerna skall i sin planering främja hushållning med energi och verka för en säker och tillräcklig energitillförsel. Dessutom skall kommunerna vid sin planering undersöka förutsättningarna för samverkan inom energiområdet med annan kommun eller betydande industri.

Planeringsansvaret är begränsat till sådana delar av energiområdet som faktiskt omfattas av kommunernas planering. Som exempel på planeringsområden där kommunens beslut påverkar behovet av energi och därmed förbrukningen, kan nämnas fysisk planering, trafikplanering och upprättande av bostadsbyggnadsprogram. Kommunen kan där påverka val av allmänna lösningar för markhushållning, bebyggelseplanering, kommunikationsleder m m.

Under 1979 har Statens Industriverk (SIND) bedrivit en omfattande enkät- och kontaktverksamhet. Ett viktigt syfte med denna verksamhet har varit att inhämta kunskap om och redovisa planeringsläget i landets kommuner. I SIND PM 1980:5 har detta planeringsläge redovisats och kan kortfattat beskrivas enligt följande:

- kommunernas energiplanering är ojämnt utvecklad, t ex förekommer stora skillnader vad gäller omfattning och innehåll
- kommunerna planerar för en omfattande utbyggnad av fjärrvärme
- en stor planerad ökning av spillvärmeutnyttjande redovisas
- av uppgifterna framgår att de tekniska möjligheterna att snabbt övergå till inhemska bränslen är små
- samband mellan energiplanering och annan kommunal planering förekommer i liten utsträckning i organiserad form.

I en senare rapport om kommunernas oljeberoende har SIND redovisat en utfrågning av 88 kommuner. Av denna redovisning framgår att 73 kommuner av 88 ej har behandlat transportsektorn i energiplaneringen, 59 har ej beaktat industrisektorn och 24 har ej beaktat övrigsektorn. Likaså redovisar denna enkät en dålig relation mellan rikspolitiska intentioner och den kommunala energiplaneringen. Exempelvis svarar 37 kommuner att de ej strävar efter ett flexibelt energisystem och 45 svarar att de ej tar hänsyn till ett eventuellt kommande förbud mot direktverkande elvärme.

Generellt sett verkar de nedstående enkätsvaren kunna motiveras med dels bristande resurser och delse bristande kunskaper. Så till exempel svarar många kommuner att de saknar styrmedel och därmed motivation för en mer omfattande energiplanering. Med djupare insikt i sambanden mellan energi och annan verksamhet samt uttalade målsättningar i ett längre tidsperspektiv (10-15 år) borde möjligheterna att planera markanvändningen och då i första hand bebyggelsen och trafiken uppfattas som ett tillräckligt starkt styrmedel. Likaså anger många kommuner att det är andra myndigheters sak att planera utvecklingen av transporter, industri etc ur energisynpunkt. Kommunen själv saknar erforderlig kompetens och känner en osäkerhet inför de komplicerade energifrågorna.

1.6 Behov av teknikvärdering - projektets syfte

Den tekniska utvecklingens betydelse för hela samhällets utveckling har i samhällsplaneringen inte uppmärksamats i någon större utsträckning. Under 70-talet har dock ett intresse vuxit fram som i många stycken kommit till uttryck i hård kritik mot teknik och ett okritiskt ställningstagande mot tekniken. I modeller och ekvationer som ställts upp som förklaring på vår ekonomiska utveckling har t ex tekniken och dess inverkan på samhällsutvecklingen förpassats till en restterm. Denna restterm har inte getts speciell uppmärksamhet, utan generellt åsatts ett "förklaringsvärde" på såg 10 procent. De analyser som gjorts har huvudsakligen berört kostnader för arbetskraft, kapital, sociala avgifter etc, räntelägen, lånemöjligheter m m, dvs ekonomiska och sociala förhållanden. En rättvisande bedömning av teknikens betydelse har därmed inte varit lätt att göra. Däremot har det varit lättare att se de negativa konsekvenser viss teknik har medfört.

Under 70-talet övergick i många fall den okritiskt negativa synen på teknik till en mer nyanserad syn, där vikten av att bedöma teknikens såväl positiva som negativa konsekvenser framhövdes. I denna anda fick begreppet teknikvärdering en bättre grogrund än tidigare och i många länder inrättades speciella organ för teknikvärdering.

Den teknik och de tekniska system som kan anses som angelägna att teknikvärdera karaktäriseras av:

- hög komplexitet och avancerad teknologi
- höga utvecklingskostnader
- stor betydelse för samhällsutvecklingen
- stark koppling till naturresurshushållning
- stark inverkan på miljön

Teknikvärderingen motiveras då bland annat av att denna teknik/tekniska system:

- ställer nya ofta tidigare okända krav på människan
- medför höga kostnader som innebär ett stort risktagande och stor obenägenhet att avbryta "misslyckade" projekt
- medför långtgående konsekvenser med stor spridning bland samhällets olika verksamheter
- kräver beslut vars konsekvenser är långsiktiga
- kräver en systematisk analys vid beskrivning av tänkbara konsekvenser

Den tekniska utvecklingen med ovanstående egenskaper griper in i samhällets alla delar - sociala förhållanden, fysiska uppbyggnad, ekonomi, kultur, utbildning m m. En teknikvärdering bör således utifrån en beskrivning av tekniken/det tekniska systemet så allsidigt som möjligt redovisa konsekvenserna.

En bedömning av den energitekniska utvecklingen och de krav på beslutsunderlag som kan krävas inom den kommunala energiplaneringen motsvarar de förutsättningar som brukar föras fram som argument för genomförande av en teknikvärdering.

Inom energiområdet befinner vi oss nu i något som kan kallas en brytpunkt. En insikt i de förutsättningar som gäller för en framtida energiförsörjning ställer nu krav på planering inom energiområdet som ej funnits tidigare. En kommunal energiplanering bör underlätta uppbyggnaden av ett robust samhälle som tål förändringar. För detta krävs ett planeringsunderlag som kan fungera trots ändrade förutsättningar och som berör kommunen som helhet.

Bättre kunskap och kompetens eftersträvas då för att:

- kunna föra in energiaspekten i övrig kommunal planering

- kunna hantera de målkonflikter som uppstår inom den sektorövergripande energiplaneringen
- kunna hantera det långa tidsperspektiv som gäller för de energitekniska och fysiska lösningar som skall värderas
- kunna bedöma olika energiförsörjningsalternativ i förhållande till varandra utifrån kommunala utvecklingsmål
- kunna realisera de intentioner staten låter komma till uttryck i olika former av styrmedel

Den tidigare nämnda enkäten, vars svar redovisas i SIND PM 1980:5, visar klart att ett planeringsunderlag som motsvarar de ovan uppställda kraven idag saknas. Utvecklingen inom energiförsörjningsområdet liksom i den s k omvärlden är sådan att de nämnda kraven på energiplaneringen kommer att skärpas snarare än minska. Detta gör det väsentligt att i kommunerna på ett medvetet sätt försöka analysera olika energiförsörjningsalternativ fram mot sekelskiftet. Målen för kommunens energiplanering och möjliga alternativa energiförsörjningssystem skall klart uttryckas liksom tänkbara åtgärder och konsekvenser.

De teknikvärderingsstudier som bedrivits i Sverige, men framför allt utomlands, har ofta ett syfte som i stort motsvarar de krav som kommer att ställas inom energiplaneringen.

Syftet med denna rapport är att i enlighet med principer för teknikvärdering:

- redovisa motiv för en teknikvärdering inom energiområdet
- visa hur en teknikvärdering kan läggas upp
- ge exempel på vilka bedömningskriterier som kan beaktas
- kort diskutera hur teknikvärdering skall kunna bli en del av den kommunala planeringen.

2. ENERGIFRÅGORNA PÅ KOMMUNAL BESLUTSNIVÅ

2.1 Kommunernas energiomsättning

Kommunerna är inblandade i samhällets energiomsättning på tre olika sätt

- producenter av el, fjärrvärme och gas
- distributörer av el, fjärrvärme och gas
- konsument av energiråvara och energibärare

Det är svårt att få en entydig och total bild av den kommunala delen av landets energiomsättning. Några siffror som ger en uppfattning om storleksordningen skall ändå ges. I figur 5 beskrivs kommunernas samlade energiomsättning 1979.

Totalt utgör den kommunala energiomsättningen ca 85 TWh 1979. Det är ca 20 % av landets samlade energiomsättning, som på detta sätt handhas av kommunen.

Omkring 42 % av eldistributionen (inklusive egen producerad elkraft) i landet handhas av kommunen.

Energiråvaror och energibärare för kommunernas energiomsättning	Användningsområden i kommunen TWh					
	Fjärrvärme	Kommunal elproduktion	Kommunal eldistribution	Stads-gas	Uppvärmning av kom byggn med egna oljepannor	Transporter
Olja Eo 1	0,45	(0,4)	0,4	-	4,5	-
Olja Eo 2-5	27,15	-	-	-	5,9	-
Sopor avfall	0,75	-	-	-	-	-
Vattenkraft	-	(6,4)	6,4	-	-	-
Mottryckskraft	-	(5,2)	5,2	-	-	- *
Inköpt el	0,04	-	24	-	-	-
Masugngas	0,25	-	-	-	-	-
Drivmedel (bensin, ej ledn bunden)	-	-	-	1,12	-	8,00
TOTALT	28,64	(12,0)	36,0	1,12	10,4	8,00
Förluster ~	2,4	-	3,6	0,02	-	-

Fig 5 Kommunernas samlade energiomsättning 1979 i TWh
 *El-användning för transporter är inte angiven
 (källa: PM 19800522 Svenska kommunförbundet.
 Föredrag av civ ing Sigvard Olsson K-Konsult:
 Kommunernas roll i utvecklingen på energi-
 området, 800901)

För fjärrvärmens och stadsgasen är motsvarande siffror 98 % respektive 100 %. Ca 10 % av energiomsättningen inom transportsektorn sker i kommunal regi (kollektiv trafik och övriga interna transporter).

Av landets samlade oljeimport används ca 22 % (38,4 TWh) av kommunerna.

Av landets samlade import av övriga oljeprodukter (drivmedel) används ca 6 % (9,12 TWh) av kommunerna.

Om man anger ett genomsnittligt energipris av 0,15 kr/KWh skulle kostnaden för den samlade kommunala energiomsättningen uppgå till ca 12,75 miljarder kronor och därmed utgöra ca 20 % av de kommunala bruttokostnaderna. Givetvis kan kommunen ta in en stor del av dessa kostnader i form av taxor. Inte minst inom fjärrvärmens och el-distributionen är kostnadstäckningen i det närmaste total. Här finns dock vissa skillnader mellan små och stora kommuner. När det gäller stadsgasen är den genomgående en förluskälla för kommunen, sedan man av arbetsmiljöskäl gått över till att producera den av butan eller lättbensin.

2.2 Kommunen som energikonsument

Kommunernas egna kostnader för energi är:

- bränsle och drivmedel	946 Mkr
- el, gas, värme, vatten	<u>1 197 Mkr</u>
	2 143 Mkr

(Källa: Kommunernas finanser 1976 SCB.)

Dessa kostnader är ca 4 % av de kommunala bruttokostnaderna.

Totalt kan energiomsättningen, med kommunen som energikonsument, beräknas till ca 17,5 TWh. Detta är ca 4,3 % av landets totala energiomsättning.

I figur visas procentuell fördelning av energiförbrukningen i kommunala byggnader och anläggningar.

Skolorna är storförbrukare av olja. Drygt 40 % av kommunernas oljeförbrukning faller på denna byggnadskategori. Till de större förbrukarna hör även hyresfastigheter, vårdhem, fritidsanläggningar och förvaltningsbyggnader.

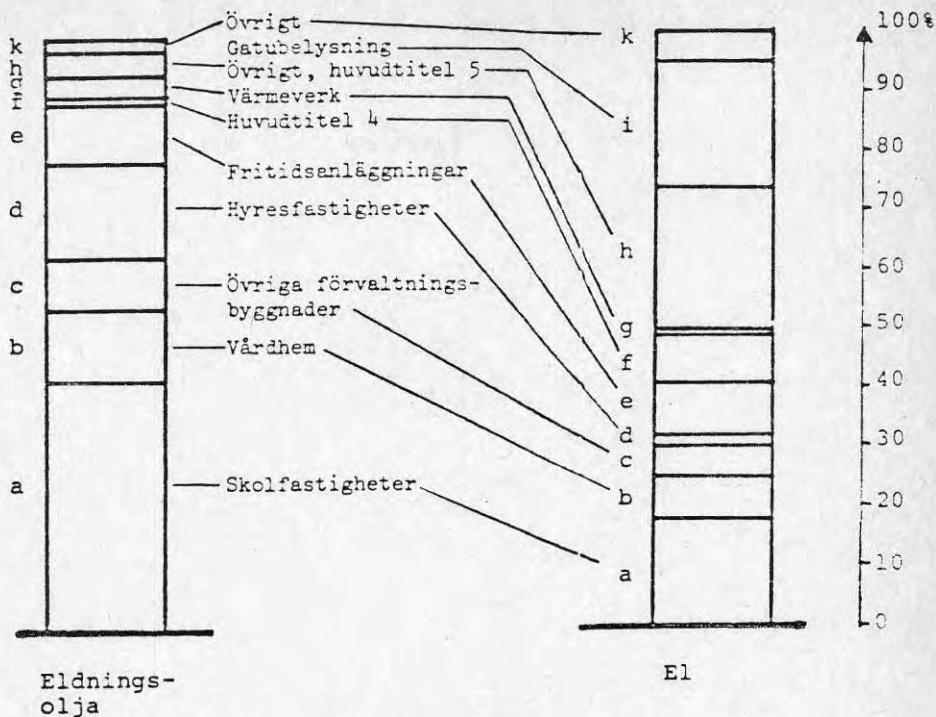


Fig 6 Energiförbrukningen i kommunala byggnader och anläggningar
(källa: Energisparkkommittén: "Spar energi i kommuner och landsting")

I figur 7 sammanfattas bilden av kommunernas energiomsättning. Drygt 4 % av landets samlade energitillförsel används av kommunerna i egna byggnader och anläggningar (1). Som konsumenter, producenter och distributörer svarar kommunerna för ca 20 % av landets energiomsättning (2). Om dessutom kommunens roll som samordnare av en rad åtgärder när det gäller infrastruktur, transportsystem, sysselsättning osv tas med så kan vi konstatera att uppåt 50-75 % av landets energiomsättning är mer eller mindre beroende av planering och beslut på kommunal nivå (3). De beslut som därvid fattas och det genomförande som därvid kommer till stånd har en lång tidsutsträckning.

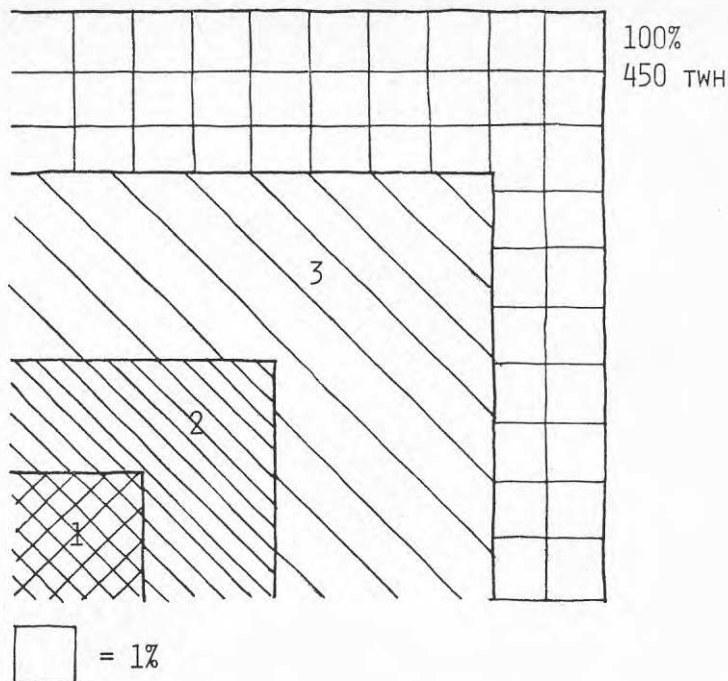


Fig 7 Landets energiomsättning och sambandet med beslut på kommunal nivå

1. Kommunen som konsument ca 4.3 %.
2. Kommunen som konsument, producent och distributör ca 20 %.
3. 1 + 2 och dessutom kommunen som samordnare, kontrollorgan och planeringsorgan.

2.3 Kommunala planeringsformer och planeringssystem

Den kommunala planeringen är riktad mot en mängd olika områden. Dels har den vuxit fram ur kommunernas eget behov av en bättre planering av verksamheten, dels är den beroende av statens intresse att få vissa uppgifter lösta lokalt.

För att strukturera alla de olika planeringsformerna i kommunen, på ett överskådligt sätt, och samtidigt få en bild av kommunens roll relativt andra intressenter i planeringsprocessen kan en indelning enligt matrisen i figur 4 göras. Denna matris bygger dels på huvudtitlarna i den kommunala kontoplanen, dels på en indelning i egenplanering, samordningsplanering och styrningsplanering. Dessa begrepp kan förklaras enligt följande:

- egenplanering dvs planering av den egna produktionen eller verksamheten. Verksamhetsplanering och projektering av enskilda objekt. Ex socialvård, va-anläggningar eller en enskild barnstuga.
- samordningsplanering dvs planering av verksamhetsområden där kommunen inte är ensam huvudman eller ansvarig. Ex fysisk planering och bostadsbyggnadsprogram.
- styrningsplanering dvs planering av områden där kommunen endast kan förlita sig till indirekt påverkan av andra intressenters agerande, med hjälp av den verksamhet som kommunen kontrollerar. Ex näringslivsplanering, sysselsättningsplanering och åtgärder mot social utslagning.

	EGEN- PLANERING	SAMORDNINGS- PLANERING	STYRNINGS- PLANERING
Gemensam kommunadministration och finansiering	Ekonomisk planering Verksamhetsplan. Uppföljning Personalplanering Lokalplanering Underhållsplanering	Fysisk planering	Remissvar på statlig planering (t ex länsplanering)
Arbete och näringsliv	Beredskapsplanering		Sysselsättningsplanering Näringslivsprogram
Mark		Markförsörjningsprogram	
Bostäder	Verksamhetsplan. Lokalplanering	Bostadsbyggnadsprogram	Åtgärder mot bostadssegregation
Kommunikationer	Verksamhetsplan.	Trafiköversikt Lokal trafikförsörjningsplan Vägplanering	Åtgärder för att förbättra trafiksäkerheten
Fritid	Verksamhetsplan. Lokalplanering	Kommunal fritidsplan	
Energi, vatten och avfall	Verksamhetsplan. Lokalplanering		Energiplanering
Utbildning	Verksamhetsplan. Lokalplanering		
Social omsorg	Verksamhetsplan. Lokalplanering	Barnomsorgsplan Äldreomsorgsplan Serviceplan i qlesbygd	Åtgärder mot social utslagning
Miljö- hälso- och samhällsskydd	Verksamhetsplan.	Skyddsrumspan. Civilförsvarsplan	Naturvård Åtgärder mot miljöförstörrelse

Fig 8 Kommunal planering - struktur
(källa: Huvudtitlar i kommunal budget och artikel i Plan 2/79 av C F Ahlberg)

I figur 8 har olika planeringsformer placerats in enligt denna indelning. Energiplanering har därvid klassats som styrningsplanering inom området "energi, vatten och avfall". Det kan i och för sig upplevas som tveksamt om energiplaneringen på detta sätt kan avgränsas till en sektor. Inom ramen för hela det kommunala planeringssystemet måste ju energifrågorna vägas in i en rad olika planeringsformer och olika kommunala verksamheter.

Energiplaneringen är således lika mycket samordningsplanering och egenplanering som styrningsplanering.

Energisparande i befintlig bebyggelse, energisnålare transportmedel, förändrat färdmedelsval samt nya eller tillbyggda fjärrvärmesystem är exempel på åtgärder som kan få betydelse inom en 10-15 årsperiod. Dessa åtgärder kräver en samordning på kommunal nivå. Egenplaneringens betydelse för kommunens energiplanering är väsentlig, då ca en femtedel av kommunernas energiomsättning används av kommunerna i egna byggnader, anläggningar och verksamheter.

2.4 Statliga styrmedel i kommunal energiplanering

För att åstadkomma ökad försörjningstrygghet krävs att vårt oljeberoende minskas kraftigt. Detta skall ske bl a genom energihushållning, ökad användning av fasta bränslen och nya energislag.

Hushållningsåtgärder skall vidtas inom samtliga samhällssektorer. I proposition 1979/80:170 framhålls att åtgärder för energihushållning inom samhällets olika delar bör översiktligt samordnas, planeras och avvägas. Ett samlat program för energihushållning under perioden t o m år 1990 aviseras. Programmet kommer att omfatta åtgärder inom bebyggelse, näringsliv och transportsektorn. Som exempel kan nämnas insatser för att ändra energibesättningen och åtgärder inom ramen för kommunal energiplanering.

Under våren 1981 fattade riksdagen beslut om ökade insatser för besiktning, rådgivning, utbildning och information. Låne- och bidragsdelen, som tidigare var det starkaste styrmedlet, togs bort ur energihushållningsprogrammet, med motiveringen att lönsamheten i energisparåtgärderna var incitament nog. Kommunerna avses bygga upp en effektiv rådgivnings- och besiktningssverksamhet för att styra åtgärderna till rätt åtgärd i rätt hus vid rätt tidpunkt. Sparåtgärderna måste avvägas mot åtgärder för energitillförseln.

Tyngdpunkterna i de statliga åtgärderna riktade mot näringslivet ligger på åtgärder som information, utbildning och rådgivning. Administrativa styrmedel riktade mot näringslivet utreds.

Inom transportområdet krävs åtgärder för att minska behovet av transporter som är oljebaserade genom

att t ex bygga ut kollektivtrafiken och genom att se till att transportererna sker så energisnålt som möjligt.

De allmänna riktlinjerna, så som de kommer till uttryck i olika propositioner, är av stor betydelse för kommunernas energiframtid. De detaljstyr inte den kommunala verksamheten inom energiområdet men pekar istället på den utveckling som kommunerna bör räkna med. Detta är av avgörande betydelse för kommunernas energiplanering men också all annan kommunal verksamhet.

En mer konkret styrning av valet av energikälla, råvara, bränsle och användning kan staten utöva genom prispolitik, ekonomiskt stöd, lagstiftning, normer, råd och anvisningar. Betecknande för det stora antalet lån- och bidragsformer, lagar och normer är den stora spridningen. För att dessa skall kunna samordnas och utnyttjas på ett för kommunen effektivt sätt krävs en god överblick över styrmedlen, men framför allt en målinriktning av den kommunala energiplaneringen. Saknar kommunen en sådan samordning kan styrmedlen förhindra en på sikt önskvärd utveckling inom energispar- och energiförsörjningsområdet. Styrmedlen verkar då som stimulans för kortsiktiga åtgärder, vilka ej behöver samverka mot långsiktiga mål för kommunens energiplanering.

Enligt § 136a byggnadslagen krävs tillstånd av regeringen för lokalisering av verksamhet av väsentlig betydelse för hushållning med energi. Obligatoriskt avser prövningen nybyggnad av vissa särskilt angivna energikrävande anläggningar samt anläggningar för eldnings med fossilt bränsle med tillförd effekt överstigande 500 MW.

Enligt byggnadsstadgans § 44 skall byggnad utföras så att den möjliggör god energihushållning. Tillämpningsföreskrifter har därvid utfärdats som ett komplement till Svensk Byggnorm.

Enligt § 9 byggnadsstadgan skall kommunerna ansvara för att energihushållningen beaktas i den fysiska planeringen. Denna paragraf kan ses som en viktig formell inriktning på samordning av olika planeringsformer för att nå mål i den kommunala energihushållningen.

Annan lagstiftning som rör energifrågorna på lokal nivå är exv:

- ellagen (SFS 1902:71)
- lagen om vissa rörledning (SFS 1978:160)
- lagen om allmänna fjärrvärmeanläggningar (SFS 1976:838)

En genomgång av lagstiftning på energiområdet som

gjorts i DSI 1980:16 "De statliga energimyndigheterna - arbetsfördelning och samverkan", ger vid handen att utformningen av energitillförselsystem inte får prövas av staten på annat sätt än genom att enskilda anläggningar prövas efter hand. Det finns inte något klart legalt utrymme för staten att pröva hela system för försörjning av energi till kommuner eller regioner. Detta förhållande kan knappast underlätta en samordning av energiplanering inom kommunens olika förvaltningar.

2.5 Kommunala styrmedel i energiplaneringen

Av de kommunala styrmedlen är inflytande via ägande, normer och föreskrifter av särskild betydelse.

Kommunen kan utnyttja dessa styrmedel för en styrning-/påverkan som kan vara direkt eller indirekt. Som ägare till hetvattencentraler, fjärrvärmearläggningar, kraftverk m m kan kommunen direkt påverka investeringar och drift av dessa anläggningar.

Kommunerna svarar för en stor del av landets värmeförsörjning och kan genom val av bränslen i t ex de kommunala fjärrvärmearläggningarna ge väsentliga bidrag till ett minskat oljeberoende. Kommunen kan också direkt påverka den kommunala energiomsättningen genom val av uppvärmningssystem inom den egna förvaltningen, inom det kommunala fastighetsbeståndet och genom deläggande i företag för utvinning, omvandling och distribution av energi.

Indirekt kan kommunen påverka energiomsättningens utveckling genom planering av bebyggelse, industrimark och transporter i första hand. Bebyggelsen kan planeras så den passar eller kan anpassas till de energiförsörjningssystem som förordas i den kommunala energiplaneringen. Industriområden kan planeras med hänsyn till dels energiförsörjning av industrierna och dels till möjligheterna att samordna denna energiförsörjning med den kommunala - gemensam pannanläggning, gemensamt lager, spillvärmeutnyttjande o dyl. Transporterna kan planeras på sätt som gynnar olika trafikslag och som därmed påverkar energianvändningen.

Energianvändningen för persontransporter berörs i princip av följande faktorer:

- utfört transportarbete
- transportmedelsval
- kapacitetsutnyttjande
- drivsystemets verkningsgrad

Genom den kommunala planeringen kan kommunen till viss del påverka transportarbetet, transportmedelsval och kapacitetsutnyttjandet. På kort sikt är de stör-

sta energibesparingarna att finna i ett bättre kapacitetsutnyttjande av personbilarna, pga bilarnas höga andel av den totala energianvändningen. På längre sikt kan ytterligare energibesparingar göras om bebyggelse, arbetsplatser, service m m planeras så att transportarbetet sjunker och kollektiva färdmedel utnyttjas i större utsträckning.

Kommunerna har ytterligare en indirekt möjlighet att påverka energiomsättning i kommunen. Som intressant i regelsystemet kan kommunen, om dock på lång sikt, som remissinstans, via olika organisationer och på andra sätt påverka tillskapandet och förändring av lagstiftning, låneregler m m.

2.6 Energi i kommunal planering

Övergripande energiplanering i kommunen bör utgöra en del av förutsättningarna för upprättande av planer och program och tjäna som riktlinjer. Dessa riktlinjer bör vara baserade på en samlad bild av kommunens energisituation och vilka huvudproblem som kan överblickas för olika tidsperioder samt vilka åtgärder kommunen bör vidtaga mot bakgrund av statliga intentioner i propositioner, lagar, normer m m. De samband som finns mellan energitillgång, energipris, utvecklingen av utrymmesstandard, resmönster, sysselsättning etc skall även uppmärksammas i den övergripande energiplaneringen.

Konkreta åtgärder och bedömningar av effekterna av olika energiförsörjningsalternativ och energisparåtgärder bör behandlas inom resp sektor, exempelvis transportsektorn. För att uppnå övergripande mål för kommunen vid val av energisystem är det således av största betydelse att kommunen tar fram energiprogram eller motsvarande som underlag för sektorernas åtgärdsinriktade planering och att förutsättningarna i kommunen redovisas.

Energifrågornas betydelse inom olika kommunala organ och sektorer framgår av ansvarsfördelningen inom Stockholms kommuns energiplanering. Genom kommunstyrelsebeslut har följande ansvarsfördelning för kommunens arbete med energifrågor fastlagts.

Planeringsberedningen svarar för samordningen av kommunens energiplanering och skall föreslå förvaltningsövergripande riktlinjer.

Industriverksstyrelsen svarar för utarbetandet av kommunens energiplan och samordningen med motsvarande plan för Storstockholm. Energiplanerna behandlar främst energitillförsel (produktion och distribution) och balansen mellan tillförsel och användning av energi.

Fastighetsnämnden svarar för samordning av energisparverksamheten i kommunens egna byggnader. Fastighetsnämnden och övriga kommunala organ som förvaltar byggnader utför energisparåtgärderna. Fastighetsnämnden samordnar kommunens informations- och rådgivningsverksamhet för energisparande i övriga befintliga byggnader.

Byggnadsnämnden bevakar energifrågor vid planläggning och byggnadskontroll samt upprättar råd och riktlinjer för energisparande vid nybyggnad och ombyggnad.

Övriga nämnder svarar för energihushållning inom sina verksamhetsområden.

