



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R4:1988

**Regionplanering och framtida
energisystem**

REGI-projektet

Ulf Strömqvist

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *See*

*R
Jull*

Byggeforskningsrådet

R4:1988

REGIONPLANERING OCH FRAMTIDA ENERGISYSTEM

REGI-projektet

Ulf Strömqvist

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 781279-2 från Statens råd för byggnadsforskning till Stockholms läns landsting, Regionplanekontoret, Stockholm.

REFERAT

REGI-projektet har i många avseenden varit ett unikt FoU-projekt. Detta beror huvudsakligen på att projektet initierades tidigt och att det pågått under lång tid. Organisationen för projektets genomförande fick en internationell förankring med samarbete mellan forskare i Central-europa och Sverige samt mellan konsulter, forskare och myndigheter med ansvar för långsiktig samhällsplanering.

Projektet orienterades kring systemanalytiska metoder. Genomförandet av projektet fick en stark koppling till flera stora och avgörande energipolitiska beslutsfrågor i landets största region. Under ett intensivt skede kom det att innebära att ett direkt samarbete mellan ledande politiska beslutsfattare i stockholmsregionen, forskare och planerare, där länken mellan datorbaserad utvärdering av regionens långsiktiga energifrågor och politiska avvägningar sannolikt blev minimal.

Den långa tid projektet pågått gav stora möjligheter att sammanfatta dess genomförande, metodik och resultat med ett perspektiv i backspegl. Perspektivet medgav tom en viss prövning av projektets kvantitativa prognoser och slutsatser. Vi kan således ställa en hel del tidiga projektresultat mot verkligheten och fråga om dess resultat och rekommendationer nu verkar förenliga med utvecklingen och den nuvarande synen på regionens energifrågor.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R4:1988

ISBN 91-540-4848-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1988

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sid
I. REGI I BACKSPEGELN	4
II. PROGRAM och PROBLEM	6
Initiativ och upptakt	6
Program i krissamhällets skugga	6
Kunskapssamhälle, infrastruktur och economies of scope	11
Program och problem	13
III. FÖRE REGI	16
IV. REGI:s SYSTEMSYN OCH MODELLUTVECKLING	19
Bivillkoren	22
Inomregional struktur	28
Framtida energiomvandling	42
V. STOSEB 80 och REGI:s KRAFTSAMLING	56
Forsmark och uppdraget	56
Kraftsamlingen	58
IV. INTERNATIONELLA KONTAKTER och SAMARBETE	66
IIV. REGI och DET NYA NÄTVERKET	68
IX. I BACKSPEGELN MED BLICK FRAMÅT	72
FÖRTECKNING AV BILAGOR	77

FÖRORD

Följande rapport utgör en slutdokumentation av projektet: "Regionplanering och framtida energisystem - REGI" som genomförts med gemensamma resurser från BFR och regionplane-kontoret vid Stockholms läns landsting.

Stockholm den 30 september 1987

Bo Wijkmark

I. REGI I BACKSPEGELN

REGI-projektet har i många avseenden varit ett unikt FOU-projekt. Detta beror huvudsakligen på:

- att projektet initierades tidigt och att det pågått under lång tid;
- att organisationen för projektets genomförande fick en internationell förankring med samarbete mellan forskare i Centraleuropa och Sverige samt mellan konsulter, forskare och myndigheter med ansvar för långsiktig samhällsplanering;
- att projektet orienterades kring systemanalytiska metoder;
- att genomförandet av projektet fick en stark koppling till flera stora och avgörande energipolitiska beslutsfrågor i landets största region och att det under ett intensivt skede kom att innebära ett direkt samarbete mellan ledande politiska beslutsfattare i stockholmsregionen, forskare och planerare, där länken mellan datorbaserad utvärdering av regionens långsiktiga energifrågor och politiska avvägningar sannolikt blev minimal.

Med dessa översiktliga observationer kan man nu sammanfatta REGI-projektet, dess metodik, relevans och erfarenheter. Att projektet varit unikt i ett antal betydelsefulla dimensioner är inte liktydigt med framgång i vare sig det ena eller andra avseendet. Projektets uppläggning, metodik och genomförande har haft både starka och svaga sidor. Det gäller såväl dess metodologiska grepp som dess projektledning och roll för kompetensuppbyggnaden.

Den långa tiden projektet pågått ger nu stora möjligheter att sammanfatta dess genomförande, metodik, arbetsrapporter, kvantitativa och kvalitativa resultat med ett perspektiv i backspegeln. Perspektivet medger t o m en viss prövning av projektets kvantitativa prognoser och slutsatser som togs fram med den utvecklade och tillämpade metodiken i början av 1980-talet. Vi kan således ställa en hel del ti-

diga projektresultat mot verkligheten och fråga oss om resultat och rekommendationer från projektet nu verkar förenliga med utvecklingen och den nuvarande synen på regionens energifrågor. Har REGI:s dominerande frågor såsom de formulerades för snart tio år sedan förlorat sin aktualitet? Är den utvecklade metodiken tillämplig med dagens syn på regionens utveckling och de nu ledande energifrågorna? Vad har hänt med kompetensutvecklingen? Har översiktlig och integrerad region- och energiplanering fått en etablerad roll i samhällsplaneringen?

Med dessa utgångspunkter skall vi i det följande söka sammanfatta REGI-projektets verksamhet som innefattat:

- ett fyrtiotal arbetsrapporter som producerats i anslutning till projektet,
- medverkan i stockholmsregionens energiplanering,
- utvecklade modellsystem och tillämpningar,
- seminarier och internationella kontakter,
- samt en internationell utvärdering av projektet.

II. PROGRAM OCH PROBLEM

INITIATIV och UPPTAKT

Hösten 1978 tog BFR initiativ till projektet: "Regionplanering och Framtida Energisystem" och uppdrog till regionplanekontoret vid Stockholms läns landsting att utforma ett program för projektet. En programkommitté bildades och under programarbetet hölls två seminarier för diskussion om projektets inriktning och översiktlig genomgång av modeller och metodik för region- och energiplanering. I mars 1979 redovisades ett FoU-program jämte ett förslag att genomföra projektet i form av en gemensam satsning av regionplanering och trafikkontoren vid Stockholms läns landsting med forskningsanslag från BFR.

Projektet tillstyrktes under sommaren 1979. Strax därefter bildades en projektgrupp med fem medverkande från regionplanekontoret och forskare från samhällsplaneringsgruppen vid KTH:s matematiska institution, som parallellt arbetade inom ett eget ramprogram för: "Systemanalytiska metoder i samhällsplaneringen - med särskild inriktning på samband mellan samhällsplanering och energi". Därtill etablerades ett samarbete med IIASA:s energigrupp. Avtal om konsultmedverkan, i första hand med TEMAPLAN AB ingicks, och projektarbetet startade strax efter årsskiftet 1979/1980 och inleddes med ett seminarium i februari om storstadsregionernas energiproblem, där professor W Häfele som ledare för IIASA:s energiprogram var särskilt inbjuden.

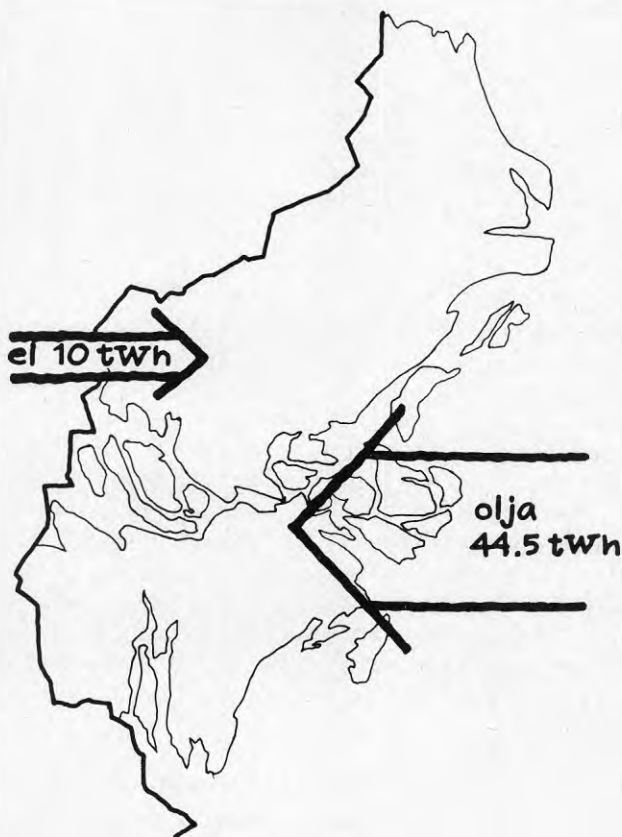
PROGRAM I KRISSAMHÄLLETS SKUGGA

REGI:s program ger nu ett intressant perspektiv på energifrågornas utveckling i stort. Programmet är klart färgat av i första hand två förhållanden under senare delen av 1970-talet, som starkt kom att påverka projektets villkor och inriktning;

- Programmet utformades i krissamhällets skugga och
- präglades av stora osäkerheter om energiomvandlingens systemsamband.

Under 1979, då programmet utformades sköt världsmarknadspriset på råolja våldsamt i höjden och nådde sin hittills maximala nivå kring 35 \$/fat sista kvartalet 1979 och 1980. Den internationella oljemarknaden genomgick under dessa fem kvartal sin andra kris efter OPECs kartellbildning 1973. Det är uppenbart att utvecklingen på oljemarknaderna under dessa år kraftigt kom att påverka hela synen på stockholmsregionens energiförsörjning. Regionen var då extremt beroende av oljeprodukter för sin energiförsörjning. Oljeberoendet sågs som akut och präglade hela föreställningen om behovet av drastiska förändringar. Detta kan tydligt illustreras med en av REGI-projektets allra första sammanställningar av regionens energibalanser och energiberoende. Den totala tillförseln dominerades av en oljeanvändning motsvarande nära 45 TWh.

FIGUR 1. STOCKHOLMSREGIONENS ENERGIBEROENDE 1978.



Parallellt med den dramatiska förändringen på energimarknaderna under de sista åren av 1970-talet genomgick Sverige under denna period en allvarlig industriell kris. Den svenska industrins världsmarknadsandelar föll. Räntor och priser steg i mycket snabb takt - inte bara i Sverige utan i hela den industrialiserade världen. Detta illustreras tydligt med följande tabell.

TABELL 1. EFTERKRIGSTIDENS EKONOMISKA UTVECKLINGSBROTT I VÄSTVÄRLDENS INDUSTRIATIONER.

	1955-1973	1974- 1979
Arbetslöshet	3 proc	5 proc
Inflation	4	8
Ekonomisk tillväxt	5	3

Källa: OECD, IMF, IEA 1981

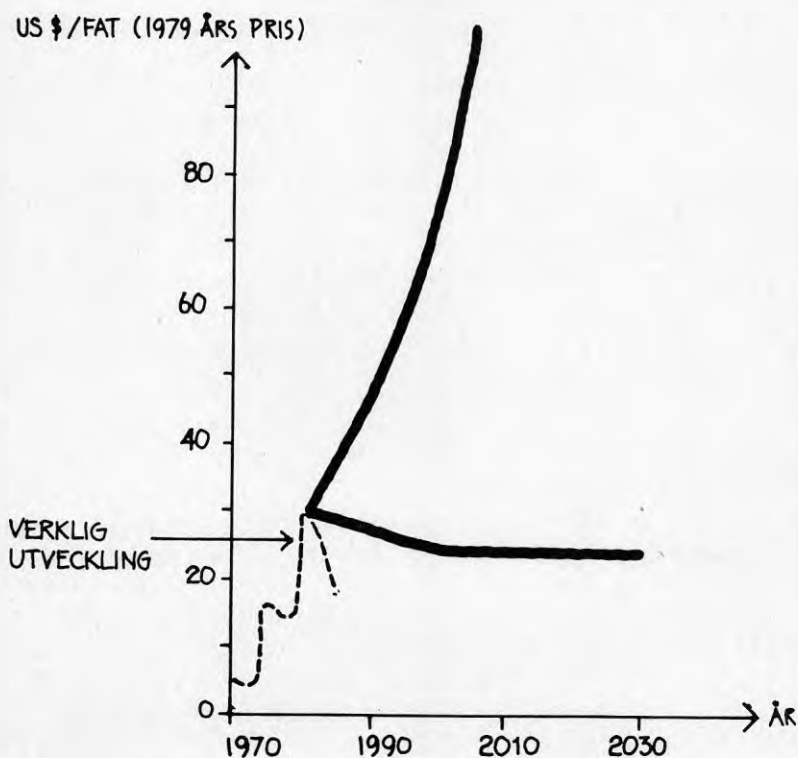
I slutet av 1970-talet nådde investeringsaktiviteten i svensk industri en bottennivå. Utvecklingen hade djupgående regionala konsekvenser; upp mot en tredjedel av industrin i Bergslagen var direkt nedläggningshotad. Stora delar av den föråldrade industrin i hela landet var också starkt kraftberoende. Nedläggning och strukturomvandling inom industrin under dessa och följande år förändrade därför också kraftefterfrågan.