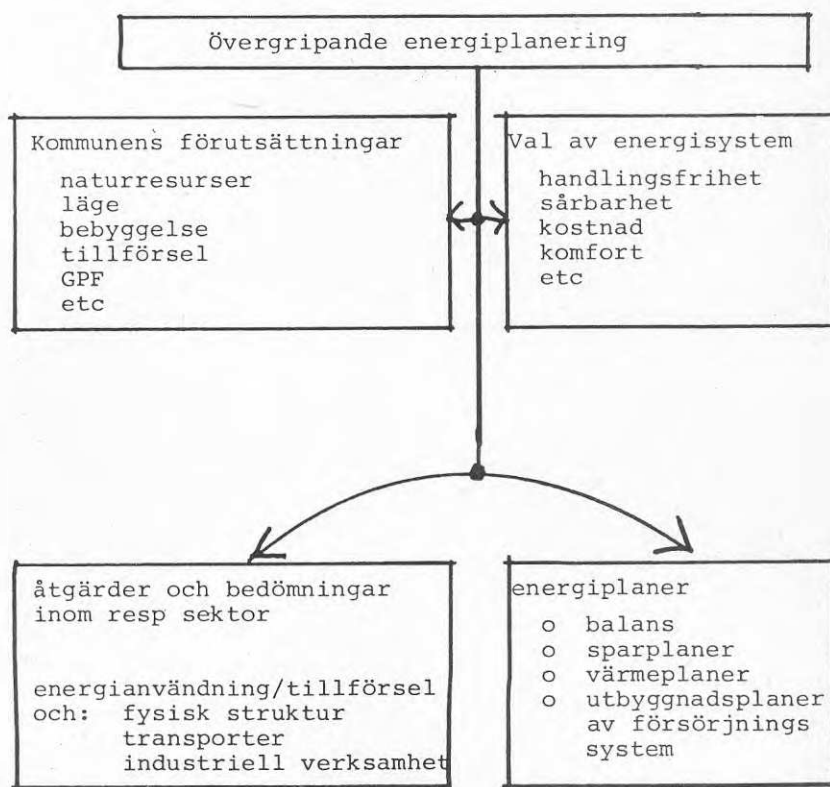


Fig 9 Energi i kommunal planering - generell figur

För en kommuns olika verksamheter på energiområdet krävs vissa övergripande riktlinjer då energihushållningen i stort behandlas i långsiktig och övergripande planering. Kommunens energiplanering konkretiseras i olika planer för energiförsörjning och energisparande. Energi behandlas också som en aspekt i program och planer med annan tyngdpunkt, t ex i sektorprogram och bebyggelseplaner. Kommunens femårsprogram och budget ger ekonomiska ramar för energiplaneringen. En fördelning av arbetet med energifrågor i en kommun kan generellt sett göras enligt nedanstående figur.

Energi griper in i en stor del av den kommunala förvaltningen och det kan därför vara svårt att alltid se hur åtgärder inom en sektor av kommunen samverkar med eller motverkar en annan åtgärd inom energiområdet. I den kommunala energiplaneringen skall samverkan mellan olika åtgärder underlättas och koordineras. Det är således viktigt att klarhet råder inom kommunen om vilken som gör vad inom energiområdet samt hur de olika åtgärderna beror av varandra.

Planeringsuppgift	Politiska organ	Tjänstemannaorgan
Övergripande	Kommunstyrelsen	Energiverk, gatuenergiplaneringskontor, fastighetskontor, stadsarkitektkontor
Energisparplanering för befintlig bebyggelse	Fastighetsnämnd Energisparkommitté	Fastighetskontor Förmedlingsorgan
Ledningsbunden energiförsörjning	Energiverksstyrelse	Energiverk Gatukontor
Energiushållning i egna byggnader	Fastighetsnämnd Energisparkommitté	Fastighetskontor
Energifrågor i samband med nybyggnad och planfrågor	Byggnadsnämnd	Stadsarkitektkontor

Fig 10 Energifrågornas fördelning inom en kommun (generellt)

Av energifrågornas fördelning över kommunen framgår att energiplanering är både en sektorplanering och en nivåplanering. En energifråga behandlas ofta på ett företagsekonomiskt relevant sätt inom exv kommunens energiverk samtidigt som den skall lösas på ett för kommuninnevärnarna bästa sätt med tanke på fysisk och social miljö, säker försörjning, god service m m. Det är detta som gör energifrågorna så svåra i den kommunala planeringen.

Med tanke på energifrågornas betydelse bör de behandlas

i olika kommunala planeringsformer. Dess komplexitet gör att de flesta kommuner ännu endast behandlar energi i några sektorplaner, dvs där hänsyn till andra sektorer ej är primärt. De planeringsformer som på ett sektorövergripande sätt kan beakta kommunala energifrågor är i första hand generalplan/kommunal markanvändningsplan, kommunöversikt, kommunalekonomisk långtidsplanering och gemensamma planeringsförutsättningar. I dessa planeringsformer kan målsättningar för den kommunala energiplaneringen motiveras och ges konkreta uttryck.

2.7 Energiplaneringens tidsperspektiv

Den svaga koppling som finns mellan energiplanering och översiktliga planeringsformer bidrar till en kort-siktig energiplanering. Planeringshorisonten för energifrågor bestäms huvudsakligen av kopplingen till verksamhetsplaneringen (framför allt till energiverkens planering). Detta leder i regel till ett tidsperspektiv lika med den ekonomiska planeringens tidsperspektiv, dvs högst 5 år. Verkligheten står här i skarp kontrast till uppfattningen att:

- energibalanser bör upprättas på 10-15 års sikt, med tanke på energiförsörjningssystemens tröghet inför förändringar
- energiplaneringen bör vara rullande med successiv översyn. Detta kräver även perspektivstudier med betydligt längre tidsperspektiv. Ungefär samma framförhållning som i den fysiska planeringen, ca 20-25 år, motiveras av de trögheter som byggs in i bebyggelsen och infrastrukturen.

Med ett längre tidsperspektiv följer en ökad flexibilitet och handlingsfrihet inom energiområdet. Detta förhållande är dock inte direkt proportionellt, dvs att ju längre tidsperspektiv ju större handlingsfrihet, utan följer en mer trappstegsformad kurva där handlingsfriheten ökar språngvis och inte successivt. Handlingsfriheten begränsas bl a av den rumsliga strukturen inom orten - bostädernas lokalisering, nätet av trafikleder osv. Det är restriktioner som kan betraktas som tämligen givna under lång tid och som utgör de sk "trappstegen". I ett kort tidsperspektiv kan inre förändringar av bebyggelsemassan planeras och genomföras utan att den huvudsakliga strukturen förändras.

Inom den kommunala energiplaneringen kan såväl ett kort tidsperspektiv på 1-5 år motiveras som ett långt, 20-25 år. Det är väsentligt att det som kan förändras på kort sikt beaktas i den kortsiktiga planeringen samtidigt som mer långsiktiga restriktioner behandlas i ett därför relevant tidsperspektiv. Det är således viktigt att söka klarhet i inom vilka tidsperspektiv olika åtgärder är möjliga.

2.8 SINDs förslag till framtida kommunal energiplanering (SIND MP 1980:15)

Den kommunala energiplaneringen kan betraktas som en process med syfte att ta fram ett kunskapsunderlag avseende möjligheterna att vidta olika åtgärder för att åstadkomma en god energihushållning och en tryggad energiförsörjning. En första fas i denna process utgörs av en inventering av olika lokala förhållanden och förutsättningar avseende energibalans, miljö och övriga fysiska förhållanden, potentiella resurser etc.

Yttre påverkande faktorer såsom statlig energipolitik, lagar och normer, teknisk utveckling, prisutveckling och utveckling inom internationell bränslemarknad måste klargöras.

Utifrån inventerade förhållanden och olika åtgångstal för de energianvändande sektorerna görs en prognos över efterfrågan. Denna efterfrågan kan påverkas genom olika energiförsörjnings- och hushållningsåtgärder.

Man får på detta sätt ett antal alternativ som redovisas med sina konsekvenser avseende miljö och övriga fysiska förhållanden, organisation, ekonomi, tillförlitlighet etc.

De olika alternativen utvärderas. Därefter fattar berörd nämnd (motsv) beslut om genomförande. De erfarenheter som vinnas vid genomförandet bör sedan ligga till grund för den löpande planeringen.

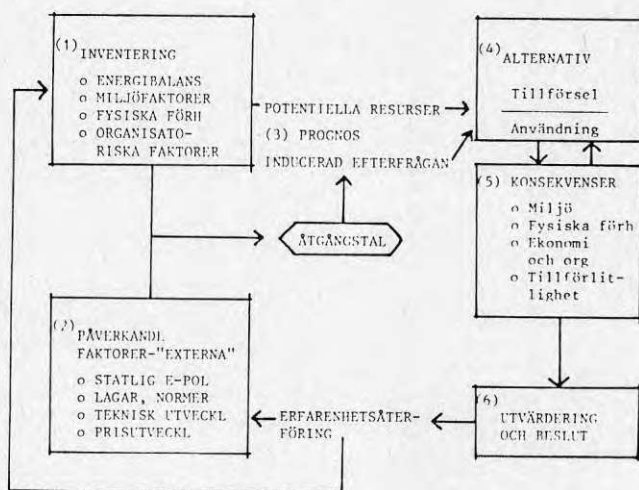


Fig 11 Principmodell: SINDs förslag till framtida kommunal energiplanering

3. TEKNIKVÄRDERING AV ENERGISYSTEM I KOMMUNER

3.1 Teknikvärdering - metod eller synsätt *

I litteraturen om teknikvärdering förekommer ett antal, mer eller mindre överlappande, definitioner av vad teknikvärdering bör vara. Joseph Coates, en av teknikvärderingens förgrundsfigurer i USA med koppling till Office of Technology Assessment (OTA) och National Science Foundation (NSF), menar att teknikvärdering är:

"en systematisk studie av de samhälleliga effekter som inträffar när en teknologi introduceras, utvidgas eller förändras, med speciell tonvikt lagd på de effekter som är oavsiktliga, indirekta eller tidsförskjutna".

Teknikvärdering kan uppfattas som ett "tidigt varnings-system" (early warning system) där nytto-riskanalyser får utgöra utgångspunkter för:

- prioritering av tekniska alternativ
- söka lämpliga alternativ till förelagd teknik
- fördelning av vetenskapliga resurser

Den svenska forskningsrådsutredningen (SOU 1977:52) föreslår att teknikvärdering är "en strävan att skapa förbättrade förutsättningar för beslut om tekniska och samhällsorganisatoriska system genom att:

- tidigt söka identifiera och varna för negativa följder av dessa system
- identifiera och beskriva konsekvenserna även i andra och tredje led av sådana system inom alla samhällsområden och för alla grupper i samhället

Gemensamt för olika uppfattningar om teknikvärdering är att:

- teknikvärdering skall varna för oavsiktliga/oväntade konsekvenser vid införande eller förändring av tekniska system, spänna över lång tid samt gälla "alla" effekter av första och högre ordningen (direkta och indirekta).
- teknikvärdering kan användas för att påverka fördelningen av utvecklingsinsatser och därmed utvecklingen av teknik

* delar av detta avsnitt är hämtat ur IVA rapport nr 142, "Teknikvärdering".

Ytterligare klarhet i vad begreppet teknikvärdering står för kan fås vid en jämförelse med den amerikanska motsvarigheten "technology assessment", som till viss del är teknikvärderingens förebild. "Technology" har enligt amerikanskt språkbruk en mer omfattande innebörd än den svenska termen "teknik". "Technology" avser inte enbart det tekniska systemet (maskiner, instrument etc) utan också vidhängande sociala, ekonomiska, organisatoriska etc delsystem. Det amerikanska "technology assessment" kan avse värdering/bedömning av ett tekniskt system, men även av ett socialt system, medan det svenska "teknikvärdering" i regel ej avser sociala system. Det gemensamma mellan den amerikanska och den svenska benämningen är:

- helheten (systemsynen)
- ett föränderligt tidsperspektiv (framtidsorientering)
- den allsidiga konsekvensbeskrivningen - teknisk, ekonomisk, social och kulturell

Teknikvärdering innebär i sig inte någon speciell metod för att angripa komplexa problem förknippade med teknik. Teknikvärdering representerar snarare en hållning och ett synsätt gentemot teknikens roll i samhället.

Den metodik som krävs för genomförande av teknikvärdering är kunskap om olika metoder som bl a:

- underlättar en systematisering av arbetet
- en logisk och systematisk beskrivning av problemområdet
- medger ett föränderligt tidsperspektiv
- medger beaktande av olika intressenter (intressegrupper)
- underlättar en förståelse för och hantering av värderingar

Sådana "metoder" är systemanalys, riskanalys, positionsanalys, värdeanalys m m

3.2 Principer för uppläggning av en teknikvärdering

1. Vilken är utvärderingsuppgiften
 - en noggrann beskrivning av problemet
 - identifiera berörda intressegrupper
 - en avgränsning av problemet - perspektivval

2. Beskriv tekniken
 - teknik/tekniska alternativ, som skall utvärderas
 - "stödteknik" (kompletterande teknik)
 - teknik som kan förväntas ersätta den teknik/de tekniska system som skall utvärderas
 - förutse utveckling av och förändringar inom tekniken ifråga
3. Utveckla väsentliga antaganden i samhället
 - icke-tekniska faktorer av betydelse som påverkar eller påverkas av tekniktillämpningen inom vissa tidsperspektiv måste redovisas och närmare studeras
 - värderingar och värderingsförändringar analyseras och beaktas i tillämplig utsträckning
 - beskriv hur ovan nämnda faktorer kommer att skapa gränser och forma det sammanhang i vilket tekniken måste fungera i framtiden
4. Identifiera områden som påverkas
 - karaktäristiska egenskaper i samhället som berörs av den utvärderade teknikens tillämpning - fysiska, ekonomiska, sociala
 - vilka faktorer kan påverkas för att uppnå vissa mål och reducera negativa konsekvenser - teknikval, annan planering, normer, anvisningar, lån, bidrag etc
 - beskriv tänkbara konsekvensändrande åtgärder
5. Redovisning
 - då resultaten skall kommuniceras måste dessa presenteras på ett klart, logiskt och effektivt sätt

Uppläggningsen av en teknikvärdering liksom de krav man kan ställa på teknikvärderingens genomförande motsvarar i många stycken en modernare uppfattning om systemanalysens egenskaper. Detta synsätt framhäver behovet av att långsiktiga konsekvenser beskrivs och att osäkerhetens centrala roll i problemlösningen framhävs, betydelsen av problemformulering och systemavgränsning, liksom betydelsen av att klara ut skillnaden mellan fakta och värderingar. Systemanalys uppfattas enligt detta synsätt ej som en metod i traditionell bemärkelse utan i stället som ett verktyg att angripa problemet med.

Mycket kortfattat kan man säga att det som skiljer den modernare synen på systemanalys från den äldre, präglad av strikt naturvetenskapliga ideal, är:

- "objektivitetsdrömmen" har genomskådats
- medvetenheten om värderingars roll i hela processen har ökat
- förståelsen för förutsättningarna att förbättra planering och att realisera planerna har fördjupats

I övrigt kvarstår vetenskapliga krav på reproducera-
barhet, källhänvisningar m m liksom även synen på
ett systems sammansättning av komponenter och resurser
i en viss struktur och under viss ledning.

Att en vidgning av systemanalysens tillämpningsområde
har skett och att dess betydelse i planeringssamman-
hang ökat vittnar delvis även svenska IIASA*-kommit-
téns definition av systemanalys om:

"en öppet redovisad formell undersökning som utförts
för att bistå en beslutsfattare i en problemsituation
med inslag av osäkerhet. Syftet är att bidra till
ett bra beslut genom att identifiera och undersöka
handlingsalternativ och jämföra dem med hänsyn till
deras konsekvenser".

En beskrivning av långsiktiga konsekvenser av en
teknisk förändring i samhället underlättas av en
noggrann formulering av problemets hela omfattning.
Arbetet med sådana problemformuleringar kan i och
för sig också utgå från ett systemanalytiskt angrepps-
sätt. De strategiska aspekterna i det långa tidspers-
pektivet, som bl a bygger på sambanden mellan åtgärder,
konsekvenser och värderingsförändringar, är dock
ej möjliga att strikt bearbeta enligt en systemanaly-
tisk modell. I det exempel som denna rapport berör -
energiplanering - är det inte meningsfullt att log-
iskt analysera sambanden från mål/medel över resurser,
komponenter till konsekvenser och beslut. Alltför
många irrationella händelser kan inträffa som kullkast-
ar en logiskt fulländad formulering av hela problemet.

Vid bearbetning av problem och antaganden, baserade
på erfarenhet och värderingar samt förändringar över
tiden, krävs en intellektuell process. Denna process,
som kräver speciella kvalifikationer (se nedan),
syftar till att para ihop problem med lösningar på
ett kreativt sätt. Resultatet kan bli att en uppsätt-
ning troliga problem kan lösas på olika sätt, beroende
av olika antaganden och bedömningar. När dessa pro-
blem och lösningsalternativ skall presenteras på
ett så lättfattligt sätt som möjligt kan det vara
tacksamt att utnyttja systemanalysens pedagogiska
framställning.

* IIASA är ett internationellt institut för tillämpad
systemanalys med säte i Wien.

Vid presentation av komplicerade samband och förutsägelser om framtiden sammansatta till system - helheter eller bilder - kan tekniken att skriva scenarier vara användbar. Ett scenario kan mycket väl vara baserat på resultat från systemanalytiska studier och bygga på resultat och bedömningar som sammanställs till en sammanhängande bild - ett scenario. Själva syntesen skall vara så motsägelsefri som möjligt. Framtid bilden uppfattas då som konsistent, dvs den hänger ihop och känns realistisk utifrån de antaganden som gjorts.

Med scenarioteknik är det möjligt att redovisa problemets komplexitet, tröghet och förändring över tiden. I scenariot är det också möjligt att beskriva vilka beslut som måste fattas för att nå vissa mål eller vice versa. Det är med andra ord möjligt att i ett scenario knyta värderingar och dess förändringar till förutsägelser om alternativa problemlösningar och dess konsekvenser.

3.3 Beteendevetenskapliga perspektiv i teknikvärdering

Värderingar, värderingsförändringar, attityder och andra beteendevetenskapliga egenskaper i samhället börjar tillmätas allt större betydelse inom framtidsstudie- och teknikvärderingsområdet - åtminstone i den akademiska debatten. Att förutsägelser, prognoser, konsekvensutredningar m m ändå i mycket liten utsträckning beaktar de beteendevetenskapliga aspekterna hänger bl a samman med att:

- o de beteendevetenskapliga aspekterna bedöms som mindre väsentliga av dem som beslutar om studiens uppläggning, finansiering och avgränsning
- o de som utför teknikvärderingar, prognoser etc ej har erforderlig beteendevetenskaplig kunskap

De prognoser, konsekvensutredningar o dyl som gjorts under 70-talet har slagit ordentligt fel, till stor del därför att människors förändrade beteenden ej kunnat förutsägas, eller försökt förutsägas. Exempelvis har elprognoserna, som bekant, pekat på en väsentligt högre elkonsumention än vad som senare visat sig bli fallet. Då elprognoserna ges så stor betydelse för utformningen av vårt lands energipolitik är det mycket angeläget att prognostekniken väsentligt fördjupas beträffande olika beteendemönsters inverkan på elkonsumentionen.

Att de psykologiska och sociala faktorerna i en konsekvensbeskrivning värderas olika av olika grupper framgick tydligt under debatten inför den sk folkomröstning om kärnkraft 1980. Detta illustreras av att de faktorer som starkast påverkade inställningen inom den grupp som i huvudsak var "mot" kärnkraft i ordning var:*

*Detta har även påvisats av forskare vid IIASA i Wien

1. Psykologiska motiv: att bli utsatt för risk utan att kunna göra något åt den, att individen saknar möjlighet till kontroll
2. Sociala och politiska motiv: att bli beroende av elitgrupper och experter, att tvingas lita till stabiliteten hos samhällsinstitutioner
3. Miljö-och hälsomotiv
4. Ekonomiska och tekniska överväganden

Punkt 4 tillmättes mycket liten betydelse av de som var "mot" kärnkraft. Bland de som i stort sett var "för" kärnkraft fäste man däremot störst vikt vid ekonomiska och tekniska fördelar.

Det finns alltså i samhället klart olika värderingar om vad som är viktigt. I teknikvärdering är det därför väsentligt att man klarar ut vems värderingar som företräds eller om man försöker fånga upp skilda värderingar. Speciellt viktigt är detta i analyser över ett långt tidsperspektiv, då det inte bara är tekniska fakta som förändras utan även synsätten på vad som är viktigt i samhället. Det är också viktigt att urskilja vilka ståndpunkter som är baserade på värderingar och synsätt, ej enbart på "fakta".

Att förutsäga värderingsförändringar är mycket svårt. En utgångspunkt kan vara att förändringar i samhället och dess omvärld påverkar människors värderingar. Vissa teorier hävdar dock motsatsen, dvs att värderingsförändringar styr samhällsutvecklingen. Utgående från det första antagandet kan värderingsförändringar lättare förutsägas om förändrade förutsättningar för samhällets utveckling först förutses, t ex internationella förhållanden, råvarusituationen, konkurrensförhållanden, sysselsättning, regionala obalanser m m.

3.4 Behovet av systemavgränsning i teknikvärdering

Det är omöjligt att beakta en omvärld som är alltför omfattande. En viktig del av systemsynsättet är ett medvetande om vilka avgränsningar man gör eller bör göra.

Avgränsningar gör man alltid, men man kan i varierande grad vara medveten om vilka avgränsningar man gör och varför man gör dem. Skall man avgränsa sig till kommunen och förutsättningarna för kommunens utveckling oavsett vad som händer utanför kommungränsen eller skall avgränsningen göras till nationella förhållanden för att ta ett exempel.

Det viktiga är att man är medveten om vilken avgränsning man gör och varför. Skall man kunna ha en uppfattning om riskerna att något oförutsett inträffar, måste man veta vad som är uteslutet och ej samt vad

som är påverkbart eller ej - hur systemet är avgränsat i tiden, geografiskt och till vilka verksamheter. Gör systemavgränsningen omedvetet är det lätt hänt att s k suboptimeringar görs. Inom energiplaneringsområdet kan t ex åtgärder vidtas för att reducera energibehovet för uppvärmning utan att hänsyn tas till hur energibehovet för transporter påverkas. En utspredd villabebyggelse med elvärme kan ge upphov till biltrafik som reducerar, uppväger eller överträffar ev energivinster på uppvärmningssidan.

Detta illustrerar ett mer allmänt problem, nämligen hur energiåtgärder på ett ställe i energiomvandlingssystemet kan få energikonsekvenser utanför systemet. Detta understryker ytterligare behovet av en genomtänkt systemavgränsning i en teknikvärdering.

3.5 Kompetens för teknikvärdering

Studier och analyser som närmast är att likna med teknikvärdering - konsekvensanalyser, utvärderingar o dyl - har hittills huvudsakligen genomförts av personer med teknisk eller ekonomisk grundutbildning. Ingenjörer, ekonomer, miljöspecialister, systemanalytiker och fysiska planerare är vanligen företrädande yrkeskategorier i sådana utredningar. Mindre ofta finner man sociologer, jurister och andra humanister inblandade i konsekvensanalyser av olika slag. Detta förhållande kan förklaras av svårigheten att bedriva s k tvärvetenskapligt forskningsarbete eller av att leda tvärvetenskapliga projekt. En oftare påtalad orsak till varför man begränsar utvärderingar och konsekvensanalyser till tekniskt-ekonomiska faktorer i huvudsak är att det inför beslutssituationer krävs "hårddata". Beslutsfattare efterfrågar i första hand konsekvenser som i ett kort tidsperspektiv påverkar ekonomiska förhållanden. Hur olika beslutsalternativ påverkar olika människogrupper i ett längre tidsperspektiv eller hur antaganden om värderingsförändringar kan påverka ett beslut anses ofta av många beslutsfattare som "ogrundat tyckande".

I en teknikvärdering där avsikten är att leverera en helhetsbild är det nödvändigt med ett långtgående samarbete mellan olika yrkeskategorier och specialister. Förutsättningarna för att teknikvärdering skall kunna bedrivas på ett sätt som antyds i denna rapport är således dels:

att det finns forskare/utredare som har intresse för ämnesövergripande arbete och som skaffat sig en passande utbildning (trots att utbudet av sådana utbildningsmöjligheter är små i Sverige)

att beslutsfattare på olika nivåer och inom olika verksamheter inser behovet av att bredda beslutsunderlaget och förlänga tidsperspektiven

Inom energiområdet är det lätt att finna argument för en mer allsidig konsekvensbeskrivning av tänkbara

åtgärder än vad som idag är fallet. Till exempel är effekter av åtgärder och förslag inom energisparområdet ofta psyko-socialt betingade - vissa människor är av olika anledningar mera mottagliga än andra för olika förslag och också mera motiverade att genomföra de föreslagna åtgärderna. Sambanden mellan tekniken och människors beteenden är mycket dåligt kartlagda och företräds av ytterst få forskare/utredare varför det idag är svårt att göra rättvisande utvärderingar av energihushållningsåtgärder. Någon entydig uppfattning existerar inte idag om hur information och rådgivning skall utformas för att bästa energisparresultat skall nås. Ett annat exempel, som berör energitillförseln, är att bättre förstå de psykosociala förutsättningarna för lägre temperaturer i fjärrvärmenät. Vilka blir de s k brukarreaktionerna inför lägre tappvarmvattentemperaturer för att på ett så effektivt sätt som möjligt tillvarata exv lagrad solvärme med hjälp av värmepump.

Inom många områden där teknikvärdering är/kan vara aktuell finns det påtagliga behov av speciell kompetens. Detta bör uppfattas som en utmaning för forskare/utredare inom dessa områden, för utbildningsansvariga och för beställare/finansiärer av teknikvärdering. I många fall gäller det att bryta gamla förutfattade uppfattningar om vem som skall göra vad - revirtänkandet - och istället försöka utveckla metoder och systematik för ämnesövergripande (tvärvetenskapliga) arbetssätt/projektorganisationer.

3.6 Hur resultaten från teknikvärdering kan användas

I allmänna ordalag kan vad som sagts tidigare sammanfattas med några centrala ord angående teknikvärdering:

- beslutsunderlag/konsekvensanalys
- alternativskapande
- osäkerhet/sårbarhet
- debattunderlag

Teknikvärdering kan komma in som ett moment i ett projekts olika skeden. I ett tidigt skede kan exv en översiktlig teknikvärdering dra fram olika alternativ som underlag för en debatt, i ett senare skede kan en teknikvärdering bidra till utformningen av riktlinjer för projektets genomförande och teknikupphandling. I ett sent utvärderingsskede kan teknikvärdering bidra till väsentlig erfarenhetsåterföring.

I något mer operationella termer kan teknikvärdering sägas ge underlag för:

- o modifiering av ett projekt

- o programarbete/planering
- o teknikupphandling
- o inriktning av FoU, speciellt sådan som avser teknikens effekter/konsekvenser
- o riskanalyser/sårbarhetsstudier
- o identifiering av reguljära och lagliga möjligheter att stödja och styra teknisk utveckling
- o definiera institutionella förhållanden som är lämpliga för teknisk utveckling
- o senareläggning av viss tekniktillämpning i väntan på säkrare beslutsunderlag (systemstudier)
- o stoppa viss teknik
- o upprättande av informationssystem för speciella målgrupper - politiker, miljövern o dyl

Inom den kommunala energiplaneringen kan teknikvärderingens principer tillämpas inom såväl övergripande energiplanering som mer avgränsad energiplanering - värmeplaner, energisparplaner o dyl. Som framgår av avsnittet om energifrågor på kommunal beslutsnivå krävs ett planeringsunderlag i den kommunala planeringens olika delar som ofta överensstämmer med syftena för teknikvärdering.

3.7 Exempel på konsekvenser som bör beaktas i teknikvärdering inom energiområdet

I teknikvärdering är det angeläget att försöka skilja på en beskrivning av själva konsekvenserna och en värdering av dessa. Detta är inte alltid så lätt, men bör eftersträvas eftersom konsekvenser värderas olika av olika intressegrupper.

Energibalans: För att kunna värdera betydelsen av en förändring inom ett energiförsörjningssystem - ny teknik, övergång till annan energikälla e likn - är förändringar av energibalansen en grundläggande konsekvens. Det är nödvändigt att studera var i energicykeln - från energikälla till energibärare (fig 12) - förändringar uppträder för att t ex förstå hur självförsörjningsgraden i en kommun påverkas eller vilka möjligheterna är att senare kunna komplettera med andra energislag.

För att förstå hur förändringar i energiförsörjningssystemet påverkar den slutliga användningen och fördelningen på industri, bostäder/lokaler och transporter är det väsentligt att beakta hur energikvaliteten påverkas av de studerade förändringarna. Energikvaliteten är avgörande för möjligheterna att tillgodogöra sig energins inneboende arbetsförmåga och därmed till vilka ändamål olika energikvaliteter lämpar

sig bäst. Det är slöseri att ha onödigt hög kvalitet på den energi vi använder. Exempelvis kan stora mängder högkvalitativ olja sparas i ett fjärrvärmesystem om man övergår till ett lågtemperatursystem och utnyttjar den lägre energikvaliteten i t ex spillvärme från reningsverk och solvärme.