Inflyttning till stockholmsregionen visade samtidigt en av sina lägsta nivåer under hela efterkrigstiden och utflyttningen var större än inflyttningen i ett mönster som då pågått sedan de första åren på 1970-talet. Den geografiska rörligheten var låg i hela landet. Stockholms- och andra storstadsregioners roll för den ekonomiska utvecklingen verkade inte bara vara försvagad, utan framför allt ifrågasatt. Samtidigt tornade djupgående strukturomvandlingsproblem upp sig i stora delar av landet. Synen på framtidens energiförsörjning dominerades av analyser och scenarier där frågor om uttömning av de viktigaste globala energitillgångarna var ett huvudtema. Något tillspetsat kan man säga att REGI-projektet startades i skuggan av krissamhället och föreställningar om snabb uttömning av världens viktigaste energiresurser.

Hela energipolitiken var kraftigt fixerad kring kommunala, regionala och nationella oljeersättningsprogram underbyggda av mängder av långsiktiga globala oljeprisbedömningar som

tämligen entydigt pekade uppåt. Detta kan illustreras med ett prisdiagram från en av REGI-projektets första delrapporter: "Internationella energiperspektiv" dec 1982, som var en bred genomgång av ett femtontal stora internationella energistudier. De sammanställda långsiktiga oljeprisprognoserna åren 1978 till 1981 bildar en vid strut med spetsen i ett oljepris av 30 \$/dollar per fat (1979-års USD). Struten begränsas av maximala bedömningar som pekar på 70 \$/fat vid sekelskiftet och minimala kring 25 \$/fat vid samma tidpunkt.

**FIG 1. INTERNATIONELLA OLJEPRISBEDÖMNINGAR
UNDER ÅREN 1978-1982**



Med detta perspektiv under de sista åren av 1970-talet var det naturligt att energipolitiken då kom att fokuseras kring oljeberoendet. Visserligen gjordes redan i början av 1950-talet allvarliga försök att skapa en nationell bränslepolitik (1950-års bränslekommitté) men det var inte förrän i samband med oljekrisen 1973 som en oljepolitik formulerades.

Fram till början av 1970-talet dominerades energipolitiken helt av en tillförselorienterad elkraftspolitik. Den svenska energipolitiken var i praktiken huvudsakligen inriktad på tillförselfrågorna fram till 1975 och kraft- och energiföretagens strategier präglades helt av system som betonade stordriftsfördelar - economies of scale. I det energipolitiska beslutet 1975 formulerades för första gången en politik för energianvändningen. Effekterna av denna var emellertid mycket begränsade de första fem åren. Brottet i energianvändningens tillväxt under sista delen av 1970-talet berodde väsentligen på bristande ekonomisk tillväxt och industrikrisen. REGI-projektets frågor och inriktning formulerades således i ett läge då:

- Erfarenheterna av den första energipolitiken efter oljekrisen var bristfälliga.
- Oljepriserna låg på en extremt hög nivå med långsiktiga förväntningar om fortsatt snabbt stigande energipriser.
- Sveriges ekonomiska utveckling präglades av allvarliga ekonomiska balansbrister, industriellt föråldrade regioner med svårartade omställningsproblem och bristande tilltro till storstads- och speciellt stockholmsregionens roll och förnyelse.

Därtill kom, som sagts, programarbetet att präglas av stora osäkerheter om energiomvandlingens systemsamband - speciellt de regionala sambanden och förhållandena i stockholmsregionen. För det första var de rent statistiska kunskaperna om tillförsel, användning, energitätheter för stockholms- och andra regioner mycket bristfälliga. För det andra blev det uppenbart att kunskaperna om energiomvandlingen som fysiskt system i den översiktliga regionplaneringen också var mycket dåligt utvecklade och dokumenterade. Var fanns större eller mindre hetvattencentraler lokaliserade? Hur var nätverken utbyggda och hur var uppvärmningssystemen sammansatta i olika regiondelar? Dessa frågor tillhörde alla mer eller mindre samma svarta låda för regionplaneringen i slutet av 1970-talet. Dessa brister kom emellertid inte att bilda den avgörande osäkerheten om energisystemens sammansättning.

Den 28 mars 1979 - en vecka efter vårt program - inträffade kärnkraftsolyckan på Three Miles Island. Händelsen kom under en kort tid att leda till politisk kris med starka opinionsmotsättningar för och emot kärnkraft och linje 2. Fram till folkomröstningen om kärnkraften i mars 1980 blev osäkerheten om energipolitiken i det närmaste total.

Utvecklingen av de framtida energisystemen blev plötsligt inte bara en frågan om oljereduktion och enkla sparåtgärder. Fortsatt kraftutbyggnad enligt decennielånga planer vältes överända och en långsiktig expansion av elanvändningen tedde sig orimlig eftersom elkraft verkade vara en lika begränsad om ej uttömd källa som olja. Stockholmsregionens energisystem framstod härmed som klämt mellan två på längre sikt ohållbara energiflöden i form olja och el. Perioden kring 1979/1980 på kan detta sätt betecknas som kulmen på ett industrisamhälle uppbyggt på obegränsade och vertikalt integrerade försörjningsleder för energi- och andra råvaror.

KUNSKAPSSAMHÄLLE, INFRASTRUKTUR OCH ECONOMIES OF SCOPE

Efter 1970-talets ledande föreställningar om krissamhället och uttömda resurser kan man iakttaga en kraftigt omsvängning. Utvecklingen under 1980-talet har framför allt medfört en betoning av kunskapssamhällets outtömliga möjligheter och att utvecklingen av välståndet inte i första hand är begränsat av några få naturresurser. Debatten domineras nu snarare av insikter att begränsningarna framför allt ligger i infrastrukturen. Tillgång till flyg-, tele-, dator-, snabbtågs-, fjärrvärme-, naturgas- m fl nät tillsammans med universitet, internationella FoU-nät mm ses numera som välståndets viktigaste hävstänger. Industrisamhället har som begrepp ersatts med informations- och systemsamhället och insikterna om stockholmsregionens funktion för en nödvändig ekonomisk tillväxt, ett framtidsinriktat näringsliv, FoU, dynamisk konkurrens och teknikspridning har fördjupats.

Utvecklingen har också i viss mån kommit att påverka energiföretagens strategiska tänkande från ensidigt teknikfixerade tillförselstrategier - "supply-mangement" - till systemtänkande kring både tillförsel och användning. Detta illustreras tydligt med att ledningen för Storstockholms Energi AB - STOSEB - i sin senaste populära information ser och talar om sin framtida verksamhet i termer av ett systembolag framför ett produktionsbolag och med en policy att inte bara producera och distribuera i effektiva former utan att också verka för en rationell konsumtion.

Parallellt med denna utveckling kan man i den systeminriktade produktionsteorin avläsa en förskjutning från betoning av stordriftsfördelar - economies of scale - till - economies of scope*. Det senare begreppet koncentreras kring flerproduktsfördelar i system med "multiple inputs and multiple outputs", medan en-produktsystem är stordriftens signum. Insikterna om flerproduktsfördelar går i och för sig tillbaka till tiden före 1950-talet men det är först under senare år som begreppet getts en modern tolkning för teknisk och ekonomisk utvärdering och formulering av produktions- och marknadsstrategier för industri- och nätverksbaserade företag.

Economies of scope innebär något förenklat att man istället för stordriftsfördelar utvecklar och söker exploatera flerproduktsfördelar genom produktdifferentiering. Economies of scope förligger i det fall då två eller fler produkter kan framställas till lägre total kostnad i ett företag eller produktionsystem istället för i två eller flera åtskilda system eller organisationer. I princip kan man säga att alla ledande industriföretag genom FoU ständigt söker utveckla och exploatera sin produktionsorganisation genom att driva sin produktdifferentiering så långt som möjligt och härigenom uppnå allt större economies of scope.

Varför är då betoningen av flerproduktsfördelar framför stordriftsfördelar så intressant i energisammanhang? Svaret är delvis enkelt. Före slutet av 1970-talet fanns det i princip inte några djupgående kunskaper om economies of scope i energisektorn. De energipolitiska villkoren i regionen under de första åren av 1980-talet ledde å andra sidan till att tidigare delvis okända förslag och förstudier av energiprojekt med economies of scope som bärande idé utvecklades snabbt. Som exempel kan nämnas förslaget om

* Begreppet Economies of Scope introducerades först av J Panzar och R Willig i "Economies of Scope in Multi-product Production; Bell Lab, 1975.

ett järnsvampverk i Värtan med spillvärmeutnyttjande i fjärrvärmenätet.

Brottet mellan "scale" och "scope" blev därför kraftigt, inte bara på det tekniska planet utan också på det institutionella. Den delvis sekelgamla infrastrukturen, dess organisationer och ledningar var rotade i enproduktföretag med stordriftsfördelar som dominerande strategi. Därför fanns det heller inte någon utvecklad systemsyn på varken stockholmsregionens eller andra storstadsregioners energiförsörjning före 1970-talet.

Systemöversikt som inkluderar konsumenterna är helt avgörande för all utveckling av economies of scope. Det gäller inte enbart att differentiera med hänsyn till vad produktionsystemet tål; produkterna måste också anpassas till konsumenternas betalningsvillighet. Analys av stockholmsregionens energiförsörjning med ett systemperspektiv var därför en av projektets avgörande utgångspunkter. Men innan projektets allmänna systemansats och speciellt dess behandling av energisystemet, som ett nätverkskopplat flerproduktssystem, tas upp skall vi först sammanfatta projektets problemställningar såsom de formulerades i programmet.

PROGRAM OCH PROBLEM

I REGI-projektets program formulerades två huvudsyften: "Metodutveckling med utgångspunkt från ett generellt synsätt på regionplanering och energi samt en konkret tillämpning med avseende på energiframtider som kan bilda alternativ för stockholmsregionen".

För att svara mot dessa syften angavs fyra moment som avgörande:

- Framtagning av alternativ för utvecklingen på energiområdet baserade på internationella och nationella energisystemstudier,
- Analys och utvärdering sambanden mellan befolkning näringsliv och framtida energisystem.
- Studier och utvärdering av hur olika komponenter i energisystemet kan anpassas i regionstrukturen
- Systematisering av regionplaneringens handlingsfrihet och osäkerhetsfaktorer beroende på energisystemets utveckling.

Projektets huvudproblem preciserades i nio frågeställningar:

1. Är stockholmsregionen mer känslig för störningar och snabba förändringar på energimarknaderna än landet i övrigt?
2. Hur kan ett minskat oljeberoende förverkligas i regionen?
3. Finns det nationella energisystemaspekter och beslut som ställer speciella krav på utvecklingen i regionen?
4. Finns det energipolitiska val som medför särskilda målkonflikter i stockholmsområdet?
5. Innebär en trendmässig utveckling av regionens bebyggelsemönster, näringsliv mm särskilda restriktioner för energisystemens sammansättning?
6. Finns det å andra sidan energisystem som mer än andra verkar strukturerande på regionens framtida bebyggelse?
7. Vilka samband finns det mellan energimarknadernas utveckling, res- och lokaliseringmönster?
8. Vilka speciella krav och konsekvenser för regionen kan sättas i samband med introduktion av kolteknologi?
9. Vad kan energisystem baserade på solvärme innebära för stockholmsregionen?

Möjligtvis har någon eller några av dessa frågor förlorat aktualitet sedan programmets skrevs för snart tio år sedan. Huvuddelen är emellertid fortfarande aktuella. Men inte på så sätt att de är obesvarade utan därför att regionens energipolitiska problem och beslutsfattande på ett svårartat sätt brottats med målkonflikter som varit förenade med energisystemens lokalisering och konkurrensvillkor sedan 1980.

Roten till dessa problem kan härledas till:

- (i) Bristande insikter om energiomvandlingens tekniska och ekonomiska systemberoenden vid en övergång från enproduktssystem med skalfördelar till flerproduktssystem;
- (ii) Fåtalskonkurrensens mekanismer;
- (iii) Den nationella energipolitikens begränsningar.

Med REGI-projektets inriktning och arbete kom två av dessa problem i fokus och under perioden 1980 till 1983 medförde projektet en delvis snabb uppbyggnad av regionplaneringens kunskaper om energisystemens roll för den översiktliga samhällsplaneringen. Å andra sidan blev det uppenbart att regionplaneringens roll för hanteringen av energisystemens målkonflikter är svag och att svårigheterna i regionens energipolitiska beslutsfattande till stor del beror på det problem som inte behandlades, nämligen: fåtalskonkurrensens mekanismer.

Med en långtgående integration i fysiska nätverk som sammanbinder producenter och konsumenter följer en naturlig monopolställning för det företag som behärskar nätverket. Vid uttalade stordriftsfördelar kan en sådan dominans försvaras på samhällsekonomiska grunder. Finns det däremot flerproduktsfördelar i form av economies of scope är inte institutionella lösningar för exploatering av stordriftsfördelar lika självklara. Med en övergång från stordrifts- till flerproduktsfördelar kan centraliserade lösningar behöva brytas för att nå bättre effektivitet och beslutsfattande.