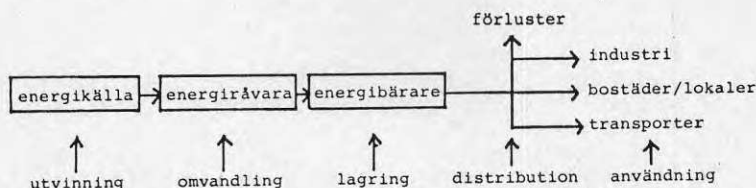


Fig 12 Schematisk beskrivning av olika faser i energicykeln

För att rätt kunna bedöma möjligheterna att utnyttja olika energikvaliteter och energikällor måste delar av eller hela försörjningssystemet beaktas. Exempelvis kan ett flertal små byggnadsanknutna värmepumpar, som i sig är lönsamma, dra undan erforderlig baslast för en större värmepump med högre lönsamhet, kopplad till distributionsnätet för flera byggnader. Beaktas inte hela tillförselssystemet i detta fall kan det vara risk för att ett mindre energieffektivt system med små värmepumpar väljs. Det kan å andra sidan finnas argument för detta val även om den stora värmepumpen beaktas som ett alternativ, men då skall denna argumentation framgå vid beaktande av hela tillförsel-systemets utformning.

Det är också viktigt att belysa behovet av "drivsystem" för utnyttjande av olika energikällor. Behovet av erforderlig effekt på elnätet liksom en gynnsam belastning över dygnet måste beaktas i samband med värmepumpsystem. Värmepumpar bör då i första hand användas i kombinationer som ger hög verkningsgrad och kopplas till någon form av kollektivt distributionsnät. Senare kan då en övergång till andra drivsystem medges, utan förändring av distributionssystemet.

Transportkostnaderna för olika fasta energiformer kan få större betydelse i framtiden. Under efterkrigstiden har Sveriges energiförsörjning varit baserad på oljeprodukter och vattenkraft. Dessa energikällor ger energibärare som relativt billigt låter sig transporteras över långa avstånd. Vid en framtida övergång till enbart inhemska energibärare kommer transportekonomi och transportmöjligheterna för dessa att i viss mån bestämma utformning av energisystemet. Av denna anledning måste redan idag hänsyn tas till lokalisering av nya energiförbrukare och energiproducenter.

En värdering i ekonomiska termer av de konsekvenser en förändrad energibalans medför kan avse ett kort tidsperspektiv (1-5 år) och/eller ett längre tidsperspektiv (5-20 år). I det korta perspektivet dominerar kostnader för pannbyten, energisparåtgärder till följd av en förändrad tillförsel m m som ganska omedelbart kan åtgärdas. I det korta perspektivet råder ett direkt samband mellan energi och ekonomi - uppvärmningskostnaderna beror direkt av energipriset och en störning på energiförsörjningssystemet slår direkt mot slutanvändaren exempelvis. På lång sikt finns dock avsevärda anpassningsmöjligheter. Stigande energipriser behöver inte nämnvärt begränsa den ekonomiska utvecklingen under förutsättningar att det befintliga försörjningssystemet är tillräckligt flexibelt, att effektiva energisparåtgärder vidtagits samt att tillförsel av energiråvara är garanterad och organiserad på ett tillförlitligt sätt. Den förändrade energiförsörjningssituationen medför att kommunerna i ökad utsträckning måste engagera sig som företagare genom t ex samordning av bränsleköp, torvbrytning osv. Denna företagarrull underlättar också för kommunerna att ta ett myndighetsansvar rörande hushållning och en säker och tillräcklig energitillförsel.

Förutsättningar för fysisk planering: En förändring av ett energitillförselsystem medför konsekvenser för den fysiska planeringen. I befintlig bebyggelse kan krav ställas på förtätning för att uppnå erforderligt värmeunderlag eller sanering med långtgående energisparåtgärder. För ny bebyggelse kan speciella lokaliseringskrav gälla med hänsyn till energikällans belägenhet och energitillförselsystemets utformning. Krav kan också ställas på den nya byggelsens utformning för att vissa mål för energiåtgång skall kunna uppnås eller för att speciella tillförselsystem skall kunna användas.

Det kommer också att bli viktigt i den fysiska planeringen att ytor avsätts för solfångare, lager, produktionsanläggningar m m som möjliggör en fortsatt handlingsfrihet och flexibilitet.

"Ett långtgående utnyttjande av lokal, förnyelsebar energi för uppvärmning förutsätter att flera byggnader kan kopplas samman till ett enda energisystem. Intresset förskjuts från den enskilda byggnadens tekniska status till frågor om läge och inbördes lägesrelationer. I ett framtidsperspektiv är det därför den fysiska planeringen som mer än någon annan faktor påverkar energiförsörjningssystemets utformning och dimensionering". (Olov Eriksson, sekretariatet för framtidsstudier.)

Den fysiska planeringen har som viktig uppgift att medverka till ett robust samhälle som tål förändringar.

I en värdering av de studerade energiåtgärdernas konsekvenser för den fysiska planeringen bedöms hur olika tillförselsystem kan komma att fungera med hänsyn till leveranssäkerhet och robusthet inför förändrade förutsättningar. Markkonflikter måste värderas med tanke på alternativ användning och fördelade intressegrupper liksom samverkan mellan energiplaneringen och annan verksamhetsplanering. En utbyggnad av fjärrvärme kan påskyndas i något område pga förestående utbyggnad av va-nätet eller en bostadssanering kan göras efter andra riktlinjer än planerat pga tidigareläggning av fjärrvärmeutbyggnad till exempel.

Välfärd och levnadsstandard: Välfärdsbegreppet är nära kopplat till den ekonomiska utvecklingen i samhället. Således råder ett mer direkt samband mellan människors levnadsvillkor och energitillförsel på kort sikt. På längre sikt är möjligheterna större att anpassa levnadssättet efter förändrade energiförsörjningsvillkor utan att sänka levnadsstandarden.

Vid en värdering i sociala eller socioekonomiska termer av de konsekvenser som följer en förändring i energitillförselsystemet bör dels enskilda hushåll beaktas och dels hela områden med bostäder, service, arbetsplatser m m. De 20 % av hushållen, som har de lägsta disponibla inkomsterna, omsätter 7-8 % av energin. 20 % av hushållen med de högsta disponibla inkomsterna omsätter knappt 40 %. Spridningen i energiomsättning per hushåll är alltså stor och en förändrad energibalans kan medföra sociala konsekvenser som slår mycket ojämnt mot olika grupper. En medvetenhet om dessa konsekvensers effekter kan väsentligt påverka värderingen av olika alternativ.

För hela områden är det angeläget att energi, såväl som annan försörjning även kan inordnas under sociala målsättningar. Ofta innebär olika lösningar av den tekniska försörjningen avgörande restriktioner för bebyggelsetäthet, områdesstorlekar, gruppbildningar, underlag för service m m, som är av stor betydelse för sociala relationer. På ett tidigt stadium i planeringen av tekniska system i samband med förtätning, komplettering m m av befintlig bebyggelse och utformning av ny bebyggelse, bör därför hänsyn tas till områdets storlek och funktioner på ett sådant sätt att de sociala målsättningarna lättare kan uppnås.

Miljö: För att nyttiggöra den inneboende arbetsförmågan i olika energikällor/energiråvaror krävs omvandling från en energiform till en annan. Vid omvandlingen frigörs olika restprodukter som är mer eller mindre förorenande. Emellertid påverkas alltid vår miljö vid omvandling av olika energiformer.

De effekter man kan behöva ta hänsyn till kan grovt indelas i:

- o olycksrisker; möjligheten till explosioner, haverier i anläggningar, transportolyckor m m
- o hälsorisker; tungmetallförgiftning, radioaktiv förgiftning m m
- o ekologiska störningar; klimatförändringar, försurning av mark och vatten, oljeföroreningar, ekologiska rubbningar orsakade av varmvattenutsläpp m m
- o estetiska effekter; landskaps- och naturförändringar, stora anläggningar m m

Förutom rent absoluta värden över olika miljöstörningar bör en värdering av dessa konsekvenser beakta olika intressegrupper och förändrade preferenser. Under senare tid har miljöbevarande intressen vuxit sig starkare och inget tyder på att denna trend skall brytas. De förnybara fasta bränslena, som kan komma att bli ett allt mer betydelsefullt komplement till fossila bränslen och el, medför miljökonsekvenser och markkonflikter som kan bli svåra att lösa. Bland annat därför måste miljökonsekvenserna ges minst lika stor betydelse i framtiden som de ges idag.

Rådgivning, information och utbildning: De mål som satts upp för landets oljereduktion kräver en intensiv energihushållning. Dels är det nödvändigt att successivt öka andelen fasta bränslen, spillvärme och solvärme i landets energibalans och dels är det nödvändigt med effektiva energisparåtgärder. Exempel på teknik, av särskild betydelse för kommunal planering, är teknik för fastbränsleeldning i enskilda och centrala pannanläggningar och värmepumpar av olika storlek - värmepumpar i kombination med fjärrvärme, gruppcentraler eller enbart det byggnadsanknutna värmesystemet och där värmekällan kan vara spillvärme, sjövattnet, grundvattnet, i magasin lagrad solvärme eller uteluft. Exempel på åtgärder som i första hand måste vidtas i syfte att spara energi i befintlig bebyggelse vid uppvärmning är enklare åtgärder som tilläggsisolering, tätning, fönsterbyten, pannjusteringar o dyl. I lokaler ligger den stora sparpotentialen i styrning och reglering av ventilationssystemen.

Generellt sett krävs bättre kunskap bland byggare, förvaltare och brukare om den nya teknik som kommer att tillämpas i såväl energitillförselssystemen som energisparprogram. Inom den kommunala energiplaneringen krävs kunskap om sambanden mellan energisparåtgärder och olika energitillförselssystem, om sambanden mellan energiförsörjningssystem och övrig kommunal planering, om teknikupphandling och om genomförandet av olika energiförsörjningsalternativ m m. Sådan kunskap måste byggas upp på ett systematiskt sätt genom rådgivning, personalutbildning, personalrekrytering, organisationsutveckling, anlåtande av konsulter m m.

Enligt den sk energisparpropositionen (1980/81:133) skall bidrag ej utgå för olika energisparåtgärder.

Lånemöjligheterna bör vara ett tillräckligt incitament för genomförande av energisparåtgärder. Det väsentliga styrmedlen därutöver skall vara rådgivning, ofta i samband med besiktning. Behovet av sådan verksamhet, liksom hur den skall genomföras för att vara effektiv, måste studeras och bedömas i relation till uppställda energisparmål i kommunerna. Till detta hör också att belysa behovet av utbildning av fastighetsägare/förvaltare.

Många människor är inblandade i uppgiften att svara för drift och underhåll av energisystemet och dess delar. Empiriska studier har visat att sättet att sköta den existerande tekniken har stor betydelse för energiåtgången. Det finns anledning anta att betydelsen av skötsel ökar med växande komplexitet i de lokala systemen. Den organisatoriska komponenten och kompetensen inom energisystemet får ej betraktas som mindre viktig än den tekniska utrustningen.

4. BESKRIVNINGSMETOD SOM UNDERLAG FÖR TEKNIKVÄRDERING

4.1 Behov av systematiserad information inom energiområdet

I begreppet teknikvärdering ligger underförstått en dialog mellan teknik och samhälle. Om en värdering av olika tekniska alternativ skall kunna komma till stånd, utifrån en speciell målgrupps värderingar, krävs ett ömsesidigt informationsutbyte mellan representanter för å ena sidan "tekniken" och å den andra "målgruppen". I själva verket är det ett behov av en sådan dialog som lagt grunden för en utveckling av teknikvärdering.

Behovet av en dialog mellan den energitekniska utvecklingen och kommunal planering är påtaglig inom den kommunala energiplaneringen. Skall energitekniska alternativ på ett rättvisande sätt kunna beaktas i kommunal planering krävs att de olika alternativens konsekvenser värderas mot bakgrund av kommunala målsättningar. Det är således viktigt att de som representerar energitekniken kan presentera olika energitekniska alternativ på ett sådant sätt att de förstås av de som arbetar med annan kommunal planering och av de förtroendevalda som skall fatta besluten i energifrågorna.

För att presentera olika energitekniska system och aktuell utveckling inom olika teknikområden krävs en jämförande, beskrivande, systematiserande "metod". Denna metod, eller snarare arbetssätt, skall utgöra en grund för den avvägning mellan energitekniska alternativ som teknikvärderingen utgör.

Det är viktigt att klargöra vilka teknikområden som utgör delar av det komplexa energitekniska system som skall beaktas. Önskvärt är att sammanställa utvecklingen inom energiteknikområdet så att en jämförelse mellan och utvärdering av olika tekniska system skall underlättas inom ramen för kommunal energiplanering.

Genom att följa ett energislag från energikälla till användare klarläggs de omvandlingssteg som är och kan bli aktuella. Omvandlingsprocesser, teknisk status etc klargörs på detta sätt för resp energislag. Alternativt kan de energibärare som är aktuella för användare/förbrukare utgöra utgångspunkt för en systematiserad genomgång av omvandlingskedjan fram till dessa energibärare.

I denna studie har vi valt det första alternativet, att från olika energislag beskriva den omvandlings-, förändrings- och förädlingsprocess som energiråvaran genomgår från energikälla till energibärare. Utgångspunkt för denna beskrivning är följande parametrar:

- o Kvantitet
- o Kvalitet
- o Utvinning/Omvandling
- o Lagring
- o Distribution
- o Användning/Omvandling
- o Organisation
- o Styrinstrument
- o Sysselsättning
- o Beredskapsaspekter
- o Alternativt utnyttjande

Dessa beskrivningsparametrar passar inte alla energislag eller är inte relevanta för alla kommuner, utan skall uppfattas som exempel. I tillämpliga delar behandlas teknisk utveckling, behov av mark och kompletterande utrustning, flexibilitet, kostnader, förluster, miljöproblem och restprodukter inom varje parameter.

Förutom att parametrarna kan bidra till en viss systematik vid genomgång av olika energislag kan de också utgöra en checklista över aspekter på energitekniken som bör beaktas i kommunal planering. De kan även bidra till en ökad klarhet i vilka delar inom energiområdet som är speciellt viktiga för en kommun att utreda vidare, mot bakgrund av kommunens speciella förutsättningar. Denna checklista bör vara sådan att energitekniken kan belysas och beskrivas så allsidigt som möjligt.

Med tanke på att vårt land härbärgerar lika många människor i glesbygd och tätorter under 2000 invånare som i de tre storstadsområdena finns det även anledning att eftersträva energitekniska beskrivningar som beaktar behov och förutsättningar inom den glesa bebyggelsen. Beskrivningar av hur olika energislag kan nyttiggöras i glesbebyggelse skulle med fördel kunna göras med utgångspunkt från en sådan checklista.

I detta kapitel har vi med hjälp av nämnda beskrivningsparametrar, behandlat torv och sol som exempel på energikällor. Att vi valt just torv och solenergi beror på att dessa energislag tillsammans representerar inhemska energikällor, flödande energikällor, teknik under snabb utveckling och ett behov av långsiktighet i planeringen.

Som exempel på en mera begränsad teknikbeskrivning har omvandlingsteknik behandlats - förbränningsteknik och värmepumpar. Vidare har som exempel på distributionsformer skillnader mellan centraliserad och decentraliserad värmedistribution kortfattat beskrivits. Dessa två teknikavsnitt - omvandling och distribution - skall ses som komplement till avsnittet om energikällor, då det i en teknikvärdering av olika energitekniska alternativ är viktigt att man har hela energicykeln, från källa till slutlig användning, klar för sig.

De teknikbeskrivningar som krävs för genomförande av en teknikvärdering kan ej enbart gälla teknik förknipad med energikällor, omvandling eller något annat led i energicykeln. Det är väsentligt att relevant teknik i de olika leden från källa till slutlig användning beskrivs så att en energitekniks konsekvenser skall kunna bedömas, mot bakgrund av kommunala målsättningar.

Det bör understrykas att nedanstående beskrivningar av torv, solenergi, förbränningsteknik och värmepump samt olika distributionsformer inte är fullständiga, utan skall ses som exempel på hur teknikbeskrivningar kan göras för att passa behov inom kommunal energi-planering. Det bör också klart understrykas att beskrivningarna nedan bygger på tidigare gjorda utredningar som redovisas i källförteckningen och att vårt arbete ligger i en systematisering av tidigare utredningsresultat.

4.2 Exempel på energikällor

Utnyttjandet av en energiresurs startar i någon form av energikälla. Efter ett antal omvandlingssteg via energiråvara och olika energibärare erhålls en energiform för slutlig användning. Då förluster förekommer i varje omvandlingssteg, oftast i form av onyttig värme, är det energiekonomiskt att ha så få övergångar som möjligt, från en energiform till en annan, före användning.

Valet av torv och sol har i denna rapport gjorts för att ge exempel på energikällor som kan förädlas mer eller mindre före användning. Förädlingsgraden, antalet omvandlingar, påverkar utbytet av energikällan eftersom förlusterna ökar med ökad förädling. Dessutom är det väsentligt att förädlingsgraden överensstämmer med tänkbara framtida energiförsörjningsalternativ, så att övergången till dessa energikällor blir så enkel som möjligt. Torv och sol är intressant även ur detta förändringsstrategiska perspektiv, vilket är väsentligt i en teknikvärdering med ett långt tidsperspektiv.

I det korta tidsperspektivet kan en reduktion av oljeberoendet vara den högsta målsättningen. Torv kan bidra till ett mindre beroende av olja. I ett längre tidsperspektiv kan andra faktorer få ökad betydelse, framför allt förnyelsebarhet. Solenergi är en förnyelsebar energikälla som kan motsvara långsiktiga energiförsörjningsmål. Frågan är om dessa energikällor kan komplettera varandra i en långsiktig förändring av energiförsörjningssystemet och hur denna förändring i så fall skall kunna underlättas.

TORV:

1. Kvantitet

I Sverige kända tillgångar av torv med ett djup större än 0,3 m är ca 5,4 miljoner ha.

70 % finns i norra Sverige (Jämtland och Lappland), 15 % i mellersta Sverige (norra Uppland, nordvästra spetsen av Dalarna, Dalarna norr om Siljan, och 15 % i södra Sverige (nordvästra Skåne, västra Småland och Västergötland).

Tillväxttrakten är 0,1-0,5 mm per år, vilket betyder att torven knappast kan anses som förnybar energiresurs.

Torvförekomsten i Sverige är inte direkt klarlagd, men för närvarande pågår ett antal torvinventeringar för bestämningar av mängd och kvalitet.

Uppskattningsvis finns 15 miljarder ton 50-procentig torv (dvs med 50 % vattenhalt). Vissa beräkningar visar att ca hälften av denna är utvinningsbar.

Tekniskt möjligt att utvinna idag är 150-200 ton torv (50 %) per ha och år enligt den sk fräsmetoden. Detta motsvarar uppskattningsvis ca 40 toe/ha och år. En torvmosse på 100 ha lämnar således under ett år ett energitillskott motsvarande ca 4 000 toe (0,04-0,05 TWh).

Allmänt anses torven, som en ändlig energiresurs, kunna ge ett betydelsefullt tillskott under en övergångsperiod innan de förnybara energikällorna kan dominera energiförsörjningen. Nämnden för energiproduktionsforskning bedömer tillskottet år 2000 från torv till ca 10 TWh (2 % av dagens energibehov).

2. Kvalitet

Lufttorkad frästtorv med en fukthalt av 50 % har ett värmevärde av 8,4 MJ/kg (1 toe = 41,9 GM = 11,6 MWh).

Volymvikten är ca 300 kg/m³.

Den minsta ytan på en mosse som är aktuell för produktion idag är ca 50 ha. Djupet på mossen bör vara minst 2 m. Rent tekniska går även mindre mossar att bryta, men lönsamheten blir då svår att uppnå.

3. Utvinning/omvandling

Under andra världskriget utvecklades en torvindustri i Sverige. År 1945 producerades 1,2 miljoner ton torv. Idag är produktionen nere i ca 300 000 ton/år för jordförbättringsändamål. Intresset för bräntorvproduktion har dock ökat markant under de senaste

åren. Orsaken till detta är att finna i de kraftigt ökade oljepriserna samt att modern frästorvsutvinning sänkt kostnaderna jämfört med stycketorvproduktion.

De vanligaste metoderna för torvutvinning är

- a) sticktorv
- b) maskintorv
- c) frästorv

a) Sticktorv

En metod som användes tidigare och som innebär att man för hand med särskild spade sticker ut torvstycken som torkas i särskilda torkställ.

b) Maskintorv

Torv grävs upp med grävmaskin till ett djup av 3-4 m. En kvarn mal torven och den pressas ut i strängar som får torka på fältet. Diametern på dessa torvstycken varierar mellan 10 och 80 mm beroende på metod.

Mindre maskiner har tagits fram som kan kopplas till jordbrukstraktorer och lämpar sig väl för mindre mossarealer. Kostnaden för maskintorv anses, oavsett årsproduktionen (1 eller 2 skördar), vara högre än för frästorv. Fördelen är att mindre mossar (mindre än 50 ha) kan utnyttjas.

c) Frästorv

Under senare år har frästorven blivit alltmer dominerande. Metoden innebär att man på den plana mossytan fräser upp ett tunt skikt, 10-20 mm. Den så frästa torven får sedan torka, varpå den vänds. Torven samlas därefter i långa strängar och transporteras därefter till fast mark enligt vissa metoder som finns utvecklade.

Frästorvstekniken är speciellt påtaglig vid storskalig drift. En följd av detta blir att stora sammanhängande arealer krävs. Vanligen anses det vara önskvärt med en effektiv areal på lägst 100 ha vid utnyttjande av denna metod. Frästorv är för närvarande det billigaste torvbränslet. Frästorven lämpar sig ej så bra som bränsle i mindre anläggningar idag, men mindre anläggningar, som även lämpar sig för frästorv, är under utveckling.

Det största problemet med användning av torv för energiändamål är torvens stora vatteninnehåll. Vattenhalten bör helst vara lägre än 50 % för att torven skall kunna användas som bränsle. Den enda torkmetod som är ekonomisk idag är saltorkning. Nackdelen är att den endast medger en mycket begränsad brytnings-säsongs.

Försök med artificiell avvattning av torv pågår och skulle om de blir framgångsrika möjliggöra direkt brytning av råtorv, s k hydraulisk torv eller gräv-torv. Olika metoder studeras där hela myren grävs ut med grävskopa eller mudderverk utan föregående dränering. Med grävtorv skulle brytningssäsongen kunna utsträckas betydligt, ev till hela året, men samtidigt är artificiell avvattning än så länge en kostnadskrävande torkningsmetod. En fördel är att även mindre myrar skulle bli intressant att bryta.

Utvecklingsarbete pågår för att försöka omvandla torv till en brännbar gas eller vätska för att för- enkla förbrännings- och rökgasanläggningarna. De närmaste utvecklingsresultaten är emellertid att förvänta genom rationellare uppsamlings- och transport- metodik samt förbättrade produktionsmetoder som ger jämnare kvalitet på biobrånsljet med lägre anläggnings- kostnader som följd.

Förbättring av nu etablerad teknik bör ske genom en ökad produktion per maskin, man och år. Exempel- vis återstår mycket arbete för att på ett rationellt och ekonomiskt sätt avlägsna vedrester ur torv. Stub- bar och rötter stör torvproduktionen avsevärt och är också störande vid den fortsatta torvhanteringen.

För att klarlägga det meningsfulla med en ökad föräd- ling av torv bör energianalyser genomföras. Längre torkning kan vara försvarbar vid både produktions- och användarställe. Lämpligt kan vara att utnyttja spillvärme med tillräcklig temperatur från någon process- eller avgasvärme.

Förberedande åtgärder vid torvbrytning kan sammanfat- tas i iordningsställande av transportvägar, dränering för att öka bärigheten hos mossen samt röjning av torvområdet, dvs trädfällning och stubbrytning. Dessa förberedelser på mossen tar mellan 1 och 4 år i an- språk beroende på de lokala förutsättningarna. Ett av de största hindren mot en sådan förberedelse är bevarande- och miljöintressen. Exempelvis kan i torv- rika områden med redan starkt försurade sjöar och vattendrag en torvmosse efter dikning som urlakas av nederbörden medföra sådana konsekvenser på vatten- kvaliteten att denna kan bli svår att återställa.

Brytning av torv kommer att starkt påverka landska- pet. Växt- och djurliv liksom hydrologin kommer att påverkas.

Miljövården kan tänkas påverka torvhanteringen om- fång, lokalisering och tekniska genomförande. Under- lag för bedömning av torvmarkernas värde ur naturvårds- synpunkt håller på att tas fram inom Naturvårdsverkets s k Våtmarksinventering.

I ett initialskede kan dock mossar väljas som ur naturmiljösynvinkel är mindre känsliga. Naturvårds- hänsyn kan inte anses vara begränsande för den utbygg- nad av torvutvinningen som kan bli aktuell under 1980-talet.

Från naturvårdssynpunkt är det angeläget att fungerande samrådsrutiner finns utarbetade mellan torvtäkt-intressenter, berörda myndigheter samt övriga berörda parter, t ex angränsande markägare och lokala naturvårdsrepresentanter. Om man försummar dessa samråd kan en utbyggnad förhindras eller i varje fall allvarligt försenas.

Efter brytningen kan marken återställas och användas till ett flertal ändamål. Den kan exempelvis användas för skogs- eller jordbruk. Alternativt kan man låta sänkorna som bildas fyllas med vatten så att sjöar skapas.

För torvtäkt krävs länsstyrelsens tillstånd enligt § 18 i naturvårdslagen. Undersökning och bearbetning av torvfyndighet för energiändamål kräver dessutom koncession enligt lagen om vissa mineralfyndigheter. Om vattenförhållandena märkbart kommer att förändras till följd av torvtäkten skall Vattendomstolen pröva ärendet.

Som underlag för dessa prövningar krävs en täktplan som består av tre huvuddelar: befintliga förhållande, brytningsplan och efterbehandlingsplan enligt nedan:

Befintliga förhållanden	Brytningsplan	Efterbehandlingsplan
. Läge	. Brytningsprogram	. Förutsättningar för framtida markanvändning
. Landskapsbild	. Upplag	. Framtida markanvändning
. Geologi	. Transporter	. Markbehandling
. Hydrologi	. Dränering	. Avslutning av täkt
. Vegetation	. Vattenskydd	. Villkor och föreskrifter
. Djurliv	. Byggnader	. Säkerhet
. Friluftsliv	. Buller	
. Fornminnen	. Luftföroreningar	
. Bebyggelse	. Insynsskydd	
. Skyddsområden	. Skyddsfrågor	
. Planfrågor	. Ordningsfrågor	
. Vägar		
. Kraftledning etc		
. Motstående intressen		

Normalt brukar produktionskostnaden för torv anges till 60-70 kr/ton, dvs 300-350 kr/toe. Detta gäller i lager vid mosskanter och med 50 % vattenhalt. Studier har visat att vid antagen konstant produktion (ca 150 ton/ha eller 50 000 m³ per 100 ha) är stor-driftsfördelarna små, dvs produktionskostnaden per kubikmeter är i stort sett konstant oberoende av produktionsvolymen på den ianspråktaga torvarealen.

4. Lagring

Lagring av torv sker i huvudsak i stackar intill produktionsytorna. I anslutning till förbrukaren finns ibland blandningslador för att garantera en enhetlig torvkvälitet.

De styckeformiga torvbränslena, dvs maskintorv, bri-ketter och pellets, hanteras och lagras i stort sett på samma sätt som andra fasta bränslen i motsvarande styckestorlek. Väsentligt är dock att bränslet lagras torrt och ej utsätts för direkt, långvarig väta.

Frästorv kräver speciella mottagnings- och lagringsanordningar vid förbränningsanläggningen. Frästorv har vid lagring i stack en vattenhalt av 45-50 %. Under lagringstiden ökar fukthalten till 50-55 % på grund av nederbörd etc. Under lagring kan den del av torven som inte beräknas komma till snar användning skyddas med plastskynken över torvstacken.

Frästorv med fukthalt över 55 % fryser lätt, klumpar sig och bildar valv vid lagring, vilket försvårar hanteringen.

Vissa förluster uppstår vid lagring av frästorv. Detta beror på självförbränning och förlusten kan uppgå till 10 %.

Vid lagring av torv finns alltid en risk för självtändning, varför lagret kräver en regelbunden övervakning.

Lagringsfunktionen tjänar även som buffert mellan produktion och efterfrågan. Denna buffert kan samordnas med ett blandningslager som krävs för att uppnå en jämn kvalitet på torvbränslet. Blandningslagrets storlek varierar naturligtvis med storleken på den torvförbrukande anläggningen. Som exempel kan dock nämnas att Svenska Torv AB i Sösdala har en blandningsstation som varit i drift i 20 år. Den har en förrådsvolym av 2x1500 m³. Basytan är 92x6,4 m och genom denna station passerar årligen 150 000 ton torv.