III. FÖRE REGI

Med denna sammanfattning av REGI-projektetets intentioner och problem skall vi kort redogöra för utvecklingen fram till dess start. Genomgången har två syften:

- Dels att beskriva planeringsmiljön och
- dels att sammanfatta betydelsen av energiomvandlingens nätverk som långsiktigt bindande faktorer för framtidens lokalisering och utbyggnad.

Stockholms första energiplanering kan sägas ha startat för snart 170 år sedan. På 1820-talet väcktes det första förslaget om att anlägga ett gasverk. Med först 25 år därefter enades man och sockenstämman beslöt att gasbelysning skulle införas i huvudstaden. 1852 bildades gasbelysningsaktiebolaget som ett år senare anlade Klaragasverket och 1853 tändes gasen för första gången i Stockholm. Kommunen hade förbehållit sig rätten i koncessionsvillkoren att senare lösa in gasverket. Så skedde på 1880-talet och gasverket i Klara utvidgades. Men det blev snart för trångt då det blev aktuellt att anlägga ett ytterligare gasverk. Det nya planerades vid Värtan med hänsyn till de snabbt växande behoven och att man planerade att lägga ned Klaragasverket. Värtan låg då långt utanför stadsbebyggelsen. Utbyggnaden av Östermalm var förestående men fortfarande vid sekelskiftet sträckte sig Östermalm inte längre än till Karlaplan och det första gasverket i Värtan stod klart 1893 för att leverera gas till Östermalms snabbt växande bebyggelse. Klaragasverket lades ned på 1920-talet.

Värtagasverket bygges ut i flera etapper under de följande femtio åren och 1970 förnyades det med ett sk spaltgasverk. Gasen användes redan på 1920 för uppvärmning av bostäder, i industrier och hushållsanvändning.

Ungefär femtio år efter det första kollektiva beslutet att bygga ut gasen i Stockholm fattades beslut om att anlägga ett elverk. Det första blev Brunkebergverket i hörnet av Regeringsgatan och Smålandsgatan. Verket var dimensionerat för maximalt 30 000 lampor. Efterfrågan på el växte mycket snabbt och vid sekelskiftet beslöts att bygga ett tio gånger större verk i Värtan. Härmed befästes en sekelbunden lokalisering för Stockholms energiomvandling.

Den fortsatta planeringen och utbyggnaden av stadens och vid den tiden också regionens infrastruktur för energiförsörjning baserades på avtal om andelar i den snabbt utbyggda vattenkraften: Först i Dalälven och senare i Indalsälven. Tillgången till billig kraft kom att revolutionera industrins lokaliseringsmönster. Den tidigare industrin var bunden till landsbygden och baserades på lokala energikällor. Städernas industri dominerades av hantverk. Med den mekaniska verkstadsindustrins snabba framväxt kring sekelskiftet och tillgången på elkraft inleddes städernas stora industrialisering och Stockholm blev snart landets största industristad. Behovet av el växte dramatiskt och de första regionala distributionsområdena för el utvecklades.

De första bildades i Mälardalen och kring Götaälv-dalen. 1919 kom den första sk stamlinjeplanen som syftade till att integrera stora delar av Sverige i ett nationellt kraftnät. Större delen av planen förverkligades fram till 1940-talet och blev den avgörande förutsättning för stockholmregionens "energipolitik". Genom en aktiv politik som replikerade på nätverkets möjligheter förvärvade Stockholms stad delägarskap i Svarthålsforsen, Krångede mfl kraftföretag. Stadens insikter om nätverkets möjligheter och flerproduktsfördelar ledde till att man redan på 1950-talet beslöt att anlägga ett kraftvärmeverk i Hässelby, för den då ingångsatta utbyggnaden av Vällingby. Senare fortsatte kraftvärmeutbyggnaden med att ytterligare befästa Värtans roll, där ett stort kraftvärmeaggregat stod klart under första delen av 1970-talet.

Däremellan inleddes planeringen med föreställningar om att exploatera tidigare oanade stordriftsfördelar i hela regionens energisystem. 1957 godkände stadsfullmäktige ett avtal mellan det dåvarande elverket och Aktiebolaget Atomenergi om att gemensamt anlägga ett kärnkraftvärmeverk i Ågesta. Verket tillkom under början av 1960-talet men droften upphörde redan 1974 framför allt beroende på att verket krävde stora återinvesteringar för fortsatt drift och att det var baserat på tungvattenteknik som övergetts i det svenska kärnkraftsprogrammet. Verket övergavs således samtidigt med den första oljekrisen. Men det betydde inte att det spelat ut sin roll för regionens energiplanering.

Planerna på att utveckla ett kärnbaserat kraftvärmeverk i södra Storstockholmsområdet blev den viktigaste institutionella hävstången för en samordning av regionens energiplanering. Under de första åren av 1970-talet bildades - SÖSEB - Södra Stor-Stockholms Energiaktiebolag - med Stockholm som initiativtagare och med syfte att integrera och bygga ut de lokala fjärrvärmenäten. Planerna inriktades på att bygga ut ett kärnverk för 1200 MW och flera tekniska och ekonomiska utredningar genomfördes under de första åren av 1970-talet. Något före SÖSEB:s bildande hade NOSEB med Stockholm, Järfälla, Solna, Sollentuna och Sundbyberg bildats 1970. Stockholm var den dominerande ägaren. Det planerade kärnkraftvärmeverkets storskalighet innebar stora samordningsfördelar mellan söder och norr och utredning om bildandet av STOSEB - Stor-Stockholms Energiaktiebolag inleddes 1973 och två år senare beslöt styrelserna för NOSEB och SÖSEB att samordna sina utredningar om regionens energitillförsel. 1977 togs steget fullt ut, då det förelåg ett fusionsavtal mellan SÖSEB och NOSEB.

Under åren 1973 till 1978 kom således hela regionens energiplanering, som då enbart gällde tillförselfrågorna, att centraliseras och koncentreras kring ett storskaligt nätverk uppbyggt kring i första hand ett kärnverk. Detta var också huvudpoängen i den första förstudien av regionens energiförsörjning som gjordes utan medverkan av produktionsbolagen. Den gjordes inför arbetet med regionplan 78 och redovisades 1976 av regionplanekontoret. Förstudien var framför allt en genomgång av olika produktions- och försörjningsmöjligheter i ett nationellt perspektiv. Därtill redovisades en första översiktlig energibalans för "stockholmstrakten" och Förstudien avslutades med redovisning av SÖSEBs och NOSEBs planer.

IV. REGI:S SYSTEMSYN OCH MODELLUTVECKLING

REGI initierades således i en fas:

1. Då osäkerheten om den framtida energipolitiken sannolikt var maximal och då uppfattningarna om de internationella oljepriserna entydigt pekade uppåt och i debatten kom både olje- och elberoende att ses som återvändsgränder.
2. Då Sveriges ekonomiska utveckling präglades av svåra balansbrister samtidigt som industrin i stora delar av landet hotades av djupgående omställningsproblem och stockholmsregionens dragningskraft var låg.
3. Då stockholmsregionens inomregionala utvecklingsperspektiv, efter 1960-talets expansion och en period med stagnation och utglesning från 1971, också präglades av osäkerhetsproblem.
4. Då energiplaneringen i stora delar av regionen institutionaliserats i ett dominerande organ för energitillförsel och där regionplaneringens kunskaper om energisystemens geografi, teknik och ekonomi var små.
5. Då frågan om regionens framtida energisystem kom att fixeras kring ett antal mycket storskaliga och delvis oförenliga försörjningsalternativ såsom:
 - a. Ombyggnad av Forsmark 3 för huvudsaklig produktion av fjärrvärme och en 120 km lång hetvattentunnel för försörjning av Uppsala och hela stockholmsregionen;
 - b. Uppbyggnad av ett fullskaligt Nynäskombinat för produktion av gas, flytande drivmedel och fjärrvärme för stora delar av södra och centrala storstockholm;
 - c. Introduktion av naturgas via en stamledning från någon av huvudriktningarna Finland-Sovjet, Nordnorge, Västnorge eller Danmark-Skåne;
 - d. Storskalig utbyggnad av en eller två anläggningar för kolbaserad värme- och elproduktion,

e. Som kontrast till dessa storskaliga lösningar fanns det därtill ett starkt växande intresse och en betoning av en rad småskaliga och inhemskt baserade systems stora möjligheter. Framför allt gällde detta olika förslag kring mer eller mindre utvecklade erfarenheter av små och stora värmepumpar, solpaneler, torv och flis.

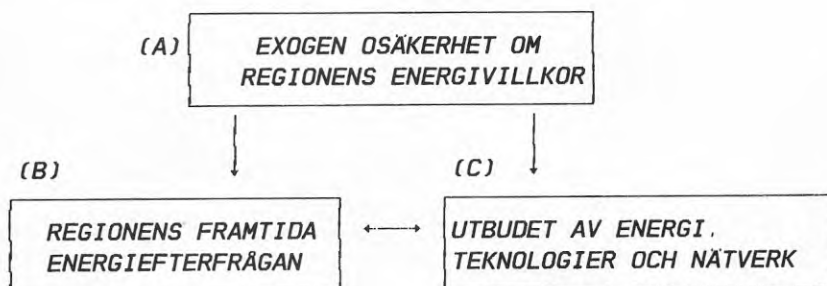
Frågan om regionplanering och framtida energisystem dominerades således två faktorer:

- Stora osäkerheter om den internationella, nationella och regionala utvecklingen samt en ostrukturerad syn på stockholmsregionens inomregionala utveckling,
- En stor mängd storskaliga och delvis oförenliga energiförsörjningsmöjligheter med starka intressegrupperingar och en lika stor mängd av småskaliga lösningar baserad på mer eller mindre känd teknik.

Med dessa förutsättningar grupperades REGI:s grundsyn kring tre sammanlänkade frågekomplex eller problem som något förenklat kan sammanfattas med följande schema, där

- (A) är exogen osäkerhet om regionens energivillkor,
- (B) regionens framtida energiefterfrågan och
- (C) utbudet av energi i form av priser, nationella villkor, föreslagna och möjliga stor- och småskaliga teknologier och nödvändiga nätverk

FIGUR 3. GRUPPERING AV REGI:S SYSTEMSAMBAND



Denna bild innebär en mycket stark förenkling av den initierade och senare genomförda analysen. Inom vart och ett av dessa områden utvecklades och tillämpades en eller flera kvantitativa prognos- och planeringsmodeller, vars resultat länkades samman för att skapa en helhetsbild.

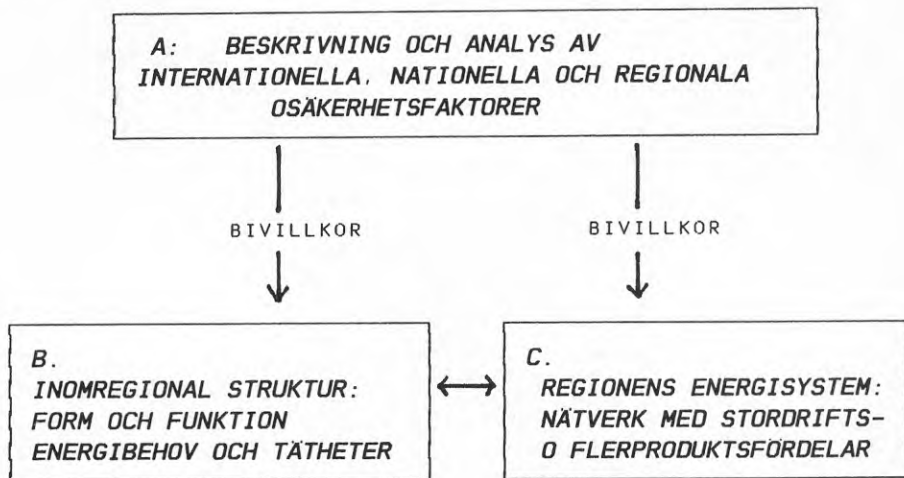
Ansatsen baserades primärt på en syn där inte bara den internationella utan också den nationella och regionala utveckling utanför regionen väsentligen betraktas som oberoende av stockholmsregionen. Däremot blev det avgörande att utveckla och tillämpa systemanalys för att tillförsäkra förenliga framtidsbilder mellan stockholmsregionen och dess omvärld. Det gällde inte bara i frågan om befolkningens, byggnadsbeståndets och sysselsättningens utveckling utan också stockholmsområdets roll i den framtida kraftbalansen för Sverige och beroendet av importerade energiprodukter.

Med detta perspektiv gällde det således att i det första momentet (A) på olika sätt söka ringa in stockholmsområdets framtida utveckling i ett antal realistiska framtids-scenarier och primärt se dessa som bivillkor för regionens utveckling. Dessa scenarier koncentrerades således kring sådana faktorer som kunde verka som styrande bivillkor för:

- B. Regionens inomregionala utveckling på lång sikt, dess form och funktion, energibehov och energitätheter.
- C. Regionens energiförsörjning som ett system med såväl stordrifts- som flerproduktsfördelar.

Med samma principiella skiss som ovan kan man sammanfatta våra samband på följande sätt:

FIGUR 4. REGI:S ÖVERSIKTLIGA SYSTEMSAMBAND



Med denna sammanfattning av huvudsambanden skall vi i följande avsnitt kort redogöra för bivillkoren och därefter sammanfatta principerna för analyserna av (B) inomregional struktur och energianvändning och (C) regionens energiförsörjning som ett system med stordrifts- och flerproduktfördelar.