5. Distribution

Transport av torv från produktionsytorna sker med traktorer, lastbilar eller järnväg beroende på transportavståndet. Lastning sker med grävmaskin, bandtransportör eller med hjälp av lastfickor. Lossning sker oftast automatiskt.

För transport av torv på mossen har under senare tid utvecklats självgående och självlastande dumprar på larvband. Dumprarna har lågt marktryck och stor rörlighet och torde, om transportavståndet är rimligt, vara att föredra framför det idag vanliga sättet med smalspårig järnväg.

Lastbilar med släp för volymer upp till 100 m³ torv är lämpliga för transport från produktionsplats till platser belägna upp till 100 km från denna. Fordon för transport består av boggiebil jämte släpvagn. Totala längden kan vara upp till 24 m. Lastförmågan hos fordonen är max 30 ton vid transport på vägar med tillåtet axel- och boggietryck på 10/16 ton.

Järnvägstransport är lämpligt för sträckor upp till ca 200 km. För ett medelstort kraftvärmeverk (30-50 MW_e och 60-120 MW_v) torde erfordras 1 à 2 tåg per dag.

Torv medför relativt dyra transporter till förbrukaren. Det krävs därför en god uppfattning om lokaliseringen av torvmossar för att möjliggöra en bedömning av lönsamhet vid energiutvinning.

Genom komprimering av torv till bränslebriketter, s k pellets, skulle den kunna transporteras längre sträckor och bli intressant även för småförbrukare. Försök pågår för framställning av sådant bränsle.

6. Användning

Torv som bränsle bedöms främst bli aktuell för

- kraftvärmeverk och större hetvattencentraler (50 - 200 MW)
- övriga hetvattencentraler (10-50 MW)
- industripannor (10-100 MW)

Under senaste decenniet har en kraftig utbyggnad av fjärrvärme ägt rum i Sverige. En fortsatt expansion förutses även under 1980-talet. För närvarande har ca 70 orter fjärrvärmedistribution i kommunal regi och 12 orter har kraftvärmeverk. Under 1990-talet förväntas 100-120 orter ha fjärrvärme. Som bränsle används idag nästan enbart olja. I samband med fortsatt utbyggnad av fjärrvärme i såväl befintliga som tillkommande fjärrvärmeorter finns goda möjligheter att introducera andra bränslen, bl a torv. Hetvattenpannor av storlek 10-50 MW torde bli den vanligaste användningen.

En möjlig framtida torvförbrukare är även industrins pannor. Av de större pannorna finns över hälften inom massa- och pappersindustrin.

Torv kan i en framtid även komma till användning som råvara för framställning av syntetiska bränslen och andra produkter.

Hur torvbränslen kan tänkas omvandlas för nyttiggörande i olika anläggningar framgår av nedanstående skiss.

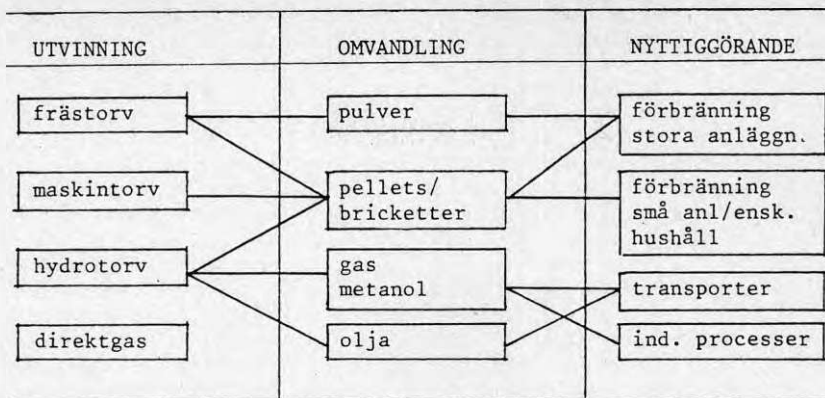


Fig 13 Omvandling av torv

En omställning till torveldning av en stor panna byggd enbart för oljeeldning är i de flesta fall orealistisk. Torveldning kräver att eldstaden är avsevärt större än vid renodlad oljeeldning och dessutom krävs att pannan utformats och utrustats så att upptagning av askan möjliggörs. En konvertering av oljepannor för torveldning medför därmed en effektreduktion som försvårar lönsamhet i anläggningen.

Torv kan i större anläggningar förbrännas genom pulvereldning, cykloneldning, rosteldning eller i fluidiserad bädd. Tryckeldade pannor av flammrörstyp kan överhuvudtaget ej eldas med fasta bränslen. Ur förbränningsteknisk synpunkt är det önskvärt att få en jämn kvalitet på bränslet. Den jämna kvaliteten bör i första hand säkerställas inom distributionsledet. För att få en mera homogen torv för förbränning kan uppförande av en torvblandningsstation vara lösningen. Denna utnyttjas då för mottagning, lagring och blandning av frästorv.

Pannor för eldning av fasta bränslen på rost kan eldas med torv likväl som med andra biobränslen. Små oljeeldade pannor kan eldas med styckeformig torv, om de är försedda med eller kan förses med rost. Att i ett krisläge snabbt få fram utrustning för eldning med fasta bränslen i alla oljeeldade småpannor möter dock svårigheter.

Den framtida energiförsörjningssituationen kräver anläggningar som kan utnyttja olika bränslen, samtidigt eller alternativt.

Områden som kräver ytterligare teknikutveckling är bl a

- o förbättrade metoder för eldning av torv i befintliga mindre pannor

- o vidare kartläggning av principer för torveldning vid olika effektbehov
- o metoder för säkerställande av driften av torveldade anläggningar vid ojämn belastning
- o metoder för utnyttjande av uppslammad torv (slurry)
- o metoder för användande av kombinationsbränslen, t ex torv-kol, torv-avfall

Kostnaderna för torveldningsanläggningar är normalt högre än för konventionella oljeeldningsanläggningar. Skillnaden i bränslepris mellan olja och torv samt den räntesats som används vid beräkning av kapitalkostnaden bestämmer vilket av bränslena som blir mest lönsamt under givna driftförhållanden.

Att torv är ett inhemskt bränsle är positivt ur beredskapssynpunkt och påverkar handelsbalansen positivt, men hur detta skall beaktas vid en ekonomisk utvärdering är svårt att avgöra.

För vissa finska anläggningar har beräknats att jämfört med en konventionellt oljeeldad anläggning blir anläggningskostnaden ca 33 % högre för en torveldad dito.

Driftkostnaden blir ca 30-40 % högre för den torveldade anläggningen.

En anläggning på 30 MW_e + 60 MW_v beräknas kosta ca 80 miljoner kronor och en dubbelt så stor anläggning ca 180 miljoner kronor.

Följande jämförelse av årskostnaderna kan göras (innehåller kapital- och driftkostnader):

Utnyttjningstid	Oljeeldning	Torveldning
1 000 h	74 öre/kWh	109 öre/kWh
4 000 h	19 öre/kWh	30 öre/kWh
8 000 h	10 öre/kWh	17 öre/kWh

Värme- och kraftproduktionsanläggningar kommer att behöva stora mängder torv och kommer att ställa krav på brytning av omfattande torvmarksarealer. Torvbrevet hos sådana anläggningar måste uppnå en viss storlek för att aktualisera igångsättandet av en relativt kostnadskrävande torvtäkt. Därför finns troligen en nedre gräns för storleken hos den först introducerade torveldade hetvattenpannan i en ort eller industri.

Miljö påverkas förutom vid produktionsytan även vid förbränningen av torv.

Torv kan anses som en fossil råvara och påverkar således koldioxidbalansen. Torvförbränning ger i princip samma miljöpåverkan som andra fasta bränslen,

svavelutsläppen blir mindre eftersom torv innehåller ganska små mängder svavel. Innehållet av tungmetaller är dessutom litet.

Stoftinnehållet i rökgaserna nödvändiggör gasrening, elektrofilter eller textilfilter i större anläggningar och cykloner i mindre. Frästorv är starkt dammande och fordonen måste därför utrustas med luftkonditionering samt dammfilter. Dammet är explosivt och utrustningen måste brandskyddas.

Kunskapen om emissioner från torvens förbränning är idag dock otillfredsställande. Klarläggande fordras såväl av de tekniska förloppen som av de krav myndigheterna kommer att ställa på miljön.

Genom användande av bästa kända reningsteknik och fortlöpande studier av möjligheterna att genom processstyrning kraftigt reducera utsläppen av organiska föreningar och kväveföreningen bör emissionsproblemen i samband med torvförbränning kunna bemästras. Erforderliga stoftavskiljare och annan reningsutrustning är dock mycket dyrbar.

7. Organisation

Organisation och huvudmannaskap för en torvproducerande verksamhet kan tänkas få olika utformning, t ex

- a) produktion och användning av torven sker inom samma företag
- b) ett företag ansvarar för torvproduktionen medan ett annat använder torven
- c) ett producerande företag och flera användare
- d) en allmän bränslemarknad för torv skapas

För att torvindustri skall komma till stånd fordras tillkomsten av såväl användarens förbränningsanläggningar som torvproduktionsföretagets organisation och resurser. Torvproduktion genom regional samverkan mellan olika intressenter kan ge intressanta lösningar. En naturlig organisationsform skulle då vara att energiföretag, industrier med stora värmebehov och direkta torvproducentintressen samverkar. Som alternativ till regionala torvproducentorganisationer kan tänkas ett stort nationellt torvföretag, såsom fallet är i andra länder.

Finansieringen av en torvbehandlingsanläggning kräver tillgång till riskvilligt kapital. Anledningen är den förhållandevis långa tid som erfordras från exploaterings start till begynnande produktion. Innan det torvproducerande företaget kan få några inkomster av verksamheten har det förflutit upp till 4 år.

Om en snabb och målinriktad introduktion av torv skall komma till stånd måste exploatören sannolikt bidra med finansieringen. Detta gäller förmodligen likaväl för ett statligt som för ett kommunalt eller privat företag.

I vilken takt enskilda villaägare kan tänkas övergå till andra bränslen är idag svårare att överblicka. Redan nu övergår lantbrukare med egen skogsmark till fliseldning. Det är dock möjligt att en övergång i stor skala till flis och torv kan bli aktuell först efter ytterligare kraftiga höjningar av olje- och elpriserna eller vid en akut bristsituation. Dock krävs för en samlad övergång till torv och andra biobränslen i full skala att organisationen för denna övergång är utvecklad. För den enskilde måste de biologiska bränslena finnas att tillgå på marknaden och för bränsleproducenten måste en avsättning på något vis vara försäkrad före erforderliga satsningar görs.

8. Styrinstrument

För utvinning av torv för energiändamål krävs numera både koncession enligt minerallagen och täkttillstånd enligt naturvårdslagen. För undersökning av torvfyndighet kan meddelas undersökningskoncession. Undersökning kan dock även bedrivas med enbart s k markägar-medgivande.

Förutom koncession enligt minerallagen (SFS 1974:890) och täkttillstånd enligt naturvårdslagen (SFS 1964:822) krävs att de avvattningsåtgärder som erfordras provas enligt vattenlagen (SFS 1918:523).

I samband med hantering av torv kan också miljöskyddslagen (SFS 1969:387) tillämpas.

För miljöfarlig verksamhet gäller dessutom vad som föreskrivs i hälsovårds-, byggnads- och naturvårdslagstiftning eller annan lagstiftning (t ex skogsvårdslagen, jordhävdslagen, fornminneslagen).

Trots en hittills ringa tillämpning av lagstiftningen i torvärenden kan det konstateras att handläggningstiden för båda lagen av koncessioner är ganska lång. För bearbetningskoncessioner $1\frac{1}{2}$ -2 år och för undersökningskoncessioner 8 månader-1 år. En av anledningarna härtill är handläggningen i två led: ärendet bereds av SIND, varefter det överlämnas till regeringen för avgörande. En bidragande orsak torde också vara det omfattande remissförfarande som sker vid beredningen även i relativt okomplicerade undersökningsärenden. Till detta kommer en bristande rutin vid denna typ av ärenden från sökandens sida, vilket i flera ärenden framtingat ett omfattande och tidsödande kompletteringsförfarande. Direktiv om en mindre tidskrävande handläggning av koncessioner har dock utfärdats.

På längre sikt kan det finnas skäl att överväga ett särskilt reglersystem anpassat för utnyttjande av torven för energiändamål i större skala, där nuvarande dubbla tillståndsprövning undviks.

Det är även angeläget att avgifterna för att ansöka om och upprätthålla undersöknings- resp bearbetningskoncessioner ej görs fiskala. Detta gäller även sk produktionsavgifter. Genom höga avgifter kan eventuell prospekteringsverksamhet liksom intresset att påbörja torvtäkt hållas tillbaka, varför torvutnyttjandet av dessa skäl kan hämmas.

9. Sysselsättning

Användning av torv som bränsle skapar sysselsättning vid produktion ute på mossarna, vid transport och omvandling av torven från mossarna till användningsplatsen och vid förbrukningsanläggningen. Dessutom ger tillverkning och byggande av erforderliga anläggningar och utrustningar sysselsättning.

Valet av produktionsmetod samt organisation ger viss påverkan på sysselsättningsnivån och stark inverkan på fördelningen mellan års- och säsongsanställda. Denna fördelning kan variera mellan praktiskt taget endast årsanställda till praktiskt taget endast säsongsanställda. Ur sysselsättningsynpunkt är den korta produktionssäsongen ett stort problem inte minst när det gäller möjligheterna att rekrytera arbetskraft.

Underhåll och reparationer kan förmodligen samordnas med annan verksamhet. För driften uppskattas antalet årsverken per 100 ha uppgå till ca 4-5.

10. Beredskapsaspekter

Från energiberedskapssynpunkt är det särskilt angeläget att inhemska bränslen utnyttjas för uppvärmningsändamål. Härvid uppnås möjlighet att upprätthålla värmeförsörjningen även under längre kriser i tillförseln av importbränslen.

Torvmängden i Sverige är tillräcklig för att ersätta hela den nuvarande oljeförbrukningen under 100 år. I verkligheten kan emellertid endast en del av förekomsten utnyttjas.

Det tar dock lång tid att få igång produktion av torv. Tidigare har sagts att det kan förväntas ta ca 4 år under normala tider. Under en kris kan denna tid förkortas något om bränsleproduktion ges högsta prioritet. Under de första tre åren torde dock ingen torvproduktion av annan än lokal betydelse förekomma.

En faktor som förhindrar användning av torv och skogsråvara som bränsle i stor skala vid inledningen av en kris är att nästan alla befintliga pannor är avsed-

da för olja. I den mån pannor i framtiden byggs för koleldning minskar tiden för omställning till inhemskt bränsle. Rosteldade pannor torde i allmänhet vara avsevärt lättare att ställa om till inhemskt bränsle än oljeeldade pannor. Torvens betydelse vid kriser skulle kunna öka i framtiden som ersättningsbränsle för kolpulvereldade pannor om dessa utformas så att de även kan eldas med torvpulver.

För närvarande förekommer ingen bränntorvanvändning av betydelse i Sverige. Av detta skäl är det svårt att snabbt bygga upp en torvproduktion. En fredstida produktion och användning av bränntorv ökar möjligheterna att snabbt öka torvens andel i energiförsörjningen i en kris.

11. Alternativt utnyttjande

Följande figur, redovisad i NES rapport 1977:1 "Torv i Sverige", ger en god bild av de alternativa användningsmöjligheter som finns för torv.

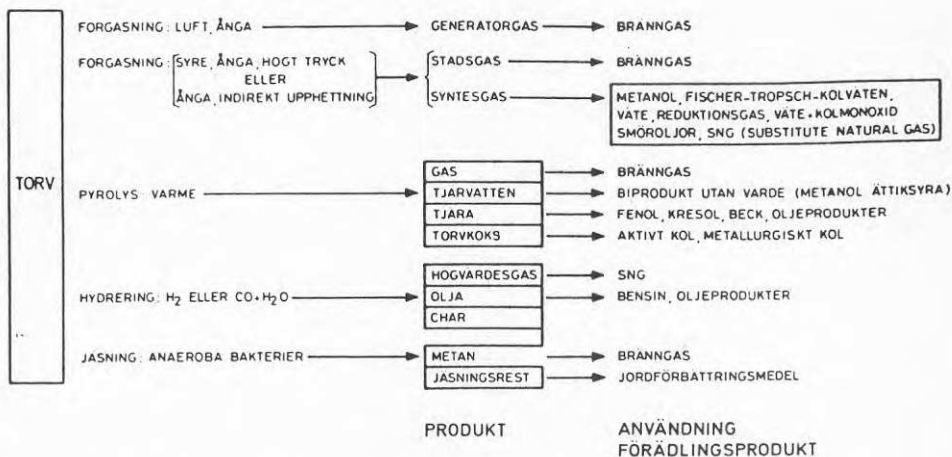


Fig 14 Alternativa användningsmöjligheter för torv

Förutom för förbränning är torv alltså aktuell som råvara för kemiska produkter på olika sätt:

- direkt utvinning av torvens beståndsdelar genom extraktion av t ex vaxer och syror
- omvandling av den organiska substansen till lämplig mellanprodukt för fortsatt syntes av kemiska produkter, exempelvis till koks, olja eller syntesgas
- direkt användning av torv som exempelvis jordförbättringsmedel

Om man genom inventering kommer fram till att torvmarker omfattande ca 10 000-15 000 hektar finns kon-

centrerade inom ca 20-50 km radie från en central punkt har man goda förutsättningar att skapa ett kemiskt energiproduktionscentrum, där ammoniak, eter och metanol kan utvinnas och transporteras till förbrukare på ett ekonomiskt acceptabelt sätt. Som råvara vid sidan av torven och som ersättning för denna kan man därvid med samma teknik använda skogsprodukter i form av bark, stubbar, ris, grönflis o d. Sannolikt föreligger möjlighet att bygga ut ett eller flera sådana centra. Utvecklingsarbete pågår.

Ett intressant sätt att få en fortlöpande förnyelse av energiråvaran är att utnyttja utbrutna mossområden för odling av snabbväxande träd. Om en utbruten mosse används för odling av energiskog kan förhoppningsvis 10-40 ton torrsbstans per ha och år utvinnas. Detta motsvarar 4-16 toe per ha och år.

En helt ny och kanske mindre miljöpåverkande metod för energiutvinning ur torv utvecklas i Sverige av Vyr-metoder AB, den s k Vyrmetanprocessen. Med hjälp av en köldhärdig typ av metanproducerande bakterier kan energi utvinnas ur mossen utan att någon torv behöver brytas. Den enda påverkan på mossen under produktionen blir ett rörsystem på ytan och efteråt en viss hopsjunkning och en högre vattenhalt. En försöksanläggning finns idag på en högmosse och en på ett kärr, båda i Uppland. Mellan 20 och 60 mg metan per liter cirkulerande sumpvatten bedöms kunna utvinnas. Ca en tredjedel av den utvunna energin åtgår för att driva processen. Det är ännu för tidigt att uttala sig om processens möjligheter, men den redovisar ett radikalt nytänkande som på sikt kan ge torven ny marknad.

SOLENERGI:

Solenergin har många former. Omvandlingar i olika steg gör den mer eller mindre tillgänglig. Både vind och biomassa är omvandlad solenergi, som i sin tur via olika tekniker kan förvandlas till värme och el.

I det följande kommer dock endast tillvaratagande av solenergi i mera direkt betydelse att behandlas, dvs för direkt konvertering till värme och/eller ej. Under den varmaste tjugoårsperioden ligger dock de största möjligheterna att på ett effektivt och kommersiellt sätt utnyttja solenergin i en utveckling av solvärmesystem. Vi har därför i detta avsnitt i huvudsak berört förhållanden som hänger samman med uppvärmning av lokaler.

1. Kvantitet

Solstrålningen kan med våra tidsbegrepp anses som oändlig, men tyvärr är den ojämnt fördelad över dygnets timmar och årets månader. Soltillgången bör därför

ses i relation till behovet av värme. Trots att Sveriges nordliga läge medför en ogynnsam fördelning av solstrålningen mellan sommar och vinter är antal solskenstimmar jämförbart med stora delar av Mellan-europa, men sämre än i södra Europa, USA och Japan. Ungefär hälften av årets solstrålning infaller under Sveriges ca nio månader långa uppvärmningssäsong.

Energiinnehållet i den solstrålning som når jorden är oerhört stort, mer än 20 000 gånger världens totala årliga energianvändning. Av denna energimängd omvandlas 47 % till värme i jord, luft och vatten medan 23 % orsakar avdunstning av vatten i hav och sjöar, 0,2 % omvandlas till vindar, vågor och havsströmmar, 0,02 % lagras i växterna och ca 30 % reflekteras tillbaka av atmosfären. Den största årligen instrålade energimängden per ytenhet fås naturligtvis runt ekvatorn, men intensiteten är vid klart väder nästan lika stor i Sverige som i andra, närmare ekvatorn liggande länder (ca 1 kW/m²).

Årsmedelvärdet för solenergiflödet är för Stockholm 980 kWh per m² och år, för Kiruna 870 samt för Svalöv i Skåne 1 000 kWh per m² och år.

Även om solintensiteten vid klart väder är hög i Sverige så är den diffusa solstrålningen, då vädret ej är klart, avgörande för den totalt insamlade solvärmemängden. Det har visat sig i pågående försök med säsongslagring av solvärme att den diffusa solinstrålningen inte bidragit med de värmemängder man kalkylerat med. Detta beror bl a på att de förutsägelser som gjorts baserade på SMHIs statistik över solinstrålning inte varit så bra, men även på funktionen hos tekniska komponenter - styr- och reglersystem, värmeväxlare, m m.

I nedanstående figur ges antalet verkliga soltimmar i förhållande till antalet maximalt möjliga. Det framtida energibidraget från solen är dock svårt att uppskatta, främst beroende på en stark teknikutveckling inom området.

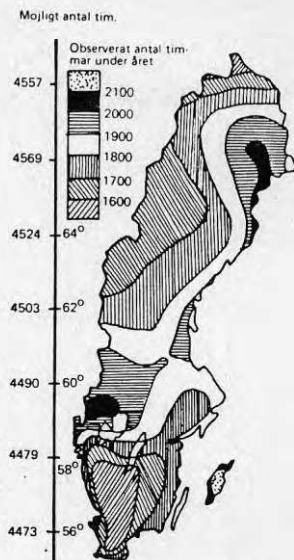


Fig 15 Antalet verkliga soltimmar i förhållande till antalet maximalt möjliga (vänstra skalan) (källa: Peterson-Wettermark; Solenergi-boken)

2. Kvalitet

Ett grundläggande problem vid nyttjande av solenergi är att effekttätheten är låg. Det maximala värdet är ca 1 kW/m^2 och räknat över alla årets timmar blir medelvärdet $0,1-0,14 \text{ kW/m}^2$. För att koncentrera energin krävs därför stora ytor.

Vid koncentrerings av solenergi måste hänsyn också tas till det faktum att en betydande del av solstrålningen är diffus efter reflektering mot himmel och moln. Sommartid är andelen diffus solstrålning ca 80 % och vintertid ca 20 %. Vid klart väder i juni är energiflödet ca 6 kWh per m^2 och dygn medan det i december är endast någon procent av detta. Ett annat problem är att tillgången på sol och behovet av värme inte överensstämmer. Behovet av energi för lokaluppvärmning varierar under året, medan energibehovet för tappvarmvatten är konstant.

Energiflödet är som lägst när behovet är störst. För att effektivt kunna utnyttja solenergi måste långtidslagring tillämpas.

Nedanstående figur visar tillförseln av solenergi under året jämfört med värmebehovets fördelning under samma tid för ett bostadshus. Problemet är att den huvudsakliga tillgången på energi finns då behovet är som minst. Solenergitillförseln under vintern är endast ca en fjärdedel av sommarens.

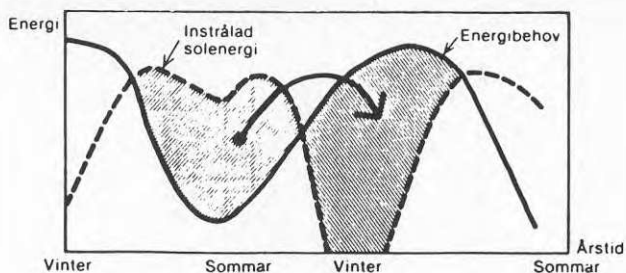


Fig 16 Solstrålningens variation i förhållande till behovet i ett småhus. Schematisk illustration

3. Utvinning/omvandling

Den tekniska utvecklingen på solenergiområdet är intensiv och vissa tillämpningar har fått kommersiell betydelse medan andra endast befinner sig på experimentstadiet eller betingar ett så högt pris att någon utbredd användning ej förekommer.

En systematisering av teknikområdet kan se ut enligt följande

- o Termiska lågtemperatursystem (solvärme). Solfångarsystem som arbetar med temperaturer under eller omkring 100°C. Solfångarsystemen ger energiformen värme
- o Termiska högtemperatursystem, solfångarsystem bestående av fokuserande reflektorer som arbetar vid temperaturer mellan 500 och 800°C, vilka via ånga kan ge elektrisk energi som slutprodukt
- o Fotovoltaiska solcellsystem för direkt omvandling till elektrisk energi.
- o Fotokemiska processer där ljusets fotoner inducerar en kemisk reaktion inom ett medium. Fotokemiska processer kan ge elektricitet eller kemiskt bunden energi (bränslen)
- o Passiva solvärmesystem, dvs ett utnyttjande av byggnadens olika delar, dess orientering och placering för att på bästa sätt tillvarata solenergin, dvs minimera behovet av tillsatsenergi
- o Naturligt lagrad solvärme i mark, vatten eller luft som nyttiggörs mha värmepump

I den kommunala energiplaneringen är det framför allt möjligheten att tillgodogöra sig värme ur solinstrålningen som är aktuellt - solfångarsystem och passiv solvärmeanpassning i kombination med värmepumpsystem. Några aktuella aktiva solvärmesystem av intresse är:

- lågtemperatursolfångare - lokala system med kort-tidslager
- lågtemperatursolfångare kompletterade med värmepump - värmecentral med säsongslager
- högtemperatursolfångare - värmecentral med säsongslager, lokala system med kemisk värmepump för säsonglagring
- hög- och lågtemperatursolfångare utan lagring
- koppling till fjärrvärmesystems returledning för sommarlast

De termiska lågtemperatursystemen, med solfångare avsedda för husuppvärmning och varmvattenproduktion, är den teknik som kommit längst i praktisk tillämpning. Solfångarna kan byggas med enkel teknik och billigt material. Konstruktioner finns att köpa på den öppna marknaden.

En teknik som står nära en kommersiell introduktion är uppvärmning av returvatten i fjärrvärmenät. Potentialen här är hög, eftersom en kraftig utbyggnad av fjärrvärmedistributionen pågår i landet. Genom applicering till befintliga system kan ett utbrett utnyttjande erhållas relativt snabbt. För en god ekonomi krävs då att man använder lägre vattentemperaturer i nätet. De flesta äldre systemen är dimensionerade för höga vattentemperaturer, varför en applicering av solfångare till dessa system kan bli problematisk. Solfångare som arbetar vid högre temperaturintervall är under utveckling.

Termiska solfångare kan antingen konstrueras plana eller koncentrerande. Den plana, icke fokuserande solfångaren består oftast av en yttre glasskiva och under denna en svart platta. Värmemediet passerar genom i plattan inbyggda kanaler eller i friliggande rör mellan plattan och glaset.

Värmemediet i solfångarna kan antingen vara luft eller en vätska. Vattensystem med en glykolblandning under vintern är de vanligaste. De möjliggör tekniskt enklare och därmed billigare konstruktioner men har en nackdel i att systemet är trögt. Solglintar under 7-8 minuter kan normalt inte tillgodogöras, eftersom det tar tid innan vattnet i solfångarna får en temperatur som överstiger inkopplingstemperaturen.

Under senare tid har utvecklingen mot system med mer effektiva selektiva solfångare tagit fart. Dessa släpper in energirik strålning med små förluster och behåller sedan bättre den infångade energin antingen genom att skyddande glasytor reflekterar den bildade långvägiga värmen eller genom att absorbatormaterialet är selektivt.

Utvecklingen av passiva solvärmesystem sker parallellt. Ett bättre disponerande av husen, placering av stora fönster mot söder osv ger rejäla energibesparingar. Nya byggnadsmaterial som på ett bättre sätt kan lagra och fördela energin bidrar på samma sätt. Dagens nyproducerade hus kräver betydligt mindre energi än genomsnittshuset. Detta har åstadkommits genom bättre isolering och ibland också med mekanisk ventilation, vilken ofta kompletteras med värmeåtervinning. Passiva solvärmepprinciper har ej använts i någon mer utbredd omfattning.

Solen behöver ej nödvändigtvis klara hela värmebehovet, man studerar också integrerade system där basvärmén tas från solinstrålningen och reservenergi från någon annan källa. Problemet blir då att investeringskostnaderna för spetsenergin endast kan fördelas på ett litet antal timmar per år. Kostnaden per producerad energienhet blir därigenom hög. Effekten måste vara tillräcklig för de kallaste dagarna i januari/februari, när den lagrade solenergin börjar ta slut. Om konsumenterna kan klara det extra energitillskottet själva under de kallaste dagarna, t ex med hjälp av moderna vedeldade braskaminer, kan kostnaden för de i detta fall dyra centrala reservsystemen minskas.

I allmänhet får vanliga byggnader 10 % av sitt värmebehov täckt med solvärme. Genom att medvetet planera byggnaden med hänsyn till solvärme och andra värmetillskott kan försörjningsgraden ökas till upp emot 30-40 %.

Högtemperaturteknologin är på demonstrationsstadiet. Frankrike och USA har stora utvecklingsprojekt. Med hjälp av speglar koncentreras energin mot ett medium som absorberar värmen. Energin tas sedan ut som el via turbin och generator. Även om tekniken inte har några grundläggande olösta delproblem av teknisk natur är den bara av begränsat intresse för Sverige, eftersom endast direkt strålning går att koncentrera.

Solceller säljs idag kommersiellt för vissa specialapplikationer som fyrar, radiolänkar och trafikledningssystem. Tekniken har främst utvecklats inom rymdforskningen.

De fotokemiska processerna befinner sig på en helt annan utvecklingsnivå. Alla är fortfarande på grundforskningsstadiet. Ett flertal olika processvägar och principer studeras. I Sverige undersöks bl a fotoelektrokemiska celler med olika elektroder, fotoinducerade redoxprocesser, fotokemisk framställning av vätgas med hjälp av katalysator, kemisk lagring av solenergi genom fotokemisk reduktion av koldioxid och fotokemisk solenergikonvertering i organiserade system. Beroende på vilken princip som används kan elektricitet eller kemisk bunden energi som väte, metan och metanol produceras.

Markutnyttjandet bör inte vara något problem vid nybebyggelse där solenergiteknik planeras in från början. Det huvudsakliga hänsynstagandet utgörs dels av en anpassning av bebyggelsen för ett passivt utnyttjande av solenergin, dels av avsättning av ytor för solfångare och eventuella lager. Stora ytor kan utnyttjas genom att takytor används för applicering av solfångare. I vissa fall kan dock separata markområden bli aktuella för större solfångaruppställningar. Detta gäller främst vid utnyttjande av solvärme i returvattnet i fjärrvärmearläggningar, eftersom upptagningsytan bör vara samlad och blir relativt utrymmeskrävande.

Vid produktion av el via soltornsanläggningar kommer stora arealer att krävas. Denna teknik torde dock inte bli aktuell för Sveriges del inom en överblickbar framtid.

Utnyttjandet av solenergi har i ett större sammanhang ingen förhållandevis ringa påverkan på miljön. Lokalt kan dock visst utnyttjande vålla problem. Det är inte utan vidare givet att stora solfångarareor och värmelager kan placeras in i miljön, även om det fysiska utrymmet i och för sig finns. I vissa fall kommer estetiska och kulturhistoriska hänsyn säkert att lägga hinder i vägen. Konkurrens om marken kan dessutom förekomma i många fall, t ex för rekreation, och det ekologiska systemets balans kan påverkas, t ex vid värmelagring i mark och grundvatten.

Kostnadsbilden inom solenergiområdet förändras snabbt allt eftersom tekniska framsteg görs. Som en illustration kan visas förväntad kostnadsutveckling för kiselceller. Nedanstående prognos publicerades 1975.

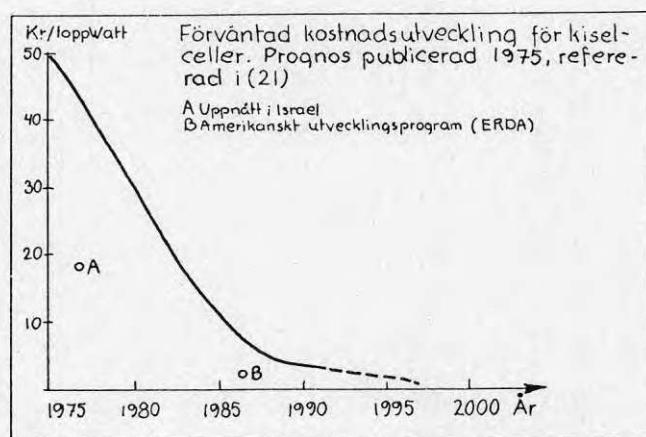


Fig 17 Förväntad kostnadsutveckling för kiselceller, 1975 (källa: NE 1980:3)

Vad avser kostnaderna för övrigt utnyttjande av solenergi, främst för värmeproduktion, är bilden väldigt splittrad, främst beroende på den snabba utvecklingen.

Som riktvärden för vad vissa referenser anser vara dagens situation ges nedanstående kostnadsbedömningar.

Simbassänger	- lönsamt
Ytjordvärmeteknik	- ekonomiskt försvarbar inom en nära framtid
Djupjordvärmesystem	- ca 30-40 % högre investering än ytjordvärme
Fjärrvärmesystem	- 15-20 öre/kWh
Solvärmt tappvatten	- idag 30-40 öre/kWh, kan reduceras med åtminstone en tredjedel
Medelstora solvärme- centraler	- 20-30 öre/kWh

(Källa: NE 1980:3)

4. Lagring

Den markerade färförskjutningen mellan behov och tillgång till solenergi gör att utvecklingen av lagringsteknik är mycket betydelsefull för möjligheterna att tillvarata solenergi vid uppvärmning. För meningsfulla lokaluppvärmningssystem byggda på solvärme krävs någon form av lager. Utvecklingen drivs efter flera linjer och demonstrationsanläggningar har uppförts och planeras på olika håll i Sverige.

De olika lagringstekniker som är aktuella kan sammanfattas enligt följande

- o Vattenmagasin, antingen fristående cisterner, avskärmade delar av sjöar, underjordsförlagda magasin eller grundvattenmagasin (akviferer)
- o Lagring direkt i jord eller berg med hjälp av 10-200 meter djupa rör
- o Stenmagasin
- o Termokemisk lagring
- o Fasomvandling till is
- o Kemisk fasomvandling, salter

De tre förstnämnda lagringsformerna kallas sensibla lagringssystem.

De två sistnämnda metoderna kallas latent värmelagring. Vid fasomvandling upptas resp frigörs värme vid en bestämd temperatur. Många undersökningar har gjorts för att finna lämpliga ämnen för latent värmelagring.

Intresset har koncentrerats till salthydrater och organiska ämnen. Mest undersökt är glaubersalt, som dock visat sig ha flera ogynnsamma egenskaper. I Sverige prövas för närvarande ett system med glauber-salt inkapslat i skivor, vilka exempelvis kan monter-
 ras i tak för att lagra överskottsvärme. Ett flertal experiment med andra salter pågår i Sverige och utom-
 lands.

Vid termokemisk energilagring utnyttjas reaktionsvärm-
 et vid omvändbara kemiska reaktioner. Ett exempel
 är den termokemiskt lagrade värme som frigörs när
 koncentrerad svavelsyra blandas med vatten. Omvänt
 kräver avlägsnande av vatten ur utspädd svavelsyra
 samma mängd värme. När kemiska bindningar bryts
 kan mycket stora värmemängder omsättas.

Kemisk och termokemisk lagring av energi är i stora
 stycken oprövade lagringsmetoder, men intensivt forsk-
 nings- och utvecklingsarbete pågår då fördelarna
 är stora med dessa lagringstekniker.

I Studsvik har energi lagrats i form av varmvatten
 för uppvärmning av en tvåvånings kontorsbyggnad med
 en uppvärmd area på 2 x 250 m². Lagret består av
 en konisk 6 m djup grop med en toppdiameter av 16 m.
 Volymen är ca 500 m³. Gropen isoleras med mineralull
 som täcks med gummiduk.

Storskalig lagring i vatten har inte prövats nämnvärt
 utomlands - man kan våga påstå att Sverige på detta
 område ligger väl framme. Inom IEA har gropmagasin
 av Studsvikstyp men av storleksordningen 30 000 m³
 studerats. Det svenska deltagandet sker via NE och
 BFR.

Säsongslagring med nu känd teknik (sensibel lagring
 i vatten) kräver lager ungefär lika stora som den
 uppvärmda byggnadsvolymen. Detta innebär att s k
 byggnadsegna säsongslager av denna typ inte kan bli
 aktuella i befintlig flerbostadsbebyggelse pga utrym-
 mesbrist. Korttidslagring, som medger försörjnings-
 grader på 50-60 % av årsbehovet, kräver däremot voly-
 mer under 5 m³/lägenhet och är därför fysiskt möjliga
 att inrymma i många källarförsedda hus. Säsongslagring
 i byggnadsegna system kräver i flerbostadsbebyggelse
 någon form av latent värmelagring.

Korttidsvariationer beroende på molnighet m m ger
 inte så stora problem, ej heller energilagring mellan
 natt och dag. Problemet är behovet av säsongslagring.
 Som ett första steg i uppbyggnaden av solvärmesystem
 är det lämpligt att utnyttja solfångare där kombina-
 tion med säsongslagring inte är nödvändig. Ett system
 som uppfyller denna förutsättning är anslutning av
 solfångare till ett fjärrvärmesystem. Detta prövas
 nu i Skogås söder om Stockholm och flera liknande
 planeras. Ca 10 % av årsenergibehovet för uppvärmning
 i ett område kan täckas av solvärme då solfångare
 kopplats till fjärrvärmensätets returledning. Detta
 medför att fjärrvärmesystemets panncentral kan stängas

av helt under sommarmånaderna då uppvärmning av tappvarmvatten sker med solvärme. Skall mer än 10 % täckas av solvärme krävs att fjärrvärmenätets egen lagringskapacitet i kulvertsystemet kompletteras med separata värmelager.

För lagring av solvärmeenergi gäller att kostnaderna måste minskas samtidigt som energitätheten i lagren måste öka för att göra långtidslagring mera attraktiv. Beroende på lagringssätt, temperaturintervall och systemets storlek varierar lagringskostnaderna högst avsevärt.

Miljöaspekter på utnyttjandet av solenergi läggs främst på det olika lagrens påverkan på omgivningen. Främst gäller detta naturligtvis de sensibla systemen och då företrädesvis vid lagring i naturliga vattenreservoarer.

Vid lagring i mark och grundvattenmagasin påverkas både grundvattnet och magasinets omgivningar. Denna påverkan bestäms i första hand av lagringsmediets temperatur och magasinets djup under markytan.

En höjd temperatur i markskiktet ovanför ett värmemagasin kan - i förening med förändringar i avdunstning och fuktvandring från magasinet - medföra saltanrikning. Det övre jordlagret kan dessutom torka ut, med risk för sättningar. Å andra sidan kan fuktvandringen från magasinet bli så stor att jorden under långa perioder är konstant våt, vilket medför risk för vegetationsskador och erosion.

Förändringar i den naturliga växtligheten kan uppstå på grund av ändrade temperatur- och fuktförhållanden. Nya bakterier kan också utvecklas vid sådana förändringar.

5. Distribution

Distributionen av solenergi utgörs av distribution av värme eller el efter de omvandlingsprocesser som vidtagits.

Omvandling av solenergi till värme kan komma att ske via solfångare placerade på husens tak och fasader om lagringstekniken utvecklas så erforderlig kapacitet kan uppnås med de individuella lagren. I första hand kommer förmodligen solvärmens att kunna utnyttjas i kollektiva värmeförsörjningssystem. Framledningen av varmvattnet sker då exv via ett fjärrvärmenät -hetvattensystem eller lågtemperatursystem. Inom byggnaderna distribueras värmen som varmvatten och varmluft.

6. Användning/omvandling

Exempel på fullskalig användning av solenergi för omvandling till el i Sverige finns endast i form av ett begränsat användande av solceller i vissa speciella försöksanläggningar (rymdforskning etc).

När det gäller omvandling till värme är följande systemtyper och kombinationer tänkbara

- O byggnadsegna system
 - värmepumpsystem
 - passiva solfångningssystem
 - aktiva solfångarsystem för tappvarmvatten
 - aktiva solfångarsystem för tappvarmvatten och byggnadsuppvärmning

- O centrala system
 - värmepumpsystem med korttidslagring
 - solfångarsystem med säsongslagring

- O speciella system
 - solfångarsystem med fjärrvärmeanknytning
 - anläggningsinriktade system (t ex badanläggningar)

Det förekommer fullskaliga försök med byggnadsegna system i Sverige sen flera år tillbaka. Sedan mitten av 70-talet har solfångare, värmepumpar och olika lagringsprinciper provats för individuella hus. När det gäller grupper av hus och flerbostadshus ligger utvecklingen några år efter. För närvarande pågår dock en rad försök med olika centrala system och speciella system. De flesta försöken arbetar med högtemperatursystem och småhus. Under 1982 planerar Tekniska verken i Linköping AB och Studsvik att starta ett projekt med uppvärmning av blandad bebyggelse, däribland flerbostadshus. Som exempel på några större demonstrationssystem med säsongslagring kan följande nämnas:

- o I Studsvik finns en nybyggd kontorsbyggnad med 2 x 250 m² yta som värms med solvärme. Solfångarna (totalyta 120 m²), vilka är koncentrerande, är monterade på en solföljande platta, ca 50 MWh fångas in. Plattan utgör locket till ett gropmagasin. Magasinet kan lagra ca 20 MWh. För att kunna utnyttja så låga temperaturer som möjligt används luftvärme i byggnaden

- o I Lambohov i Linköping har Östgötabyggen ett projekt som skall försörja 56 gruppbyggda terrasshus med hela värmebehovet, 2 600 m² plana solfångare monterade på hustaken, en 10 000 m³ vattendamm samt en värmepump bygger upp systemet

- o Ingelstadsprojektet i Växjö inkluderar 1 300 m² koncentrerande centralt placerade solfångare och en fristående 5 000 m³ stor vattentank. Detta system avser endast att klara 50 % av årsbehovet för 52 fristående hus. Det kompletteras med en oljeeldad panncentral
- o I Lyckeboprojektet i stadsdelen Storvreta i Uppsala planeras för solvärme i 500 hus varav 300 är enfamiljshus. 13 000 m² plan solfångaryta skall placeras centralt och 7 000 m² på taken. En underjordisk lagertank på 100 000 m³ fylld med vatten ingår också. Systemen skall byggas under perioden 1981-83.

Bakgrunden till några av projekten ovan är att kommunerna ifråga uttryckligen vill minska sitt oljeberoende ner till ungefär hälften av dagens under en tioårsperiod. För att göra detta möjligt har man för avsikt att täcka minst 10 % av energibehovet med solvärme.

På sikt bedöms andelen solvärme öka vilket ställer krav på utveckling av långtidslagring. Syftet med projekten ovan är bl a att skaffa erfarenheter om konstruktion och drift av solvärmeanläggningar, som kan bidra med mer än 10 % av det totala uppvärmningsbehovet. Därtill hör också kunskap om komponenter, placering av solfångare, lager m m samt uppköp av teknik.

Inom gruppen speciella system finns en rad exempel på hur simbassänger uppvärms med värme från solfångare. Det pågår också försök med solfångare kopplade till fjärrvärmesystem. Exempel på detta är bl a en anläggning i Fjärås, Kungsbacka och en i Skogås söder om Stockholm.

Ekonomi torde enligt en allmänt omfattad bedömning fin utgöra det största hindret för en snabb introduktion av solvärmeteknik på den svenska marknaden. Kostnaderna för komponenter och system uppvisar stora variationer men är totalt sett tämligen höga. Energikostnaden är för en rad experimentanläggningar med marknadsmässig ränta och avskrivningstider på 10-15 år så hög som 50 öre/kWh. Vid alla uppskattningar av kostnader föreligger stora osäkerheter, främst beträffande livslängd och förväntade kostnadsreduceringar pga serietillverkning och uppskalning. De "andra generationens" anläggningar som nu projekteras visar emellertid avsevärt lägre kostnader än sina föregångare. Det förefaller därför inte nu finnas anledning att sortera bort något alternativt med motiveringen att det ställer sig för dyrt i dagens läge.

7. Organisation

Solvärmeteknik som inordnas i fjärrvärmesystem t ex i form av stora solfångarfält i anslutning till kulvertnätet eller solvärmecentraler som utgör filia-

ler till fjärrvärmeverken kan betraktas på samma sätt.

För det mesta handlar dock solvärmeteknik om många och jämfört med konventionell fjärrvärme små enheter som bör hanteras av en helt annan typ av organisationer, som primärt inte har till uppgift att producera energi. Upphandling och skötsel ligger på fastighetsägare och samfälligheter i deras egenskap av byggherrar och förvaltare.

Den organisation som skall svara för upphandling och skötsel av en ibland komplicerad solvärmearläggning kan således vara av mycket skiftande typ och ha varierande kompetens, allt ifrån det stora energiverket över väletablerade fastighets- eller byggföretag till egnahemsägare. Av de senare finns det ca 1,6 miljoner i Sverige. En del av dem är mycket kompetenta och handlingskraftiga, andra inte.

Ett stort problem är därför att organisera upphandling av den nya tekniken. Ett annat, minst lika svårt problem är att organisera skötseln av den nya tekniken så att systemen verkligen fungerar i praktiken. Detta problem omfattar både fastighetsägarens egen organisation och den kommersiella serviceverksamhet som denne måste kunna använda sig av.

Skötselfrågornas svårighetsgrad hänger samman med komponentrikedomen och de ej helt utprovade nya systemen.

Till problemen hör att solvärmeteknik delvis kräver en strukturförändring av vissa branscher. Nya system kan vara sammansatta av delar som tidigare hanterats av olika yrkes- och företagsgrupper. Ett exempel på detta är när värmepumpar, som normalt behandlas som en omvänd kylteknik, tas i bruk i stor skala för uppvärmningsändamål. Värmesystemet behöver då service från en helt ny specialist- och företagsgrupp.

För att serviceföretag och enskilda personer skall kunna lära sig en ny teknik krävs utbildning på många olika nivåer. Bristande utbildning är ett stort hinder för att få ny teknik att fungera.

För att solvärmetekniken skall kunna tillämpas i full skala krävs ett program för introduktion av tekniken liksom ett väl genomarbetat finansieringsystem. Detta är en uppgift för statliga myndigheter att samordna.

8. Styrinstrument

För att styra och förhoppningsvis underlätta införandet av solvärme finns dels en uppsättning statliga regler, normer och anvisningar och dels konkreta förberedande åtgärder i kommunernas planering av bebyggelse och energisystem.

Om exempelvis en ansökan om tillstånd att utföra ett värmelager har inlämnats till koncessionsnämnden för miljöskydd skall nämnden i sitt beslut beakta, t ex vattenlagen, naturvårdslagen, byggnadslagen och hälsovårdsstadgan. Detta visar omfattningen av statliga författningar som reglerar införandet av solvärme.

Till det befintliga regelsystemet kommer nya regler för att styra mot önskvärda mål. Exempel på detta är Statens Planverks förslag till regeringen att införa krav på installation av lågtemperaturvärme. Lågtemperatursystemen bör i framtiden kunna installeras i befintlig bebyggelse i samband med sanering av äldre byggnader. Behovet av ombyggnad och upprustning ökar nu mycket snabbt varför en anpassning av energiförsörjningssystemen måste ske till de förutsättningar som gäller för sådan bebyggelse.

Centrala bestämmelser, förordningar o dyl som nämnts ovan bör användas endast för att säkerställa från nationell synpunkt viktiga egenskaper i de kommunala energisystemen. I övrigt måste dessa systems utformning ske med ett omsorgsfullt tillvaratagande av lokala förutsättningar.

I anslutning till lagstiftningen skall centrala myndigheter ge råd och anvisningar. I rapporten från oljeersättningsdelegationens arbetsgrupp för solvärme föreslås att råd och anvisningar nu upprättas för problemkomplexet bebyggelseplanering, markreservat för lagring, solfångare, lokala panncentraler m m samt utformning av fjärrvärmesystem med hänsyn till successiv övergång till nya energislag. Gruppen anser vidare att den fysiska planeringen och energiplaneringen i kommunerna mer än tidigare inriktas mot solvärmeproblemet. Statliga verk bör enligt gruppen tillsammans utarbeta råd till kommunerna om vad som bör beaktas vid planeringen.

4.3 Exempel på omvandlingsteknik

Vid betraktande av en energiråvaras tillvaratagande och förädling fram till slutlig användning/utnyttjande sker omvandling normalt sett i flera steg. Undantag utgör t ex utnyttjande av solinstrålning i passivt uppvärmda hus, där solinstrålningen direkt utnyttjas i form av uppvärmd luft.

Nyttjande av vedbränsle, torv etc kräver normalt sett en produktion/skörd. Viss omvandling sker i detta steg, men den huvudsakliga energiformförändringen sker vid förbränning av bränslet.

Hetvatten eller uppvärmd luft är den energiform som främst önskas och som direkt kan utnyttjas för lokaluppvärmning, tappvarmvatten etc.

Utnyttjande av värmepump innebär uttag av tidigare tillförd värme ur luft, jord eller vatten och genom "koncentrering" görs den tillgänglig för uppvärmningsändamål. Värmepumpen kräver ett tillskott av drivenergi, vanligtvis el. Uttaget av energi ur värmepumpen är 2-4 gånger större än tillskottsbehovet beroende på förutsättningarna. Den energikälla som avger värme är oftast solenergi lagrad i luft eller vatten, men även spillvärme från industrier, i avloppsvatten etc och frånluft i ventilationssystem kan utnyttjas för värmeuttag.

FÖRBRÄNNINGSTEKNIK:

Förbränning av ett bränsle, en energibärare, har som uppgift att omvandla den i bränslet lagrade energin till en annan form av energi som enklare kan utnyttjas. Vid förbränning överförs värmeenergi från bränslet till ett energiupptagande medium som vanligtvis är vatten (i vissa fall ånga, olja eller luft).

Verkningsgraden hos en eldningsanläggning är det mått som anger hur mycket av den energi som finns bundet i bränslet som upptas i vattnet, luften etc, dvs ett mått på effektiviteten hos energiöverföringen.

De bränslen som främst är aktuella i mer eller mindre konventionella förbränningsanläggningar är olja (Eo 1-5), gas, kol, torv, skogsbränsle, halm, vass och avfall.

Det finns i huvudsak två olika typer av konventionella förbränningsanläggningar, pannor på marknaden, dels ångpannor av s k eldrör-, rökrör- eller vattenrörtyp dels hetvattenpannor av vattenrör- eller eldrörtyp. Den huvudsakliga skillnaden mellan hetvattenpanna och ångpanna är att i en hetvattenpanna överskrids aldrig koktemperaturen vid det rådande driftrycket. Konstruktionsmässigt är dock likheten stor mellan dessa pannor.

Den förbränningsutrustning som används varierar avsevärt vid en jämförelse mellan fasta och flytande bränslen.

Vid förbränning av olja har oljebrännaren i uppgift att förfördela och sprida brännoljan in i förbränningsrummet samt att ombesörja tillförsel och inblandning av förbränningsluften.

Vid eldning med gas har gasbrännaren i stort sett samma funktion.

För förbränning av fasta bränslen främst styckeformigt kol har roster använts sedan lång tid tillbaka.

En rost består av ett galler på vilket bränslet förbränns med underifrån tillförd primärluft. För större anläggningar används idag i princip tre olika sätt att tillföra bränslet.

1. Med skruv underifrån upp på rostytan
2. I rostytons plan med hjälp av en rörlig rost
3. Med kastapparaten ovanifrån ned på rostytan

För torv används främst tre olika metoder för förbränning:

1. Pulvereldning
2. Cykloneldning
3. Rosteldning

Pulvereldning tillämpas främst för anläggningar större än 30 MW och innebär kortfattat att torven mals i en kvarn och transporteras med varmluft och varma rökgaser till förbränning. Brännarna kan vara utförda som enbart pulverbrännare eller som kombinerade pulver/olja-brännare.

Cykloneldning är lämplig för anläggningar 3-30 MW. Eldstaden består av en cylinder utförd av eldfast material som ansluts vertikalt eller horisontellt till en panna.

En fläkt blåser in torv och primärluft tangentiellt i cyklonen. Genom rotationen får bränslet en lång förbränningsväg och förbränningen sker fullständigt inne i cyklonen och endast varma rökgaser kommer in i pannan.

Nya metoder utvecklas för att lättare utnyttja fasta bränslen i konventionella eldningsanläggningar. Bl a görs försök med pumpbara blandningar av kol/olja/vatten. Även ved och torv kan ingå i blandbränslen av liknande slag. Blandningar som innehåller 40-50 % kol kan sannolikt eldas i vanliga pannor med viss effektreduktion. De kan hanteras som tjockolja och kräver inga större förändringar i distributionssystemen.

Kol/olja-blandningarna kan således medföra en begränsning av oljeanvändningen upp till 40-50 % i befintliga anläggningar till måttliga kostnader. Det måste dock finnas plats för kompletterande askutmatnings- och rökgasreningsutrustning.

En ny eldningsmetod vars utveckling intensifierats på senare år är eldning i fluidiserande bädd (virvelbädd). Ett antal provanläggningar finns byggda på olika håll i världen. Även i Sverige finns ett par anläggningar i drift - Eksjö och Enköping. Ytterligare några är under uppförande och beräknas tas i drift under 1981/82. Två olika typer av bäddar finns, trycksatta och atmosfäriska. De trycksatta bäddarna är tekniskt avancerade, speciellt tätningsproblemen är svårbehandlade. För installation inom industri och kommunala värmeverk torde i första hand atmosfäriska bäddar bli aktuella.

Några fördelar med den fluidiserande bädden:

- Bränsle av många slag kan användas i samma anläggning, även sådana med lågt värmevärde och/eller hög askhalt.
- God förbränning genom effektiv blandning mellan luft och bränsle samt bäddmaterialets katalytiska verkan
- Höga värmeöverföringstal mellan panntuber och bäddmaterial samt turbulenta heta gaser, varigenom värmeytorna kan göras mindre (materialbesparing)
- Relativt låg förbränningstemperatur, vilket innebär att bildningen av kväveoxider blir ringa och att askan blir torr och praktiskt taget fri från slagg
- Vid svavelhaltiga bränslen kan en effektiv reducering av svaveldioxidutsläppen erhållas genom att i bäddmaterialet tillsätta kalk eller dolomit

Några nackdelar:

- Relativt lång uppvärmningstid för bäddmaterialet vid uppstartning
- Särskild startbrännare för olja eller gas erfordras
- Fluidiseringsluften fordrar högt tryck, vilket innebär större energiförbrukning för fläktdriften än vid konventionella anläggningar
- Möjligheterna att reglera effekten är begränsade. Genom uppdelning av bädden i flera sektioner kan dock reglerområdet utökas. Även andra tekniska lösningar är under utveckling
- Lämpar sig mindre bra för drift enbart under delar av dygnet, varför virvelbädd i första hand bör användas för grundlaständamål. Dock har det visat sig att bäddmaterialets temperatur även efter en natts stillestånd kan vara tillräckligt hög för att snabbt kunna komma i drift igen.

De flesta större eldningsanläggningarna i landet är enbart byggda för oljeeldning. För att gå över till fasta bränslen behövs vanligen genomgripande och tidsödande om- och tillbyggnader. Brist på utrymme och transportmöjligheter kan ytterligare försvåra en sådan övergång. Det kan ofta vara fördelaktigare att bygga en helt ny eldningsanläggning för fastbränsleeldning. Om en oljeeldad anläggning från början byggs med tanke på framtida övergång till fasta bränslen kan emellertid åtgärder vidtas som begränsar de nämnda svårigheterna.

Beträffande mindre pannor är en stor del av beståndet utformat så att en övergång till fastbränsleeldning

underlättas. Svensk Byggnorm har under en längre tid krävt att pannor för uppvärmning av permanenta bostäder, arbetslokaler m m vid behov skall kunna omställas för eldning med fasta inhemska bränslen. På senare år har emellertid viss beredskapslagring av olja kunnat ersätta omställningsmöjligheten till fasta bränslen. I många fall krävs komplettering av pannorna med rooster och eldstadsluckor för eldning med fasta bränslen.

Pannor i flerfamiljshus, mindre blockcentraler osv förekommer i ett flertal utföranden - gjutna, smidda, högeffektpannor.

För många av dessa pannor anges att de är omställbara genom användning av en förugn. I sådana fall behövs också normalt en komplettering med rökgasfläkt för förbränningsgaserna. Dessa utrustningar är utrymmeskrävande. Dessutom måste på längre sikt stoftavskiljning lösas genom insättning av cykloner eller andra stoftavskiljare.

Nedan visas ett försök till uppskattning av den omställningstid som pannor med en effekt av 60 kW och uppåt kräver.

	Kort sikt 1v-1mån	1-6 mån	6 mån- 1år	Pannbyte förugn m m
Hyreshuspannor (60-600kW)	25 %	15 %	30 %	30 %
Värmecentraler pannor (600- 2000kW)	-	10 %	50 %	40 %

Fig 18 Omställningstid för pannor på 60 kW och större
(källa: Peterson och Staaf)

VÄRMEPUMP:

En värmepump fungerar i princip som en kylanläggning. Skillnaden ligger principiellt endast i användnings sättet - i en värmepump är det värmeavgivningen som nyttiggörs, medan det vid en kylmaskin är värmeupptagningen (kyleffekten) som är det primära.