BIVILLKOREN

För länken mellan A och B initierades och användes i första hand system för interregionala prognoser av befolkning, samsättning och inkomster. Länken mellan A och C utvärderades primärt med ett antal översiktliga studier av framtida energipriser, nationella energibalanser och industrins kraftberoende.

De studier, modellansatser och tillämpningar som initierades i moment (A) kom senare att omfatta:

- En översikt av ca femton internationella energianalyser med syfte att ringa in de framtida världsmarknadsvillkoren för svensk energiförsörjning (bil 4).
- Långsiktiga befolkningsscenarier för stockholmsregionen baserade på en vidare utveckling av IIASA:s sk HSS-modell - Human Settlement Systems - (bil 3).

- Speciella tillämpningar av Konsekvensutredningens jämviktsmodell för hela den svenska ekonomin och energisystemet - MSG (bil 6 och 11).
- En interregional input-output modell - MORSE (bil 6).
 - En regionalt specificerad linjärprogrammeringsmodell med årgångssamband för analys av industrins struktur- omvandling och framtida el- och oljeanvändning - PROM - (bil 5).
 - Därtill genomfördes också en speciell studie av nationell kraftpolitik efter 1990 (bil 5 och 9).

**A. SCENARIER ÖVER OMGIVANDE OSÄKERHETER
BASERADE PÅ:
HSS, MSG, MORSE, PROM**

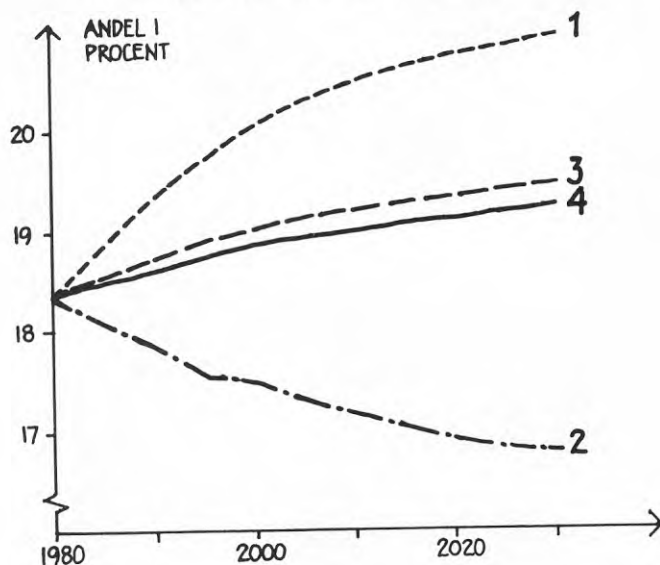
Befolkning
Sysselsättn
Inkomster
Investeringar

Energipriser
Nationella
energibalanser
och kraft-
politik

Eftersom stora delar av detta arbete dokumenterats i särskilda arbetsrapporter skall vi här bara ge en mycket översiktliga sammanfattning av en del huvudresultat.

De interregionala befolkningsprognoserna, som byggde på en simultan framskrivning av befolkningen i 24 regioner baserad på åldersspecifika och riktade flyttningssannolikheter mellan samtliga regioner, koncentrerades kring fyra scenarier. I följande bild sammanfattas scenarierna i form av nationella befolkningsandelar.

FIGUR 5. REGI:S BEFOLKNINGSSCENARIER. STOCKHOLMSREGIONENS ANDEL AV SVERIGES BEFOLKNING.



Scenario 1, som baserades på 1960-talets utpräglade flyttningsmönster med omfördelning från landets norra delar till de södra och storstadsregionerna, pekar på en långsiktigt stabil befolkningsandel kring 21 procent. Utgick man å andra sidan från det tidiga 70-talets mönster som präglades av motriktade storstadsflöden, stabiliseras regionens befolkningsandel kring 17 procent - scenario 2. På lång sikt är skillnaden således bara 4 procentenheter. Med dessa två förlopp som extremer anpassades därefter två framtidsbilder med mindre utpräglade flyttningsmönster. De följande analyserna baserades på scenario 4 som huvudalternativ och 1 som övre gräns. Det skall också betonas att dessa scenarier innefattade en detaljerad indelning av befolkningen i åldersklasser som en avgörande faktor för utvecklingen av antalet hushåll och därmed också antalet lägenheter.

Med befolkningen som ingångsvärden tillsammans med förutsättningar om världshandelns tillväxt, energiprisernas utveckling, nationell kapitalbildning och krav på bytesbalansens återställande skapades därefter fyra scenarier med en interregional input-output-modell - MORSE. Efter sina egenskaper gavs scenarierna beteckningarna: (i) krisekonomi, (ii) ekonomi i obalans, (iii) ekonomi i balans samt (iv) tillväxtekonomi. I följande tabell sammanfattas de viktigaste egenskaperna för stockholmsregionen av dessa framtidsbilder.

TABELL 2. REGI:S INTERREGIONALA SCENARIER.

Långsiktiga förlopp för Stockholmsregionen. Proc/år

	Kris	Obalans	Balans	Tillväxt
Privat konsumtion	-0.9	-0.2	+0.2	+0.9
Bruttoinvesteringar	+0.5	+1.2	+1.2	+ 2.2
Total energianvändn	-0.8	+0.2	+0.1	+ 1.5
Elanvändning	-0.4	+0.6	+0.5	+ 1.2

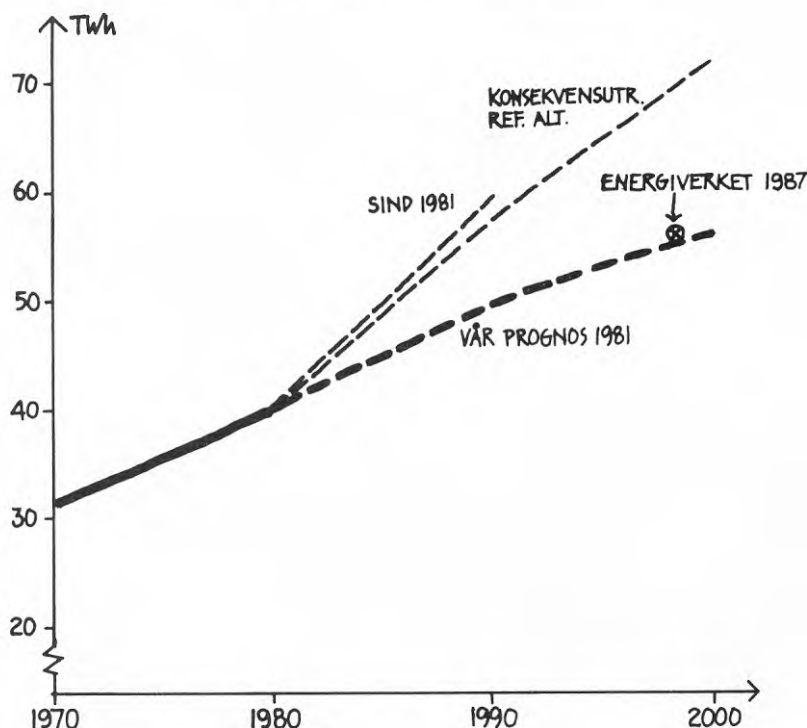
De följande utvärderingarna av regionens utveckling grundades primärt på Balans- och Tillväxtscenarierna.