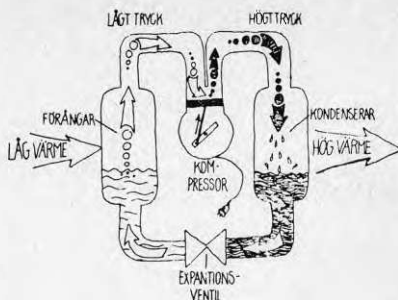
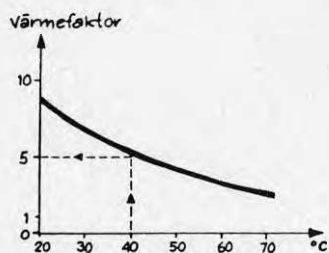


Fig 19
Värmepumpens principiella funktion
(Källa: Solkraft, vattenkraft, vindkraft
V Bokalders m fl)

sorn bildad vätska passerar trycket sänks till den nivå där kondensatet återigen kan förångas.



Temperaturhöjning - skillnad mellan kondenserings- och förångningstemperatur.

Fig 20
Värmepumpens värmefaktor som funktion av temperaturhöjningen

sammanhängande tid som möjligt samtidigt som "temperaturlyftet" görs så litet som möjligt. Man kan då uppnå mycket höga värmefaktorer över en lång tid, vilket medför god driftekonomi för anläggningen. Enbart en hög värmefaktor betyder inte så mycket. Det är nödvändigt att värmefaktorn beräknas över en längre tid så att värmebehovet kan beaktas och avseglas i beräkningen av t ex en årsvärmefaktor.

Med hjälp av en värmepump kan man koncentrera och flytta värme. I vår omgivning, i luften, i jorden och i vattnet finns det värme. Till exempel innehåller tiogradig uteluft värme som med hjälp av en värmepump kan samlas upp och koncentreras för att värma ett hus till +20°C. Det tillskott av energi som krävs

Värmepumpar kan konstrueras efter en rad olika principer, men det vanligaste är, av kostnads- och verkningsgradsskäl, den kompressordrivna förångningsprocessen, vars princip framgår av figuren intill. I förångaren hålls en vätska vid så lågt tryck att den kokar, då värme upptas från omgivningen. Ångan lyfts till en högre tryck- och temperaturnivå med en kompressor. På den högre temperaturnivån avges värme genom att ångan kondenserar. Processen sluts genom att i kondensorn strypventil, i vilken trycket sänks till den nivå där kondensatet återigen kan förångas.

Den i kondensorn angivna värmemängden är lika med den i förångaren upptagna, plus den vid kompressionen tillförda energin. Förhållandet mellan avgiven värmeenergi och tillförd drivenergi kallas värmefaktor. (Se figuren till vänster.) Som synes är värmefaktorn beroende av temperaturskillnaden vid vilken värmets upptas och avges. Dessutom beror den av absoluttemperaturen i kondensorn. En bra värmekälla skall således hålla en relativt hög temperatur och leverera värme under så lång

för att driva värmepumpen är betydligt mindre än den värmeenergi som tillförs huset. Om värmepumpen behöver en kilowatt el och kan ta upp värme motsvarande två kilowatt från uteluften kan tre kilowatt tillföras husets uppvärmning. Med hjälp av en värmepump utnyttjas i detta fall elektricitet på ett effektivt sätt för uppvärmning. Värmefaktorn är 3, vilket innebär att det i exemplet ovan skulle krävas 3 kW istället för 1 kW för att uppnå +20°C i huset. Värmepumpen är således ett utmärkt hjälpmedel för nyttiggörande av lågtemperaturvärme.

Som drivenergi för att via värmepumpen driva värmen från den kalla till den varma delen används vanligen elström. Värmepumpar kan även drivas mekaniskt med t ex vindkraft eller dieselmotor.

Lämpliga värmekällor för en värmepumpanläggning är

- o Luft: uteluft samt frånluft från ventilationsanläggningar
- o Vatten: grundvatten, ytvatten i sjöar och vattendrag, avloppsvatten
- o Solvärme: lagrad solvärme exempelvis som yttjord-(mark)värme eller djupjordvärme
- o "Spillvärme" spillvärme från processer i form av uppvärmd luft eller vatten

Lämpliga användningsområden för värmepumpen är

- o uppvärmning av byggnader
- o processvärme (ex indunstning, luftavfuktning)
- o sport- och fritidsanläggningar (badanläggningar)
- o drivhus

Värmepumpar kan installeras i både befintlig och ny bebyggelse. En teknisk förutsättning för värmepumpsystem i befintliga hus är att byggnaderna har vattenburna distributionssystem för uppvärmning. Det innebär vanligtvis att uppvärmningen hittills baserats på olja eller vattenburen elvärme. Vanligast är att småhus utrustas med värmepumpsystem, men även flerbostadshus, industribyggnader och andra lokaler kan i många fall vara lika lämpliga.

Värmepumpar används sedan länge i ett flertal olika tillämpningar. Stora anläggningar dimensioneras ofta direkt för ändamålet under det att mindre finns färdiga att köpa i standardstorlekar. Generellt gäller att det är mycket viktigt att värmepumpen dimensioneras och intrimmas noggrant för varje installation för att möjliggöra god ekonomi. Större system har i allmänhet gett bra erfarenheter under det att mindre anläggningar har visat sig ha sämre lönsamhet,

främst på grund av mindre tillförlitlighet och sämre anpassning till rådande förhållanden. Om en och samma anläggning kan utnyttjas både för uppvärmning och kylningsändamål, vilka inte behöver sammanfalla i tiden, uppvisar värmepumpsarrangemang ofta en god lönsamhet.

För att kunna utnyttja fördelarna med stora värmepumpsystem är det lämpligt att kombinera ett fjärrvärmesystem med värmepumpar. Med denna kombination kan spillvärme från industrier, lagrad solvärme, grundvattnen m m utnyttjas som värmekälla på ett effektivt sätt. Uppvärmningssystemet blir med denna kombination flexibelt. En anpassning till spetslast sker med hjälp av värmetillskott från fjärrvärmesystemets panncentral. Bebyggelsens sammansättning behöver ej vara homogen, den kan bestå av olika hustyper med varierande standard. För att klara nya krav på värmekomfort vid förtätning, sanering o dyl kan nya värmepumpar med högre effekter installeras i befintligt system.

Med stora värmepumpar avses här effektstorlekar på ca 10 MW/enhet. Ett sådant värmepumpverk kan klara basvärmebehovet för ca 9 000 bostäder. Flera enheter kan seriekopplas. En värmepumpanläggning vid Henriksdals reningsverk i Stockholm beräknas kunna få en effekt på ca 130 MW. Vid 6 000 timmars utnyttjande per år motsvarar det ca 0,7 TWh värmeenergi.

4.4 Exempel på värmedistributionsformer

Tillförsel av energiråvaror till ett område (kommun) kan ske dels i ledningsbunden dels i icke ledningsbunden form.

Ledningsbunden energi utgörs i första hand av elenergi, men även till viss del av olja, gas, hetvatten eller liknande beroende på hur dessa energiråvaror resp energibärare tillförs utifrån.

Icke ledningsbunden energi utgörs av vedbränslen, kol, torv, olja, halm, vass etc.

Oavsett tillförselsätt av energiråvara till användare/-utnyttjare erfordras viss distribution av den slutliga energiform som eftersträvas vanligtvis värme.

Nedan behandlas kortfattat olika värmedistributionsformer koncentrerade till vatten som energikälla.

DECENTRALISERAD DISTRIBUTION:

Vid uppvärmning genom individuella pannanläggningar är fastigheternas lokalvärmesystem direkt anslutna till pannornas cirkulationskrets (s k direkt anslutning).

De mindre pannanläggningarna - fastighetscentralerna - är inbyggda i de fastigheter de betjänar, i vissa fall kan flera fastigheter betjänas från samma pannrum. De större pannanläggningarna - blockcentralerna - utförs friliggande för betjäning av ett större eller mindre antal fastigheter. Distribution av värme sker då genom ett lokalt system av fördelningsledningar. Beredningen av tappvarmvatten kan ske centralt i den större pannanläggningen eller vara decentraliserad till varje fastighet.

Lokalvärmesystemen i fastigheterna utgörs av vattenradiatorer med ledningar, reglerutrustning, pumpar och expansionssystem.

När elenergi utnyttjas för uppvärmning erfordras normalt sett inget separat distributionsnät för elvärme utan endast en uppdimensionering av elnätet för den större belastning som elvärmens medför. Ökningen av det totala elbehovet vid elvärme medför dessutom att produktions- och distributionssystemet på sikt måste byggas ut snabbare.

För nya områden innebär denna förstärkning förhållandevis små merkostnader, medan det i befintliga områden kan bli större kostnader. Produktionsnätet och produktionskostnaderna för elvärme är dock desamma som för all annan elenergi med motsvarande utnyttjningstid.

Eluppvärmning av byggnader kan ske antingen med hjälp av direktverkande elradiatorer eller med vattenradiatorer.

Användning av direktverkande elradiatorer har hittills varit den vanligaste metoden för eluppvärmning av nybebyggelse. Installationen i byggnaden blir relativt enkel och billig. Tappvarmvattnet genereras i särskilda elektriskt uppvärmda varmvattenberedare, placerade centralt eller i varje lägenhet.

Enligt förslag från elanvändningskommittén (ELAK) skall elradiatorer endast få användas i bostäder som redan har elradiatorer eller som är mycket energisnåla (40 % lägre energibehov än vad kraven i Svensk Byggnorm 1975 innebär).

Vid eluppvärmning med hjälp av vattenradiatorer installeras en särskild elpanna. Beredningen av tappvarmvatten sker i en elberedare, separat eller kombinerad med elpanna. Denna metod för eluppvärmning har hittills huvudsakligen kommit till användning vid övergång till elvärme i befintliga byggnader.

Om systemet kompletteras med en varmvattenackumulator kan billigare nattel utnyttjas och konverteras till dagenergi. Ackumulatoren innebär dock en fördyring av systemet och är fortfarande generellt ekonomiskt försvarbar.

Akkumulering innebär dock en något högre energiförbrukning än system utan ackumulering.

CENTRALISERAD DISTRIBUTION:

Centraliserad uppvärmning och värmedistribution innebär att en fastighet eller en grupp av fastigheter ansluts till ett fjärrvärmesystem.

Ett fjärrvärmesystem omfattar värmeproducerande anläggningar, distributionsnät och mottagningsanläggningar hos abonnenterna.

Bränslet för fjärrvärmeanläggningar har hittills normalt varit olja, men andra bränslen som kol, ved och sopor kommer till allt större användning genom anpassning av pannor, eldningsutrustning och transportsystem. I princip kan även el användas som "bränsle" i en hetvattencentral.

I ett fjärrvärmesystem där produktionsanläggningen består av en panncentral eller en hetvattencentral är verkningsgraden lägre än i system där både fjärrvärme och el produceras. Den senare typen av anläggningar benämns kraftvärmeverk.

Produktionsanläggningarna i ett konventionellt fjärrvärmesystem utgörs av större eller mindre hetvattencentraler, som arbetar med relativt höga tryck och temperaturer. Centralerna arbetar med hög verkningsgrad och ger ett ringa miljöintrång i närregionen. Distributionsnätet i ett sådant system arbetar med en framledningstemperatur som varierar mellan 80 och 120°C beroende på årstid och består av huvudledningar, fördelnings- och servisledningar. I mottagningsanläggningen hos abonnenten överförs värmen via en värmeväxlare till abonnentens lokalvärmesystem. Lokalvärmesystemet i fastigheten består av ett vattenradiatorsystem, omfattande radiatorer med ledningar, reglerutrustning, pumpar och expansionssystem. Alla byggnader med vattenradiatorsystem kan utan väsentliga ingrepp i fastigheten anslutas till ett fjärrvärmesystem.

Teknik för s k konventionell fjärrvärme med relativt höga framledningstemperaturer har funnits tillgänglig under en längre tid medan däremot s k lågtemperatursystem utvecklats på senare år. Dessa senare system möjliggör ett större utnyttjande av s k alternativa energikällor i fjärrvärmesystem.

Under senare tid har ett allt större intresse ägnats åt lågtemperaturuppvärmning. Denna uppvärmningsform baseras i allt väsentligt på redan känd teknik och kända problemställningar. Lågtemperaturuppvärmningens idé är att genom en förstoring av värmeöverförande ytor åstadkomma möjlighet att utnyttja värmebärare med lägre temperatur än vid konventionella värmesystem.

Detta system ger möjlighet att effektivare kunna utnyttja värmepumpar, spillvärme, solvärme och ackumulering där låga temperaturer ökar effektiviteten.

Lågtemperatursystem medför en ökad investeringskostnad på mottagarsidan (värmeöverföringsdelen i de olika fastigheterna). Å andra sidan uppnås, vid de fall man har en högre isoleringsstandard på byggnaderna och ett lägre effektbehov, något bättre utnyttjningstid och kortare uppvärmningsperiod. Detta innebär att man på produktionssidan får en lägre investeringskostnad.

För befintliga byggnader visar utredningar att en påtaglig överdimensionering av radiatorer i fastigheter byggda före 1965 har skett. Projektörer har ofta överdimensionerat så att radiatorerna blivit 30-50 % för stora. Resultatet är att framledningstemperaturen till radiatorerna vid dimensionerande utetemperaturer ej behöver uppgå till 80°C utan i de flesta fall endast ca 65°C för att önskad rumstemperatur skall uppnås. Även nya byggnader förses oftast med system som dimensionerats för framledningstemperaturer på 80°C eller mer. Detta är beklagligt med tanke på att husens isoleringsstandard är hög och att framtida temperaturkrav i systemet inte går att sänka med mindre än att distributionssystemet kompletteras.

I de fjärrvärmesystem som dimensionerats för höga framledningstemperaturer kan det bli svårt att längre fram ersätta olja eller fasta bränslen med enbart solvärme. Sommartid är emellertid framledningstemperaturen lägre och lagringsbehovet mindre, varför det sannolikt i många fall bör vara möjligt att försörja systemet med en begränsad solfångaryta och ett mindre flerdygnslager. Räcker inte området kring fjärrvärmeverket till för att hysa den nödvändiga kollektorytan, kan man undersöka möjligheterna att förlägga solförsörjda undercentraler till olika platser inom fjärrvärmeområdet.

Bebyggelse, som ansluts till en värmecentral via ett kulvertnät, bör dels vara så tät som möjligt med hänsyn till kulvertnätets kostnader och energiförluster (värmeförluster, pumpenergi), och dels ha tillräcklig storlek för att värmeproduktion i centralen ska kunna ske med högsta möjliga verkningsgrad.

Kulvertanslutnen bebyggelse bör i stort sett ha en täthet som motsvarar tät-låg småhusbebyggelse dvs omkring 80-100 re/ha ($e = 0,15-0,20$). Detta måste dock betraktas som en "tumregel". Det finns ingen klar undre gräns för täthet. Värdena för befintliga kulvertnät i landet uppvisar en mycket stor spridning, bl a på grund av markbeskaffenhet, topografi och marginalkostnader för anslutning till färdigt nät. I orter med kraftvärmeproduktion, där nätet fungerar som kylare, kan även gles villabebyggelse vara ansluten.

Vid solvärmesystem har den distribuerade värmen lägre temperatur jämfört med konventionella bränslesystem. Detta kan minska kulvertarnas värmeförluster till marken och teoretiskt göra glesare bebyggelse möjlig att ansluta.

Ett beslut om fjärrvärmeutbyggnad i en kommun kan på sikt vara ett strategiskt mycket viktigt beslut. Omkring år 2010, då kärnkraften skall avvecklas, kommer möjligheterna att producera elkraft i kraftvärmeanläggningar förmodligen att vara mycket värdefulla för enskilda kommuner. Då elkraftspotentialen står i direkt proportion till fjärrvärmenätets effekt- och energibehov är det väsentligt för ett framtida kraftvärmeunderlag med en anslutning till fjärrvärmenät. I det längre tidsperspektivet kan naturligtvis ett sådant kraftvärmeunderlag även byggas ut successivt via flera mindre gruppcentralsystem som senare kan kopplas samman till ett större fjärrvärmenät för kraftvärmeproduktion.

Enligt ett liggande förslag till "Lag om utförande av vissa eldningsanläggningar" (SOU 1980:9) sägs att eldningsanläggning vars bränsleförbrukning kan beräknas uppgå till minst 50 000 MWh/år skall utföras för eldning med fast bränsle. Detta gäller även mindre anläggningar som ingår i ett system där den sammanlagda bränsleförbrukningen i systemets pannor beräknas uppgå till minst 50 000 MWh/år. Om systemets årliga behov av varmvatten, hetvatten, ånga eller hetolja efter det att anläggningen uppförts kan täckas till minst 75 % genom produktion i anläggningar som drivs med fast bränsle, eller med spillvärme, solvärme el dyl får dock fjärrvärmeanläggningen utföras för eldning med enbart olja.

Mot bakgrund av en strävan till minskat oljeberoende är det av vikt att andra bränslen än olja kommer till användning. Fasta bränslen som främst är aktuella är kol, torv och skogsbränslen. Anläggningar som är lämpade för fasta bränslen är hetvattencentraler, industriella ångpannor och eldningsanläggningar för ångproduktion.

Förutom vad som ovan nämnts om större anläggningar föreslås vidare att nya anläggningar under gränsen 50 000 MWh direkt förbereds för omställning till eldning med inhemska bränslen som därefter skall kunna ske utan omfattande ombyggnadsarbeten och kompletteringar.

För att stimulera bl a utbyggnad av fjärrvärme har upprättats en statlig oljeersättningsfond som skall ge bidrag till investeringar i fastbränsleeldade fjärrvärmeanläggningar om dessa utförs för inhemska bränslen.

Vid ersättning av olja med fasta bränslen måste ytbehovet för såväl transport och hantering som för lagring av bränslet noga beaktas. Driftlagrets storlek beror på ett flertal faktorer, såsom förekomst av

närliggande buffertlager, transportavstånd m m. Ett driftlager för sju dygns kontinuerlig drift kan i utnyttjandet av alternativa bränslen, kol, torv och skogsbränslen innebära miljöproblem som skiljer sig från tidigare med olja som huvudsaklig energibärare. Vid utnyttjandet av inhemska energikällor läggs miljö-
vårdskrav på hela "kedjan" - från brytning via distribution, omvandling, lagring till användning.

Från miljövärdssynpunkt har man sedan länge konstaterat att det med hänsyn till luftvården är befogat att driva centraliseringen av förbränning längre än vad som kan vara optimalt med hänsyn endast till uppvärmningskostnaderna. Koncentrationen av värmeproduktionen till en eller ett fåtal stora fjärrvärmecentraler innebär sålunda ett effektivare utnyttjande av bränslet. Verkningsgraden på hetvattenpannorna i fjärrvärmecentralerna är minst 10 % högre än på normala värmepannor i enskilda fastigheter. Den totala bränsleförbrukningen blir således mindre. Därtill kommer att de stora fjärrvärmecentralerna utrustas med högeffektiva rökgasrenare som gör att halten av sot i de utsläppta rökgaserna blir mycket låg. Fastighetscentralerna däremot saknar som regel helt anordningar för stoftavskiljning.

5. TILLÄMPNING AV TEKNIKVÄRDERING

Under projektets gång har vi vid flera tillfällen diskuterat kommunal energiplanering och teknikvärdering med kommunalrådet Per-Olov Holst och några tjänstemän i Nässjö kommun. Vi har då fått en viss uppfattning om energiplaneringens, organisation, inriktning och betydelse i en medelstor kommun. Mot bakgrund av situationen i Nässjö har vi i detta avsnitt mycket kortfattat tillämpat idéerna om teknikvärdering. Det skall understrykas att någon teknikvärdering av alternativa energiförsörjningssystem i Nässjö ej har gjorts och att detta avsnitt enbart skall ses som en illustration eller ansats. En fullständigt genomförd teknikvärdering kräver en bredare kompetens och betydligt större arbetsinsats än vad som planerats för detta projekt.

5.1 Teknikvärderingens avgränsning

De avgränsningar vi gjort i våra diskussioner med Nässjö har varit:

- o Hur energiförsörjning skall tryggas om oljeförbrukningen halveras fram till 1990 utgående från 1977 års energiomsättning i kommunen.
- o Denna reducering av oljeberoendet bygger på en exploatering av kommunens torvresurser
- o Efter 1990 skall även andra förnybara energikällor kunna komplettera och ytterligre reducera behovet av olja.
- o Transporterna är ur energisynpunkt intressanta. Energikostnadens andel av den totala transportkostnaden blir allt större och mer betydelsefull vid lokalisering av industrier, bostäder, service o dyl. Sambanden mellan energi och transporter har dock inte beaktats här, då en betydelsefull oljereduktion inom transportsektorn är möjlig först på längre sikt. Fram till 1990 kan huvudsakligen oljeberoendet reduceras på uppvärmningssidan. (I en teknikvärdering av energisystem som underlag för kommunal planering bör transporterna dock beaktas i samma utsträckning som andra aspekter, pga dess stora betydelse för samhällets organisation.)
- o På grund av bristande kunskap har sociala och ekonomiska konsekvenser för olika grupper inom kommunen inte berörts mer än ytligt.

Med de avgränsningar som nämnts ovan vill vi med teknikvärderingen belysa tänkbara konsekvenser av ett energiförsörjningssystem som är baserat på i första hand energikällorna torv och olja, men som successivt kan kompletteras med solvärme. Distributionen av energibärarna kan ske kollektivt i fjärrvärmesät/gruppcentralsystem eller individuellt till enskil-

da pannanläggningar. För att kunna utnyttja solvärmen i aktiva solfångarsystem på ett effektivt sätt måste även värmepumpar ingå i energiförsörjningssystemet.

Teknikvärderingen bör belysa konsekvenserna för kommunen av ett energiförsörjningssystem vars ingående komponenter och resurser kan kopplas samman på olika sätt. Möjligheterna att utnyttja torv och solvärme i ett försörjningssystem med kollektiv distribution skiljer sig avsevärt från möjligheterna att utnyttja samma energikällor i ett system med individuell distribution. Konsekvenserna för olika bebyggelsetyper skiljer sig också åt i de bägge fallen. Teknikvärderingen avser alltså i detta mycket förenklade fall att belysa konsekvenserna av ett energiförsörjningssystem med antingen kollektiv distribution eller individuell distribution av energibäraren inom ramen för de gjorda avgränsningarna.

I tidigare kapitel har de olika komponenterna i detta förenklade energiförsörjningssystem beskrivits. Beskrivningen av energikällorna har gjorts enligt en viss systematik i avseende att lättare kunna beskriva konsekvenser av olika försörjningsalternativ i den kommunala planeringen. Som framgått tidigare i denna rapport anser vi att energiplaneringen måste inordnas i annan kommunal planering, men på ett sätt som ändå framhäver energifrågornas betydelse. Teknikvärderingens huvudsakliga syfte i detta fall är att klargöra sambanden mellan energiförsörjning och kommunens förutsättningar. För att nå detta syfte har vi funnit att det är nödvändigt med kunskap om såväl energiteknik som samhällsplanering (kommunal planering). Det paradoxala är att ju mer en energiplanerare kan om energitekniken ju mer måste han/hon kunna om den kommunala planeringen för att åstadkomma en bättre kommunal energiplanering. Balansen mellan dessa kunskapsområden och möjligheten till helhetssyn kan många gånger vara viktigare än en djup kunskap inom endera kommunal planering eller energiförsörjning.

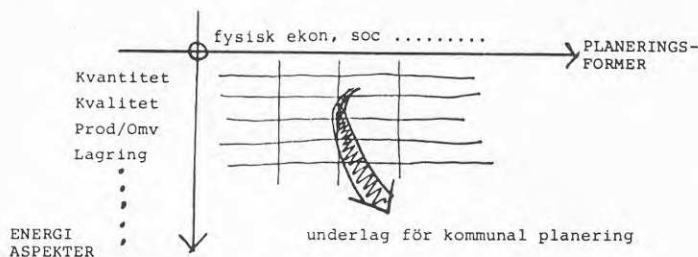


Fig 21 Schematisk beskrivning av teknikvärderingens omfattning

5.2 Mål för kommunal planering i Nässjö

I detta avsnitt redovisar vi några av de mål kommunen har ställt upp och vars uppfyllelse på ett eller annat sätt är avhängigt de åtgärder som vidtas inom energiförsörjningsområdet.

Nässjö kommunplan, NK 77, sammanfattar de övergripande utvecklingsmålen: "Utvecklingen i Nässjö kommun har i huvudsak ej avvikit från landets genomsnitt, dvs en tidigare befolkningsökning har under 70-talets första del bytts till en minskning, främst beroende på utflyttning. Samtidigt har barnafödandet avtagit och andelen i åldern 70-100 år ökat.

Befolkningsförändringarna inger betänkligheter inför framtiden. Kommunen har därför beslutat, att genom aktiva åtgärder söka vända utvecklingen i positiv riktning. Man syftar till:

att öka mark- och planberedskapen

att underlätta för industrietablering och utveckling

att höja bostadsområdenas plankvalitet, i syfte att öka trivseln och göra samhällsbilden intressantare, samtidigt som individens personliga behov och önskemål beaktas.

att förbättra trafikmiljöerna, genom sanering i befintliga områden, genom högt ställda krav på säkerhet och trivsel i nya områden.

att om så erfordras stödja närservice i svaga områden.

att samtliga kommundelar skall stödjas."

Kommunens relativt stora andel storhus - framför allt i centralorten - samt den snabbt ändrade trenden till småhusbyggande har skapat stora planeringssvårigheter och viss bristsituation under 70-talets början. Kommunen har beslutat att planeringen skall ske med syfte på en framtida fördelning av bostadsytan med 70 procent i småhus och 30 procent i storhus. Antagandet innebär att boendetätheten från 60-talet ca 0,70 pers/25m² by väntas förändras till ca 0,40-0,45 pers/25m² by omkring år 2 000. 1975 var fördelningen av antalet lägenheter (8 627) 34 procent och 66 procent på småhus respektive storhus.

I viss motsättning till "70/30" målet står målet att boendet i Nässjö centralorts centrala delar skall öka och att storhusboendets villkor skall förbättras. Storhusexploateringen har minskat eller snarare stagnerat, boendet i centralortens centrala delar avtar, utglesningen av boendet minskar möjligheten till närservice och god kommunikation samtidigt som kraven på service etc ökar.

I områden i direkt anslutning till gamla staden är bebyggelsen äldre, ofta delvis lågt exploaterade. I dessa områden är förtätning genom sanering, tomtdelning etc önskvärd.

Åldringsvården bör förändras. Den direkta institutionsvården väntas minska och öppen-hemvård i stället öka. Detta ställer krav på tillgång till andra vårdbyggnader/lokaler, terapi- och kontaktlokaler, behov av till de äldre anpassade bostäder m m så att de äldre så länge som möjligt kan bo kvar i egen miljö och bostad.

En sanering av va-systemet i Nässjös centrala delar är angeläget och bör ges hög prioritet. Allvarliga brister föreligger då många äldre ledningspartier är överbelastade och i dålig kondition. Stora mängder dagvatten och dränvatten läcker in. I delar av centrum finns fortfarande kombinerade ledningar för spill-och dagvatten som bör ersättas med duplikatsystem.

Sysselsättningsutvecklingen inom Nässjö kommun har varit negativ under 70-talet. Störst minskning i sysselsättning har skett inom tillverkningsindustrin, samfärdsel, post- och televerk samt privata tjänster. I jämförelse med riket finner man att den offentliga förvaltningen är klart underrepresenterad i Nässjö. Här förväntas en kraftig sysselsättningsökning under 80-talet. Oroväckande för kommunen är att samfärdsel, post- och televerk inte ökade sina sysselsättningsandelar, när så skedde i länet som helhet. Detta är näringsgrenar under expansion varför en tillbakagång inom Nässjö kommun är illavarslande och kräver konstruktiva åtgärder.

5.3 Energibalans *

Tillförsel av energi till kommunen

Ledningsbunden energi: Elenergi tillförs kommunen från Smålands Kraftaktiebolags (SMK) distributionsnät. År 1976 tillfördes kommunen ca 176 GWh elenergi.

Icke ledningsbunden energi: Enligt Statistiska Centralbyråns (SCB) statistik leverades årligen ca 68 000 m³ eldningsolja till kommunen. Ca 15 % av villorna i glesbygd och ca 5 % av villorna i tätort eldas med ved. Vedeledningen i Nässjö kommun motsvarar en energitillförsel på ca 25 GWh. I industrin, huvudsakligen träindustrin, används ved motsvarande 68 GWh.

Energitillförseln till Nässjö kommun genom olja samt övriga bränslen kan sammanfattas:

* Enligt "Underlag för energiplanering, Nässjö kommun", VBB 1980.

Energitillförsel till bostäder	478 GWh/år
komm byggn	43 "
övr lokaler	42 "
industrier	<u>156 "</u>
	719 GWh/år

Av den lokala energitillförseln är 658 GWh olja, vilket motsvarar ca 66 000 m³ eldningsolja.

Omvandling av energi i kommunen

1977 producerades 0,1 GWh elenergi inom kommunen. Ingen produktion av fjärrvärme förekommer i Nässjö. Inom Nässjö tätort finns ett antal lokala panncentraler, bl a för lasarettet och för vissa fastigheter med gemensam förvaltare, som kan vara lämpliga att bygga om till gruppcentraler.

Energianvändning inom kommunen

År 1976 förbrukades ca 128 GWh elenergi (förutom elenergi för uppvärmning).

Den totala nettoenergiåtgången för uppvärmning inom kommunen år 1976 fördelar sig på följande uppvärmningsändamål:

bostäder	370 GWh/år
komm förvaltade lokaler	30 "
industrier	110 "
övr lokaler	<u>29 "</u>
Summa	539 GWh/år

Av ovanstående energiåtgång svarade eluppvärmningen av permanentbostäder för ca 36 GWh år 1976.

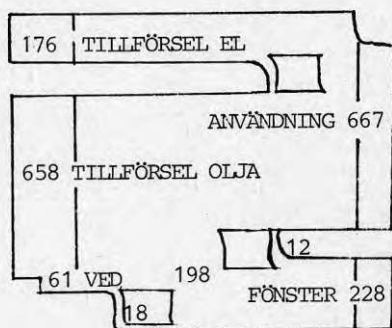


Fig 22 Översiktlig energibalans för Nässjö år 1977 (GWh)

Energibalansens förändring mot år 1990 - antaganden

Utgångspunkten för en diskussion om teknikvärdering av åtgärder inom energiförsörjningen i Nässjö är att kommunens oljeberoende skall halveras fram till 1990 utgående från 1977 års energibalans. Således skall 329 GWh olja tillföras år 1990.

Av den prognos som gjorts i underlaget för kommunal energiplanering för kommunen framgår att år 1990 är det totala energibehovet 921 GWh. Av dessa kommer då 245 GWh som ledningsbunden el, 329 GWh som olja och således 347 som övrigt - ca 300 GWh torv, 40 GWh avfall och 7 GWh solvärme. Teknikvärderingen bör avse att närmare studera konsekvenserna av de olika åtgärder som föreslås för tillgodogörande av ca 340 GWh fasta bränslen, varav ca 300 GWh är torv. I det fall man beslutar om en utbyggnad av fjärrvärmenätet enligt förslaget i kommunens underlagsmaterial - baserat på uppvärmningskostnaden som funktion av värmeförlusten - krävs ca 170 GWh för värme- och elproduktion i ett kraftvärmeverk. Denna energi tillförs lämpligen från de fasta energikällorna (oljan är bättre lämpad för individuella system), varför ca 170 GWh återstår att utvinna ur torv, genom förbränning i individuella pannanläggningar eller i ytterligare utbyggnad av kollektiva värmeanläggningar.

5.4 Energiförsörjningssystemets utformning

I den avgränsning till uppvärmning, som vi gjort i denna översiktliga illustration av teknikvärdering, kan energiförsörjningssystemet sägas bestå av produktionsanläggningar, distributionssystem och installationer i byggnaderna. I kapitlet om beskrivningsmetod har vi som exempel beskrivit energikällorna torv och sol, gett exempel på några omvandlingstekniker och olika distributionsformer. I en teknikvärdering av olika utformningar är det dock inte tillräckligt att studera de olika momenten var för sig, det är också nödvändigt att beakta hela systemet, dvs de kopplingar som råder mellan tillförsel, byggnadsutformning och installationer.

Den del av energicykeln (se fig 12 s 39) som är mest kritisk och som har störst inflytandet över hela energiförsörjningssystemets egenskaper är i detta fall distributionen av energi inom systemet. Distributionsformen är direkt kopplad till byggnadernas installationssystem eller vice versa, varför dessa måste ses i ett sammanhang. Utan någon form av kollektiv distribution blir det svårt att organisera ett rationellt utnyttjande av torv i individuella anläggningar, speciellt i tätorten. I vissa fall blir det pga lagringsbehov och lagringsutrymme omöjligt att utnyttja torv eller annat fast bränsle. Dessutom innebär ett system baserat på individuella produktionsanläggningar

sämre förutsättningar för ett solvärmeutnyttjande och därmed ett mindre flexibelt system.

Ett traditionellt fjärrvärmesystem, som föreslagits i underlagsmaterialet för kommunal energiplanering i Nässjö, innebär större förutsättningar för införande av torv som energiråvara. Å andra sidan är ett sådant system dimensionerat för så höga vattentemperaturer att det blir svårt att komplettera med solvärme, spillvärme o dyl via värmepump. Dessutom är ett sådant fjärrvärmesystem dimensionerat och planerat för ett värmeuttag baserat på en bebyggelse vars energibehov ej avviker nämnvärt från dagens. Kraftigt energisparande åtgärder, som t ex återvinning av värme ur frånluften i ett ventilationssystem, kan således stå i motsättning till ett fjärrvärmesystem, dimensionerat enligt dessa principer.

En utbyggnad av befintliga panncentraler till mindre kollektiva försörjningssystem - gruppcentraler - framstår i detta fall som ett intressant alternativ. Sådana system kan dimensioneras för lägre temperaturer. Det blir då möjligt att på ett effektivt, sätt utnyttja värmepumpar, antingen mindre byggnadsanknutna eller större, för hela systemet gemensamma värmepumpar. Systemets ekonomi kräver ej att pannanläggningen skall täcka baslastbehovet. I stället kan värmepumpar, passiv solvärmeanpassning av bebyggelsen, långt gående sparåtgärder m m ge erforderlig värme för tappvarmvattenuppvärmning och dessutom reducera uppvärmningsbehovet. Pannanläggningen kan vara dimensionerad för topplast och endast köras under den tid på året då värmebehovet är som störst och värmepumparna ger som minst. Ett sådant system kan också successivt byggas ihop med andra gruppcentralsystem och gemensamt bilda ett fjärrvärmesystem, om så skulle vara önskvärt.

Av beskrivningarna ovan framgår att möjligheterna att utnyttja sol- och spillvärme för lokaluppvärmning och tappvarmvattenberedning omfattar en rad olika metoder och delsystem, vilka befinner sig i olika utvecklingsskeden. För planering och projektering av hela värmesystem är det viktigt att olika försörjningsalternativ sätts samman till en helhet. Det är viktigt att närmare belysa hur teknik för utvinning, omvandling, lagring och användning av energi kopplas samman med olika distributionsformer och tänkbara/önskvärda förändringsmöjligheter längre fram i tiden.

Gränsen mellan gruppcentralsystem och fjärrvärmesystem är oprecis. Gruppcentraler kan liknas vid mindre fjärrvärmesystem. Resultat från en studie av marknadspotential, teknik och ekonomi, som genomförts vid Studsvik Energiteknik AB, visar att gruppcentraler har goda förutsättningar att konkurrera med individuell uppvärmning. Vad som närmare måste belysas är hur dessa gruppcentralsystem skall utformas och dimensioneras med tanke på möjligheterna att införa sol- och spillvärme som komplement och på möjligheterna till en successiv fjärrvärmeutbyggnad.

Frågor som anmäler sig är bl a:

- o hur skall ett fjärrvärmenät utformas och vilka temperaturnivåer är lämpliga för att solvärme i olika former, spillvärme och värmepumpsteknik på ett effektivt sätt skall kunna utnyttjas och samverka?
- o hur skall restauranger, sjukhus o dyl, som blockerar möjligheterna att gå ned i temperatur, med sina höga temperaturkrav, värmeförsörjas om man sänker temperaturen i fjärrvärmenätet? Denna och andra frågor bör belysas i samband med studier av lägre temperaturer i fjärrvärmenätet
- o var går den optimala gränsen mellan åtgärder för värmeåtervinning med stora, centrala och små, lokala, byggnadsanknutna värmepumpsystem? En utvärdering av sambanden mellan lågtemperaturinstallationer och temperaturnivåer i fjärrvärmenätet är angelägen. Kostnader och driftgenskaper måste bl a analyseras. Detta är speciellt påkallat eftersom olika uppgifter föreligger hos byggare

Förutsättningarna för en successiv ersättning av oljan vid uppvärmning, genom konvertering av befintliga gruppcentraler till andra bränslen och komplettering med solvärme, värmepump exempelvis måste studeras områdesvis. De lokala förutsättningarna kan ha avgörande betydelse för möjligheterna att genomföra dessa förändringar. Bl a måste möjliga och förestående energisparåtgärder i områdets bostadsbestånd, mht hustyp, ålder, byggnadssätt, boendeform m m, samt sanerings- och förtätningsbehov beaktas inför beslut om energiförsörjningssystemets ut- eller ombyggnad. I systemstudier av detta slag bör förutom de tekniska förändringarna även planeringsmetoder, ansvarsfördelning inom kommunen och ekonomiska konsekvenser beaktas.

5.5 Konsekvenser

Energihushållning skall bl a planeras och genomföras så att:

- o sociala och socioekonomiska mål lättare uppnås, eller åtminstone inte åsidosätts
- o andra resurser - mark, kapital m m - kan utnyttjas på ett sätt som stämmer mot de kommunala målsättningarna. Den övergripande energiplaneringen måste ingå i och integreras med samhällets totala resursplanering
- o förordnanden i syfte att värna om naturmiljön kan följas
- o energitillförseln blir säker och energisystemets sårbarhet låg

Olika sätt att hushålla med energi kan få effekter långt utanför energi- och byggnadssektorerna, t ex på levnadsvanor, boendekostnader och fördelningspolitik. Energihushållningen får också omfattande samhälls-ekonomiska, industripolitiska och sysselsättningspolitiska effekter. Detta talar också för att målen för energihushållning och medlen för att uppnå målen i högsta grad är en samhällets angelägenhet. En beskrivning av konsekvenserna kan således bli hur omfattande som helst, varför ambitionsnivån måste preciseras och analysen avgränsas (se ovan betr systemavgränsning).

I något mer konkreta termer kan man för Nässjö säga att:

- o en ersättning av olja med torv innebär en bättre anpassning än tidigare av tillförd energikvalitet till behovet av energikvalitet
- o inom kommunen finns tillräckligt med torv för att tillföra ca 300 GWh/år under en lång tid (> 50 år). Torvutvinningen begränsas ej av kvantiteten utan av miljöpåverkan och konkurrens av andra energiråvaror. I Nässjö finns en stor del av de mossar som i första hand är lämpliga ca 10-20 km från Nässjö centralort i väst-nordvästlig riktning. Inom detta område gäller förordnanden enligt NVL beträffande bl a naturminnen och landskapsbilden. Dessutom har markanvändningen reglerats enligt kommunöversikten beträffande närfriområden, fågel-skydd, reservat för framtida väg m m på ett sådant sätt att närmare studier måste göras före speciella mossar kan utses som lämpliga för brytning.
- o den energimängd som krävs i individuella system och som skall utvinnas ur torv måste pga lägre verkningsgrad multipliceras med 1,25
- o om inga kollektiva distributionssystem byggs ut är det pga transportbehov, lagringsutrymmen m m inte möjligt att halvera oljeberoendet genom ersättning av torv fram till 1990
- o i det fall ett fjärrvärmesystem byggs ut i Nässjö centralort, måste ändå ett antal gruppcentralssystem byggas ut om torv skall kunna bidra med ca 300 GWh/år, varav ca 170 GWh i anläggningar utanför fjärrvärmesystemet
- o inom Nässjö centralort finns flera stadsdelar som är i behov av sanering och förtätning - t ex Ingsberg, Nyhem, Handskeryd. Dessa områden kan fördes med några gruppcentraler, som senare kan knytas samman, om så visar sig lämpligt. Stadsplanen för dessa områden kan utformas så att ledningarna blir så korta som möjligt. I gruppbebyggelse kan man lägga grenledningarna genom de olika huskropparna så att "värmeförlusterna" kommer husen till godo

- o i kommunens budget finns inga medel avsatta för nödvändiga förstudier och erforderlig samordning mellan olika planeringsformer. Ett beslut om en kraftig satsning på torv kan därför inte medföra några direkta åtgärder av större betydelse, förrän erforderliga resurser har skaffats - såväl kapital som personal
- o skall en kraftig satsning på torv bli möjlig inom rimlig tid måste detta beaktas i pågående värmeförsörjningsplanering (egentligen den enda energiplanering som pågår i kommunen)
- o skall en kraftig satsning på torv göras, krävs en utbyggnad av kollektiva distributionssystem. Dessa bör dimensioneras för ett värmeunderlag korrigerat med bl a hänsyn till torvprisets utveckling. Satsningen på torv är delvis en politisk fråga och kan därför ej enbart vara avhängig en ekonomisk kalkyl som utgår från oljeprisets utveckling. Möjligheterna att basera kommunens energiförsörjning på inhemska råvaror i stor utsträckning och möjligheterna att förtäta och sanera bostadsområden i samband med ett förändrat energiförsörjningssystem går ej att värdera i enbart kronor.

5.6 Värdering av konsekvenser

Energihushållning kan uppfattas som ett övergripande begrepp och inom sig rymma åtgärder på tillförselsidan såväl som på sparsidan. (Ofta brukar dock energihushållning likställas med energisparåtgärder, men denna begreppsförvirring lämnas här åt sitt öde.) Energihushållning i befintlig och ny bebyggelse bör underlätta:*

- o att energiråvaran utnyttjas effektivt
- o att energibärare överförs effektivt
- o att inte mer högvärdig energi än nödvändigt används
- o att tillförd energi utnyttjas så effektivt som möjligt hos användaren
- o att energibehovet minskar genom en energismål fysisk planering (täthet, transportarbete, etc)
- o att energibehovet minskar genom en energismål utformning av bebyggelsen (passiv solvärmeanpassning)
- o att energiförsörjningssystemet anpassas till socialt ställda krav

* föredrag av planeringschef Hans Wohlin, Stockholms kommun, 1981

- o att energibehovet minskar mht ändrat beteende
- o att energibehovet minskar genom ändrade tillverkningsprocesser i industrin

En värdering av alternativa energiförsörjningssystem bör i grunden beakta ovan nämnda att-satser.

Teknikvärderingen är i detta fall avgränsad till kommunens energiplanering. Trots denna avgränsning bör ändå vissa nationella kriterier beaktas vid en värdering. De rent kommunala värderingskriterierna bör också kompletteras med individuella värderingar framförda av olika intressegrupper - politiska partier, föreningar, aktionsgrupper o dyl.

De nationella effekterans betydelse är viktiga, men kan förmodligen inte ges en dominerande vikt vid en värdering av olika alternativs betydelse för en kommun. De nationella kriterier som i första hand bör beaktas är mål och anvisningar som formulerats i propositioner, normer o dyl.

Energipropositionen 1980/81:90 förutsätter att oljeimporten fram till 1990 skall minskas med ca 9 milj ton per år. I Nässjö innebär en utbyggnad av energiförsörjningssystemet med kollektiva värmedistributionsnät (fjärr- och närvärmenät) att hälften av 1977 års oljebehov kan ersättas med torv. Jämfört med prognosen för 1990 i underlagsmaterialet för kommunens energiplanering innebär detta alternativ en oljeersättning på ytterligare ca 15 000 ton eldningsolja per år, dvs ca 0,5 ton/pers. Detta kan jämföras med ett genomsnittsvärde på drygt 1 ton/pers för landet som helhet, inklusive industri, enligt de mål som föreslagits av regeringen 1981.

Det nationella energisparmålet ligger på 25-30 % besparing genom energiushållningsåtgärder fram till 1990. Vilken energibesparing kan uppnås i Nässjö i befintlig bebyggelse i samband med sanering av innerstadsområden och utbyggnad av kollektiva värmedistributionsystem? Vid värderingen av de föreslagna åtgärderna på energitillförselsidan måste även de åtgärder som krävs på energisparsidan, för att möjliggöra t ex lågtemperatursystem, beaktas. Detta kriterium är minst lika mycket ett kommunalt som ett nationellt, även om målen formulerats på nationell nivå. Andra nationella värderingskriterier som kan beaktas, men som för de flesta kommuner förmodligen betraktas som övergripande och svårbedömbara är: importberoende, försörjningstrygghet, bytesbalans och teknisk/industriell utveckling.

Grunden för kommunens värdering av olika alternativ utgörs i de flesta fall av en ekonomisk bedömning. Lönsamheten i de olika alternativen beräknas. Kostna-

derna för att hålla nödvändiga reserver inkluderas liksom en ekonomisk bedömning av riskkostnaderna, dvs risken för att en produktionskälla faller bort. Grundläggande för lönsamhetsbedömningar är prisutvecklingen för bränslen (kol, olja, torv etc) och priset på elkraft. Det är viktigt att bedömningsunderlaget omfattar tidsperspektiv som överensstämmer med alternativens livslängder och de behov av framsynthet som den fysiska planeringen ställer.

För Nässjö är det angeläget att den ekonomiska bedömningen av olika distributionsformer hanterar ett tidsperspektiv som överensstämmer med planerna för sanering och förtätning av Gamla staden, Ingsberg, Nyhem och Handskeryd i första hand. Det är sannolikt att prisutvecklingen på olja, torv och elkraft under en tioårsperiod gör ett kollektivt distributionssystem mer ekonomiskt motiverat än om tidsperspektivet enbart är fem år.

Den ekonomiska bedömningen måste också omfatta investeringsprogrammets totala omfattning och fördelning över tiden. Upplåningsmöjligheter och likviditet belyses. Investeringsprogrammen innefattar även utbyggnader av reserv- och spetslastanläggningar.

För de stadsdelar gruppcentralsystem föreslagits kan eventuellt befintliga panncentraler utnyttjas efter ombyggnad för fastbränsleledning. I gruppcentralssystemen blir kostnaderna för hetvattencentraler därför låga. De befintliga pannorna kan, i de fall värmepumpar installeras för baslast, behållas för topplast och reserv.

De olika alternativen måste värderas utifrån sina bebyggelseffekter. I Nässjö, som i många andra svenska städer, har man problem med vikande befolkningsunderlag i en åldrande innerstad. Sämre service och efterfatt fysisk och social miljö gör det svårt att upprätthålla det folkliv man önskar i stadens centrum. De föreslagna kollektiva energiförsörjningssystemen kräver sanering och förtätning, om de skall fungera effektivt och kunna utnyttjas optimalt. Detta för med sig en satsning på innerstadens bostadsbestånd. Dessutom kan upprustningen planeras och genomföras i etapper och med områdesstorlekar som motsvarar de ur social synpunkt önskvärda.

I Nässjö är de kommunala målen beträffande stadens centrala delar klart uttalade (se ovan). En värdering av de föreslagna energiförsörjningsalternativen måste i stor utsträckning beakta dessa konsekvenser. Detta speciellt som de immateriella - sociala välfärd och trygghet, säker energitillförsel m m - kommer att värderas allt högre av den enskilde individen och en förändring av energiförsörjningssystemet kan utföras i viss förenlighet med sådana krav.

Den satsning på flerfamiljsbostäder som detta innebär överensstämmer i stor utsträckning med tidigare nämnda

grundläggande mål för energihushållning i en kommun. Den markanta avvikelserna gäller det kommunala målet om en framtida fördelning på flerfamiljshus och enfamiljshus - 70 procent av lägenheterna i enfamiljshus och 30 procent av lägenheterna i flerfamiljshus. Detta bostadspolitiska mål är inte förenligt med den satsning på torv som föreslagits i denna ansats till teknikvärdering.

Miljöeffekterna är dels lokala (nedsmutsning, buller, luftföroreningar), dels regionala (luftföroreningar, försurning av sjöar, deponeringsproblem m m). Det är angeläget att belysa de samlade effekterna av olika alternativ innan beslut fattas om miljöskydds-krav för enskilda anläggningar. För torvbrytningen i Nässjö måste speciella studier göras före något klart kan sägas. Förordnanden o dyl måste närmare studeras före olika brytningsalternativ kan värderas. Något definitivt hinder för torvbrytning utgör dessa miljörestriktioner förmodligen inte. Frågan är vilka mossor som är mer lämpliga än andra ur miljösynpunkt.

Beträffande de lokala föroreningarna i samband med förbränning utgör central förbränning i större anläggningar klara fördelar i jämförelse med individuell förbränning, speciellt beträffande rökgasrening. (Se avsnittet om torv.)

Det torvbaserade energiförsörjningssystemet kräver goda transporter och alstrar mycket tung trafik. Effekterna för vägnät, järnväg m m samt berörd bebyggelse måste belysas och värderas. En halvering av 1977 års oljeberoende genom ersättning med torv kräver ca 15 lastbilar med släp per dag året runt. Denna trafikbelastning motsvarar i vägsplitage drygt den belastning infarterna till Stockholm har ett genomsnittsdyn.

De alternativa pannanläggningarnas transporttillgänglighet måste värderas. Ett system med enbart individuell torvförbränning i Nässjö innerstad är förmodligen ej genomförbart med hänsyn till transportbehoven vid distribution av torvbriketter eller torvpellets. Dessutom måste i så fall de flesta mindre pannor ställas om, vilket kan vara svårt om man tidigare bränt olja, och förses med bättre eldningsutrustning.

Flera aspekter på sysselsättning bör uppmärksammas vid en värdering. Behovet av arbetskraft för utbyggnader av olika alternativ och konkurrensen om denna arbetskraft med andra projekt i regionen samt sysselsättningen i anläggningarna under driftskedet. Sysselsättningen för industrin är en aspekt av främst nationellt intresse.

Vid torvbrytning varierar sysselsättningsgraden starkt över året. I de fall kommunen är huvudman kan kommunalt anställda överflyttas från andra verksamheter till arbete med torvbrytning under sommarhalvåret. Själva torvbrytningen är ej speciellt arbetskrävande,

såvida ej brytningen sker på flera mindre mossar samtidigt. (Se avsnittet om torv.)

Ett svårt men viktigt värderingskriterium är vilken handlingsfrihet olika alternativ medför. Vilken teknisk och fysisk flexibilitet medför olika lösningar och vilka utvecklingsmöjligheter erbjuder de olika alternativen. I Nässjö kan flera olika systemkombinationer baserade på bl a olika distributionssystem, stora och/eller små värmepumpar samt solfångare blir aktuella. De olika kombinationerna erbjuder olika stora handlingsfriheter inför framtiden. Möjligheten att senare kunna införa mer solvärme, utnyttja ev billig elenergi, övergå till andra fasta bränslen m m måste anses som mycket värdefullt i dagens läge.

Ovan har de individuella värderingskriterierna något berörts. En pågående förändring av värdering pekar mot att immateriella värden ges allt större vikt jämfört med rent materiala. De rent ekonomiska argumenten väger givetvis mycket tungt inför ett personligt val mellan olika försörjningsalternativ. Detta argument är dock ej allt annat överskuggande utan kan även i vissa fall få ge vika för den tillfredsställelse det ligger i att själv kunna påverka energiförsörjningen med hjälp av byggnadsanknutna system. Förutom självförverkligande blir det allt viktigare att känna trygghet, säkerhet, påverkbarhet, värdegegenskap m m vilket måste inkluderas i den slutliga värderingen av olika alternativ.

5.7 Genomförande

Teknikvärderingens resultat måste i första hand beaktas i kommunens övriga planering, framför allt den fysiska, men även den ekonomiska. Det är genom dessa planeringsformer som kommunen huvudsakligen kan påverka den framtida energiomsättningen. Det är därför viktigt att närmare studera hur kommunen genom systematisk värdering av olika alternativ kan påverka energianvändningen via ytstandarden i bostäder, genom val av energiförsörjningssystem vid markupplåtelse och genom regler och bestämmelser för upprättande av kommundelsplaner. Kommunen kan också påverka energianvändningen i samband med byggnadslovs-ärenden, förmedling av statliga lån, upprättande av taxor och genom organiserad teknikupphandling. I den befintliga bebyggelsen ligger kommunens styrmöjligheter i rådgivnings- och besiktningssamhet. För att denna verksamhet skall vara effektiv krävs även att brukarnas attityder kan påverkas och förändras.

Teknikvärderingens huvudsakliga syfte i den kommunala energiplaneringen är att upprätta balans mellan kommunal planering och teknisk utveckling. Håller inte planering och teknisk utveckling jämna steg kan införandet av ny teknik som t ex solenergi väsentligt försvåras. Dessutom är det nödvändigt att kommunen har eller anlitar kompetent personal som i kommunal planering kan hantera ny teknik på energiområdet.

Referenslitteratur

Planeringens grundproblem: Andersson Simon,
Ingelstam Lars, sekr för framtidsstudier, 1979,

Solkraft, Vattenkraft, Vindkraft: Bokalders V
m fl, 1979,

Energibärarnas betydelse för den långsiktiga
energipolitiska handlingsfriheten, Delegationen
för energiforskning, DFE-rapport nr 3,

EFA-2000, Energiförsörjningsalternativ för
Sverige år 2000, Delegationen för energiforsk-
ning, Huvudrapport, DFE-rapport nr 5,

Miljö- och hälsoeffekter av tekniska energisys-
tem i normal drift, Delegationen för energi-
forskning, DFE-rapport nr 7,

Alternativ uppvärmning av Fjugesta tätort i
Örebro kommun: Eriksson Sören m fl, VBB 1980,

Energy: Global Prospects 1985-2000, Report
of the Workshop on Alternative Energy Strategies
(WAES), 1977,

Om energi och ekologi: Emmelin Lars & Wiman
Bo, Projektgruppen "Energi och samhälle", Sekr
för framtidsstudier,

Energi i bebyggelseplanering: Göransson Anders,
Jansson Birger, Lamm Johan, Nielsen Bernt,
VBB 1981,

Solvärmesystem i Sverige inför 1980-talet:
Girido V. (Väg- och vattenbyggaren nr 9.80),
1980,

Utnyttjande av fjärrspillvärme, IVA, Rapport
124,

Naturgas i svensk energiförsörjning, IVA, Rap-
port 137,

Mål och metoder i teknikvärdering, IVA, Rapport
142, 1978,

Energihushållning, huvudrapport från Expertgrup-
pen för energihushållning. Industridep Energi-
kommissionen, Ds I 1977:10,

Styrmedel för en framtida energihushållning,
Ds I 1977:15,

Förutsättningar för användning av skogsenergi
m m i Sverige, Ds I 1980:4,

Förutsättningar för ökad användning av solvärme i Sverige, Ds I 1980:10,

Energianalys: Johansson Thomas B & Lönnroth Måns En introduktion, Projektgruppen "Energi och samhälle", Sekr för framtidsstudier

De statliga energimyndigheterna - arbetsfördelning och samverkan, Ds I 1980:16,

Kommunernas Energiplanering, Kommunförbundet 1977,

Lokala organ i kommuner, Ds Kn 1979:10,

Energihushållning i kommunens långsiktiga fysiska planering: Kunnos Gustav, VBB, 1980-81,

Låt solen värma Sverige: Kågeson Per, 1979,

Energiplanering i Gävle: Landqvist Bengt, Eriksson Sven Inge, R5:1978,

Den framtida bränslemarknaden i Sverige, NE 1980:2,

Publicerade bedömningar av bidrag från nya energikällor, NE 1980:3,

Programplan, Energiproduktion, NE 1980:4,

Biologiska bränslen i Jönköpings län, NE 3065-472,

SOL-energi boken: Peterson & Wettermark, 1977,

A Guidebook for Technology, Assessment and Impact Analysis: Porter Alan L. m fl, 1980,

Energi, SOU 1978:17,

Solvärme i bebyggelseplaneringen, Statens Planverk, Rapport 53, 1980,

Tätorternas och den tunga industrins energiförsörjning, Utredning från Statens Industriverk SIND 1976:3,

SIND 1978 (opubl statistik)
Nordkolt A 1978:14

Positionsanalys vid beslutsfattande och planering: Söderbaum Peter, 1973,

VVS Special 1:1979, Värmepumpar

Energiförsörjning och transporter

Den framtida tillgången till och priserna för olika energiformer kan väntas få ett betydande inflytande på den svenska samhällsutvecklingen. Förändrade förutsättningar påverkar bl a utformningen av de olika processerna inom industrin, lönsamheten inom olika branscher, bostadsbyggande och bebyggelsestruktur. Genom denna inverkan på den svenska samhällsutvecklingen påverkar energifrågorna indirekt transportsektorn. Härutöver finns givetvis också en direkt påverkan på transportsektorn dels på grund av energibehovet för transporter och dels på grund av att olja och andra energibärare behöver transporteras.

Samfärdselsektorn svarar för närvarande för ungefär 20 procent av energiförbrukningen i Sverige, varav ca 10 procent avser persontransporter i landet. Bilarna utgör ca 45 procent av det totala persontransportarbetet under det att de kräver 86 procent av den totala energikonsumtionen inom persontransportarbetet. Motsvarande siffror för kollektivtransporter (buss och tåg) är 52 och 14. Energieffektiviteten är således betydligt högre för kollektivtransporter än för bilar som helhet betraktat. Med energieffektivitet avses hur olika transportmedel omsätter tillförd energi till nyttigt arbete och brukar uttryckas i producerade transportnyttighet (personkm, tonkm) per tillförd energimängd (kWh).

I drift har energieffektiviteten för olika transportmedel beräknats i personkm/kWh. Några ungefärliga värden vid dels genomsnittlig beläggningsgrad och dels maximal (100 %) beläggningsgrad har angetts i SOU 1974:75 för bland annat:

	genomsnittlig beläggning	100 % beläggning
personbil	1,5-2,0	5
buss	4-10	16
järnväg	7	20

Av tabellen framgår att en högre beläggning på de kollektiva transportmedlen innebär det ur energisynvinkel mest effektiva persontransportssystemet på lång sikt. På kort sikt ligger dock, pga bilarnas höga andel av den totala energikonsumtionen, de största energibesparingsåtgärderna i en ökad beläggning av bilarna.

Energiförbrukningen för persontransporter beror i princip på följande faktorer

- utfört transportarbete
- transportmedelsval
- kapacitetsutnyttjande
- drivsystemets verkningsgrad

Samtliga dessa faktorer är av betydelse då det gäller att på lång sikt begränsa energiförbrukningen. På kort sikt (3-5 år) är det dock nästan bara en förbättring av kapacitetsutnyttjandet som kan ge någon begränsande effekt som både är av märkbar storlek och inte ger några nämnvärda negativa sidoverkningar på samhällslivet. Möjligheter finns att väsentligt förbättra kapacitetsutnyttjandet genom ökad samåkning i bil vid arbetsresor. Om samåkning sker i 50 procent större utsträckning än i dagens läge ökas medelbeläggningen från 1,2 till 1,8 personer. Detta ger en minskning på ca 10 procent av persontransporternas energiförbrukning vilket motsvarar 1 procent av den totala energibalansen.

Under perioden 1973-1978 har den totalt tillförda energin i Sverige förändrats enligt tabell nedan.

Förbruknings- kategori	Energianvändning, TWh ¹			Årlig procentuell förändring ²	
	1973	1975	1978 ³	1975-1978	1973-1978
<i>Industri</i>	165	165	158	-1,5	-0,8
varav el	39	38	39	0,8	0
bränsle	126	127	119	-2,2	-1,1
<i>Transporter</i>	75	76	85	3,8	2,5
varav el	2	2	2	0	0
bränsle	73	74	83	3,9	2,6
<i>Bostäder, service m. m.</i>	162	151	164	2,8	0,2
varav el	28	32	39	6,8	7,0
bränsle	134	119	125	1,7	-1,4
<i>Total slutlig användning</i>	402	392	407	1,2	0,2
varav el	69	72	80	3,6	3,0
bränsle	333	320	327	0,7	-0,4
<i>Överförings- och omvandlingsför- luster</i>	33	26	26	-0,0	-4,9
<i>Total tillförd energi</i>	435	418	433	1,2	-0,1
<i>Temperatur- korrigerat⁴</i>	435	426	427	0,1	-0,4

¹ Avrundade värden. Värdena angivna exkl. raffinaderiförluster, inkl. bunkring för utrikes sjöfart och flyg.

² Beräknade värden.

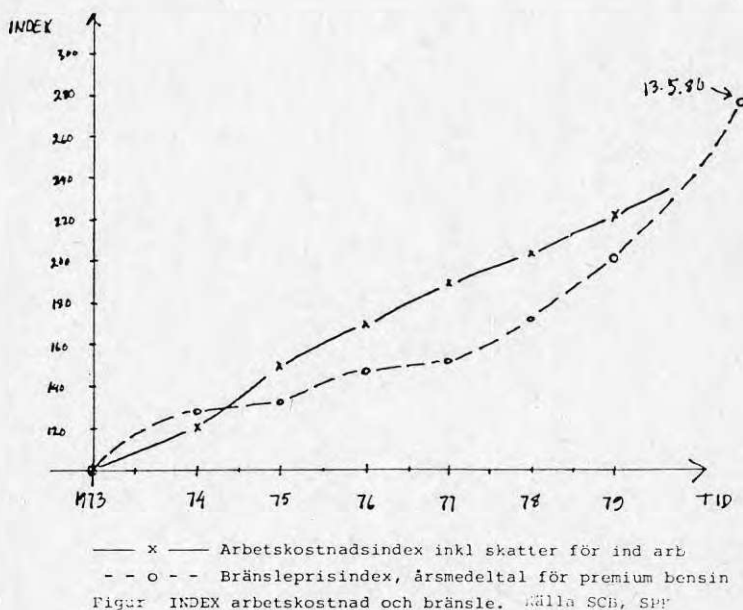
³ Beräknat efter avrundade värden.

⁴ Total tillförd energi vid normal temperatur under året.

Tabell 1. Energianvändning i Sverige åren 1973, 1975 och 1978
(Källa: prop 1978/79:115)

Utvecklingen under perioden för användningen av bränslen och el skiljer sig åt. Medan den slutliga användningen av el har ökat med i genomsnitt 3 procent per år har bränsleanvändningen minskat med 0,4 procent per år. Anmärkningsvärt är dock att medan industrisektorn och bostäder, service m m har minskat eller hållit sin användning i stort sett oförändrad har transportsektorn ökat med i genomsnitt 2,5 procent per år. Denna ökning avser helt bränsleförbrukning och beror framför allt på en ökning av antalet personbilar. Antalet personbilar har ökat med ca 400 000 sedan år 1973.

Under 70-talet har liksom under hela efterkrigstiden elasticitetstalet mellan inkomst och bilägande varit större än 1,0 i Sverige, dvs en ökning av bruttolönen har medfört ökad benägenhet att skaffa bil. Detta förklaras delvis av att bränslepriserna ökat i långsammare takt än köpkraften. Detta förhållande har dock under de senaste åren starkt förändrats till följd av snabbt stigande oljepriser. (Se figur nedan.)

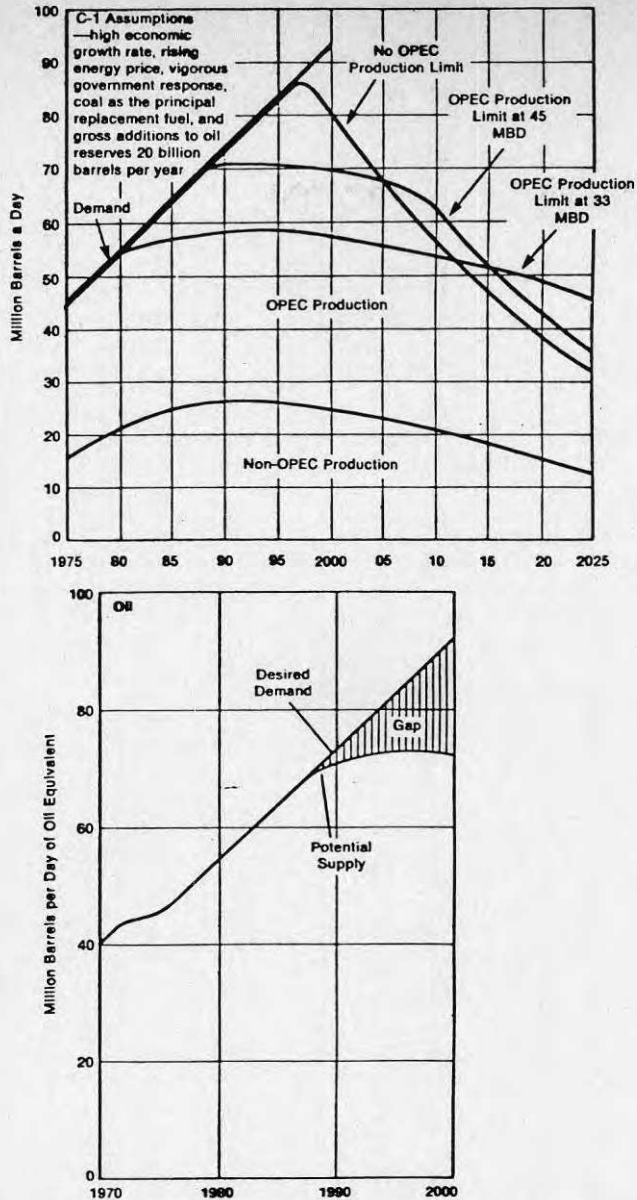


För trafikföretagen har personalkostnadsutvecklingen varit ännu kraftigare än arbetskostnadsindex till följd av skärpta krav på sociala hänsynstaganden från arbetsgivaren. Detta har ytterligare givit incitament för att på ett rationellt sätt utnyttja arbetskraften, i detta fall framför allt förarna. Den för företaget optimala fordonsflottan består av ett antal stora bussar, där antalet bestäms av antalet trafikerade linjer i huvudsak.

En drastisk ökning av oljepriset kommer att förändra förutsättningarna avsevärt för bestämning av den optimala fordonsflottans sammansättning. Betydelsen av en energieffektiv transportapparat kommer att bli allt mer uttalad och under förutsättning att oljepriset fortsätter att stiga kommer större rationalitet att kunna uppnås i företaget om även energikonsumtionen beaktas i en optimeringsstudie och ej enbart personalkostnaden. Att oljepriset kan komma att fördubblas fram till 1985 är inte orimligt antagande om vi beaktar resultaten från bl a den internationella WAES-rapporten. Kontentan av denna rapport är att man på välgrundade uppgifter kan förutsätta att oljekonsumtionen kommer att "slå igenom" oljeproduktionstaket någon gång under 80-talets senare hälft. Figuren nedan ger en schematisk bild av oljekonsumtion och oljeproduktion vid vissa antagna policies inom OPEC. Att oljepriset ej stigit i takt med avtagande oljetillgångar har i WAES-rapporten förklarats bl a av att nya oljefält har öppnats i samma takt som konsumtionen stigit. Detta förhållande har medfört att marknaden och dess prissättning ej reagerat för den i realiteten växande klyftan mellan tillgång och efterfrågan på olja. Vad som händer när oljeproduktionen sjunker under efterfrågenivån är att några nya oljetillgångar ej finns att exploatera i erforderlig grad och att den befintliga produktionen av olja begränsas av olika skäl. Detta kommer den internationella marknaden för olja att direkt reagera inför, bl a med höjda priser som följd.

Beträffande en energiprishöjnings direkta effekter på kollektivföretaget kan man sammanfattningsvis fråga sig:

- ligger de största energibesparingsåtgärderna i en ökad beläggning av personbilarna på kort sikt?
- hur kommer personbilsresor att på lång sikt prioriteras i förhållande till kollektiva transporter i en stagnerande hushållsekonomi? (Även under beaktande av de restriktioner som kan komma att kringgärda personbilsresande i syfte att reducera bränsleförbrukningen.)
- hur kommer prisrelationerna mellan faktorerna arbete, kapital och energi att påverka kollektivföretagets fordonsflotta och tjänsteutbud?



Figur Tillgång, efterfrågan och produktion av olja enligt WAES-studien

Sambandet energi/transporter och fysisk struktur

De centrala problemen för en fördubbling av oljepriset på 5 år medför för kollektivtrafikföretaget är de direkta effekterna denna prishöjning medför. Detta har berörts i föregående avsnitt. Som underlag för ledning av och beslutsfattande inom företaget är dock även indirekta effekter av prishöjningen på företaget intressanta, liksom de konsekvenser företagets agerande får för samhället i stort. Mest påtagligt är i detta avseende sambandet mellan den fysiska strukturen och transportverksamheten. Dels bestämmer i stor utsträckning den fysiska strukturen hur trans-

portunderlaget är fördelat och vilka transporttjänster som efterfrågas i olika lägen. Dels medför kollektivtrafikföretagets verksamhet och utvecklingsmöjligheter förutsättningar för den fysiska planeringen i regionen. Kopplat till föregående avsnitt och de direkta effekterna på företaget av en oljeprishöjning bör det vara väsentligt att närmare studera:

- hur påverkas och förändras den fysiska strukturen i regionen (regionala strukturen) av kortsiktiga energisparåtgärder inom persontransportsektorn?
- vilka lösningar uppstår på lång sikt för utvecklingen av kollektivtransporter i regionen till följd av de kortsiktiga energisparåtgärderna inom persontransportsektorn och den förändring dessa medför på den fysiska strukturen?

Vi vet att under de senaste åren har andelen småhus ökat markant. Nya områden med småhus har dels byggts i utkanterna av de större tätorterna och dels har den regionala expansionen förlagts till dessa. Detta har medfört en utglesning av transportunderlaget i tätorterna och en ökad pendling. De mindre tätorterna saknar detta utbud varför även de interkommunala pendlingsresorna tilltagit.

Tidigare studier har visat att bebyggelsens utformning, täthet och lokalisering i hög grad påverkar möjligheterna att bedriva kollektiv trafik med en acceptabel standard. Den förändring av länens fysiska struktur som pågår förändrar konkurrensförhållandet mellan kollektivtrafik och biltrafik till nackdel för den kollektiva trafiken, så som den idag är organiserad och utförd. En väsentlig fråga är hur den organisatoriska förändringen av huvudmannskapet för kollektivtransporter i länet påverkar "länsbolagens" ansvar för den regionala utvecklingen i länet. Vissa förändringar bör i detta avseende ha medföljt omorganiseringen.

Förändringsfaktorer inom kollektivtrafik

Med förändringsfaktor menas i detta avseende en faktor som kan förändras utan någon direkt påverkan från kollektivtrafikföretaget, ej heller kan företaget förhindra en förändring av eller inom faktorn ifråga. Vid en systemanalytisk studie av företaget är förändringsfaktorerna att hänföra till systemets miljö/omvärld.

Teknisk-organisatorisk utveckling:

Kollektivtrafiken i tätorter kommer enligt relativt samstämmiga bedömningar att under lång tid i huvudsak förbli busstrafik. Detsamma gäller för kollektivtrafik på landsbygd där spårbundna färdmedel saknas. Bussarna förväntas dock bli mer specialiserade för olika funktioner, med t ex ledbussar eller buss-tåg

för snabba förortsförbindelser och små minibussar för svaga ringlinjer och landsortstrafik.

Sannolikt kommer dieselmotorn att förbli den mest ekonomiska drivkällan, även om nya principer som t ex hybridsystem lättare kan motiveras för bussar än för personbilar. Åtgärder för att förbättra bränsleförbrukning, buller och emissioner är desamma som för personbilar, men blir relativt billigare för bussar. Även bussarnas komfort kommer säkert att ytterligare förbättras. Speciellt gäller detta beträffande enklare på- och avstigningsmöjligheter samt vid förenkling av bussarnas manövrering vid hållplatser, i garage etc genom bl a magnetiska styrslingor.

Möjligheterna till förbättring av busstrafikens standard i övrigt är i det korta tidsperspektivet små. I ett längre tidsperspektiv (10-15 år) kan dock nya planeringshjälpmedel, som nu är under utveckling, leda till mer effektiva linjedragningar och tidtabellsläggningar. Dessutom kan den tillgängliga transporttekniken bättre utnyttjas och stadsplanering, utspridning av arbetstider och anordningar för privatbilismen i det längre tidsperspektivet samordnad med kollektivtrafikens planering.

Spårbundna, elektrifierade kollektivtrafik har ånyo börjat efterfrågas i vissa länder. Utsikterna i Sverige bedöms dock som mindre gynnsamma på grund av de stora investeringar som erfordras. Detsamma gäller helt nya trafikmedel, vilka kräver en särskild infrastruktur, som t ex spårtaxi. Det är dock tänkbart att dessa bedömningar kan komma att revideras i en situation med t ex en bestående, kritisk brist på flytande bränslen.

Variationer på hybrider mellan olika vägtrafikmedel bedöms bli av intresse för speciella transportfunktioner. Taxibussystem kan antagas vara konkurrenskraftiga dels som komplement till busstrafiken för mindre väl tillgodosedda resrelationer, dels eventuellt som ersättning i små tätorter. Olika former av paratransit, i princip bilar vars utnyttjande inte förbehållits viss person eller visst hushåll, beskrivs av Nordkolt, delrapport P13, och väntas få ökad framgång.

Lagstiftning, normer och anvisningar:

Detta avsnitt skulle kunna utgöra en framtidsstudie i sig. Vi har dock valt att studera effekterna av en energiprishöjning, varför vi i detta avsnitt begränsar oss till enbart energiaspekten.

Det mål, som riksdagen fastställde 1975, om en maximal ökning av energiförbrukningen på 2 % per år har ej kunnat innehållas för transportsektorn. Man kan konstatera att den genomsnittliga årliga ökningen för samtliga sektorer har varit mindre än 1 %, samti-

diget som personbilarnas energiförbrukning har ökat med 4-5 %. Ännu tydligare framgår personbilarnas ökade förbrukning, när man konstaterar att de svarar för nästan hälften av landets totala ökning av energianvändningen under perioden 1970-77.

Åtgärder som kan vidtagas i syfte att reducera energiförbrukningen inom persontransportsektorn kan vara av frivillig karaktär, men kan också få formen av tvingande åtgärder. Vi kan här ej närmare spekulera i vilken utsträckning åtgärder blir tvingande eller ej, bara konstatera att fyra vägar för att uppnå energibesparingar finns i princip:

- transportbehoven kan sänkas genom ändrad samhällsstruktur - lokalisering av boende och verksamheter
- resandeplanering och transportorganisation kan förbättras. En övergång kan ske från mindre till mer energieffektiva transportmedel
- den specifika energiåtgången kan sänkas genom att fordonen körs, underhålls etc på ett bättre sätt än hittills
- den specifika energiåtgången kan sänkas genom tekniska förändringar i drivsystem, fordonens utformning och utrustning etc

För personbilstrafiken kan man något mer specificerat anta att även följande åtgärder kan bli aktuella:

- normer införs för högsta tillåtna specifika bränsleförbrukning
- ändrade avdragsregler för arbetsresor i personbil
- sänkning av hastighetsgränserna

Människors krav och önskemål:

Mål i samhället som bör beaktas av ett kollektivtrafikföretags ledning och som kan komma att värderas annorlunda i framtiden berör bl a:

- de stora och växande skillnaderna i resstandard för olika befolkningsgrupper
- trafikolyckorna och den mänskliga otryggheten
- miljöproblem och deras negativa återverkningar bl a på tätortsbefolkningen

Tiderna för förflyttningar till/från och eventuellt väntan på fordon värderas olika av olika människor. För kollektivtrafikanterna är gångavstånd, turtäthet och punktlighet av särskilt stor betydelse. Gångtiderna utgör, speciellt när det gäller korta resor i tätorterna, ofta väsentliga delar av de totala restiderna.

Turtätheten på en kollektivlinje bestämmer en resas flexibilitet; möjligheten att själv kunna välja restidpunkt är ofta ett motiv för att använda bil. Ju glesare tureterna är, desto större blir den tid som går förlorad både före och efter resan, särskilt för de resande som har fasta tider att passa. Ökad turtäthet är den egenskap hos dagens kollektivtrafik, som de flesta trafikanter önskar förbättrad.

Olika grupper har olika värderingar och intressen. Trafiksystemet betyder så mycket för samhället och människors aktiviteter att hela befolkningen måste anses ha intresse av systemets utformning och drift. "Befolkningen" är emellertid inte någon homogen intressegrupp. När man närmare skall studera olika intressentgrupper är det väsentligt att beakta ålder, kön, ekonomiska resurser, bostäder och arbetsplatsers geografiska lägen.

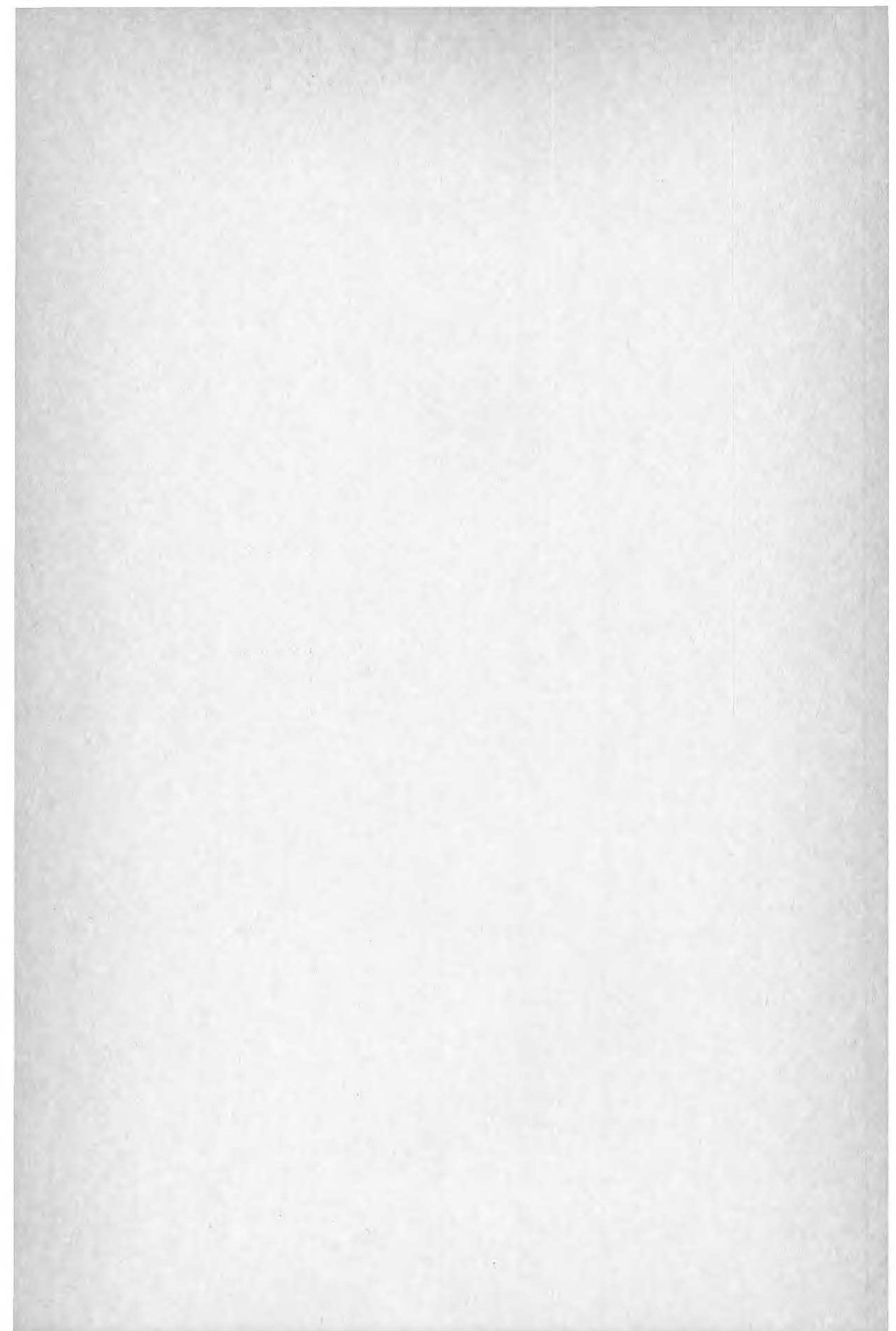
Exempel på grupper som ofta inte ges så stor hänsyn i övergripande trafikplanering, men som ändå så starkt berörs av hur exv kollektivtransportutbudet ser ut är: barnen, de gamla, kvinnor och handikappade. Barnen utgör en stor befolkningsgrupp, som i hög grad är beroende av förflyttningsmöjligheter och trafiksäkerhet. Redan i förskoleåldern företar de många förflyttningar, främst till fots, men också med cykel. De äldre har ofta nedsatt syn, hörsel, uppfattnings- och rörelseförmåga, vilket försvårar deras möjligheter att förflytta sig längre sträckor. De äldre reser väsentligt mindre än de yngre. Många äldre sociala isolering kan bli bero på dåliga resmöjligheter. Kvinnorna är idag i mindre grad yrkesutövande och har inte i samma utsträckning körkort som männen. I ett hushåll är det mannen som använder bilen mest även om kvinnan också förvärvsarbetar och har körkort. Kvinnor är således i större utsträckning hänvisade till att gå, cykla eller åka kollektivt.

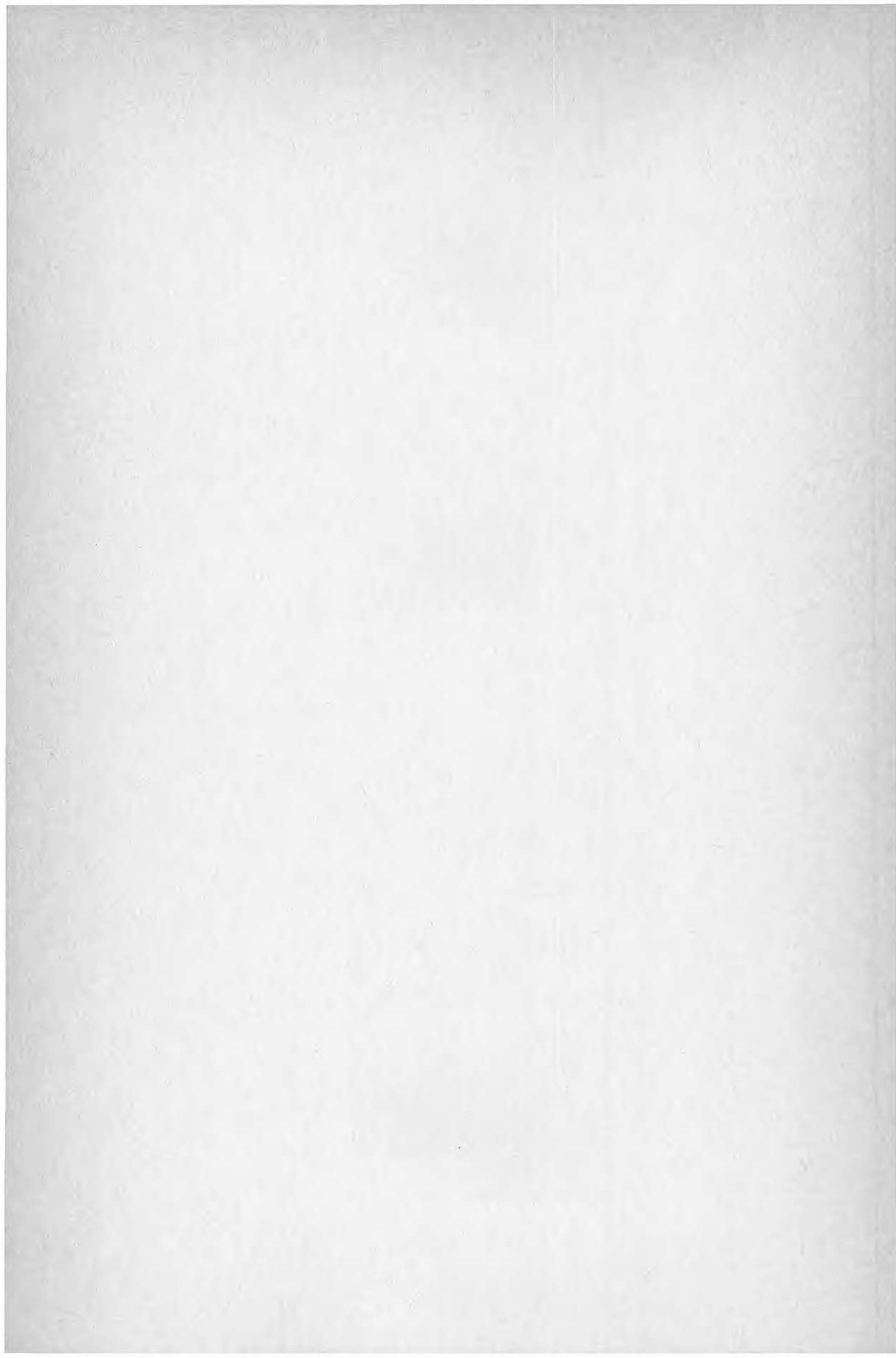
Sammanfattningsvis kan konstateras att trafiksystemet idag främst är utformat med tanke på största möjliga valfrihet och rörlighet för de friska, resursstarka grupperna i samhället, dvs de med god hälsa, uthållighet, snabb uppfattnings- och reaktionsförmåga, god inkomst osv. Stora delar av befolkningen skiljer sig i ett eller flera avseende från detta "genomsnitt". Många upplever betydande besvär i trafiksystemet därför att deras krav inte tillgodosätts i tillräcklig grad.

Samtidigt drabbar biltrafikens negativa effekter främst just dessa grupper, de som inte har så stor direkt nytta av bilsystemets resmöjligheter. Det gäller bl a trafikolyckorna, som minskar tryggheten och aktivitetsmöjligheterna särskilt för barn och gamla. Det gäller också buller, föroreningar och hindrande trafik som särskilt drabbar gående och cyklande, barn och gamla. Även ingrepp i markanvändningen drabbar barnen och de gamla särskilt hårt.

Låginkomsttagare är också mer utsatta för trafikens negativa effekter samtidigt som deras möjligheter att använda bil är sämre än för befolkningen i övrigt. Dessutom tycks på de flesta håll kollektivtrafikanter och människor utan eller med låga inkomster få mindre bidrag till reskostnader från arbetsgivare eller det offentliga än bilister och människor med höga inkomster.

Trafiksystemet tycks idag verka i direkt strid mot vissa allmänt godtagna samhällsmål om jämställdhet mellan olika gruppers levnadsnivå. I många fall bidrar systemet till att öka olikheterna.





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
790775-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till VBB, AB, Stockholm.**

R37: 1982

ISBN 91-540-3676-3

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700537

**Abonnemangsgrupp:
X. Samhällsplanering**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 35 kr exkl moms