Parallellt med dessa analyser initierades ett antal studier av den framtida kraftmarknaden och speciellt industrins elanvändning. Syftet med dessa var helt enkelt att söka precisera regionens framtida utrymme och roll på kraftmarknaden. I slutet av 1970-talet stod stockholmsregionen för mellan 12 och 14 procent av den nationella elefterfrågan.

Vilka långsiktiga förändringar uppåt eller nedåt var rimliga och vilka konsekvenser var förenade med dessa bivillkor. Dessa analyser byggdes primärt upp som s k gapkalkyler för att precisera marknadsvillkoren. Beroende på att industrin i slutet av 1970-talet präglades av mycket stora omställningsproblem speciellt inom de starkt energiberoende basnäringarna genomfördes ett omfattande arbete för att med sk årgångsanalys, där man skiljer på ny- och föråldrad teknik, prognosera industrins energianvändning fram till i första hand sekelskiftet.

I följande diagram redovisas vår slutliga prognos för industrins elanvändning 1981. REGI:s bedömningar visade på att industrins elanvändning skulle uppgå till 50 TWh 1990 och 56 TWh vid sekelskiftet. Detta var värden som då låg betydligt under de mer officiella bedömningarna från Konsekvensutredning och Industriverket. Som illustration har diagrammet också kompletterats med Energiverkets nu senast tillgängliga bedömning 1987.

FIGUR 6. **INDUSTRINS ELANVÄNDNING.**
Långsiktiga bedömningar 1981.



Den huvudsakliga anledningen till att vår bedömning av industrins elanvändning kom att ligga på en betydligt lägre nivå var insikten att den direkt nedläggningshotade industrin i slutet av 1970-talet, stod för nära 20 procent av hela industrins energianvändning. Stora delar av denna industri avvecklades också under de kommande åren. Med denna bedömning upprättades därefter ett antal grova gapkalkyler för kraftmarknaden. En av dessa som senare kom att spela en central roll illustreras i tabell 3.

Av dessa kalkyler stod det klart att det på kort sikt och fram till mitten av 1990-talet inte fanns några restriktioner för stockholmsregionens krafttillförsel. Det gällde snarare att så snabbt och effektivt som möjligt utnyttja de gynnsamma marknadsvillkoren för ökad elanvändning. I ett längre perspektiv var det däremot nödvändigt att se stockholmsregionens roll på kraftmarknaden som ett allvarligt bivillkor. Vi skall återkomma till detta senare på ett mer ingående sätt.

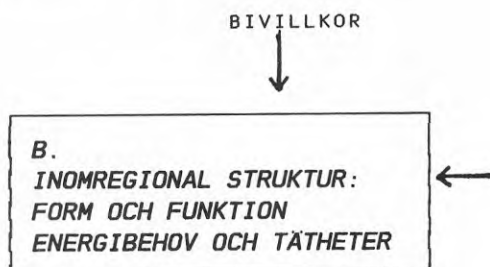
TABELL 3. GAPKALKYL FÖR KRAFTMARKNADEN 1981

	1980	1990	2000
Given och beslutad elproduktionskapacitet	94 TWh	133 TWh	108 TWh
"AVGÄR"			
Distributionsförluster	-8	-11	-9
Industrins elanvändn	-40	-50	-56
Spontan tillväxt i övrigsektorn	-46	-59	-70
Överskott/Underskott	0	+13	-27

Med denna översikt har vi redogjort för systemutveckling, tillämpning och en del betydelsefulla resultat som kom att ses som ramar för stockholmsregionens långsiktiga utveckling: både för framtida efterfrågan och utbud av energi. Det är viktigt att betona ramarnas långsiktighet och att de i flera fall var vida. Som tidigare understrukits berodde detta till stor del på de osäkerhetsfaktorer som då präglade storstadsmiljöns och energisystemens framtid. Trots sin vidd kom våra ramar att utmärkas av svagt uppåtriktade förlopp. Bivillkoren innebar tillväxt av stockholmsregionen med ett ökat bostadsbyggande och ett relativt snabbt växande bestånd av byggnadskapital för nya och förnyade arbetsplatser. Bivillkoren för regionens energiförsörjning präglades av svaga restriktioner på kort sikt och en mycket stor mängd tekniska systemlösningar på lång sikt.

INOMREGIONAL STRUKTUR

Den följande fasen koncentrerades kring regionens framtida inomregionala struktur (B).



Med bivillkoren som ingångsvärden analyserades olika inomregionala strukturer av arbetsplatser, bostäder och energianvändning. Först utvärderades regionens samlade framtida bostadsbestånd, dess uppvärmningsbehov och sparpotentialernas kostnadsberoende. Det nya med dessa kalkyler bestod i att prognoserna av bostadsbeståndet gjordes "årgångsberoende". Framskrivningarna baserades således på särskilt skattade överlevnadsfunktioner - dödsrisker - för det befintliga beståndet.

Det finns ytterligare ett avgörande skäl att särskilja nya och befintliga bostäder i långsiktiga energisystemanalyser. I det befintliga beståndet är stora delar av uppvärmningssystemen "sunk cost". Systemen är därför mer svårföränderliga än i nya bostäder. Detta blir speciellt betydelsefullt beroende på bostadsbeståndets särpräglade överlevnadsfunktion, med mycket höga överlevnadssannolikheter upp till en ålder av 80 till 90 år. I ett senare avsnitt skall vi återkomma till detta. Framtidsstudierna av det samlade bostadsbeståndets utveckling koncentrerades kring kombinationer som karaktäriserades med:

- Hög och låg moderniseringstakt
- Stora och små sparpotentialer

Efter dessa översiktliga studier utvärderades regionens framtida bebyggelsemönster. Framtidsperspektiven fokuserades kring mönster som mer eller mindre starkt orienterades utefter skalorna:

- Centralt \longleftrightarrow perifert;
- Tätt \longleftrightarrow glest;

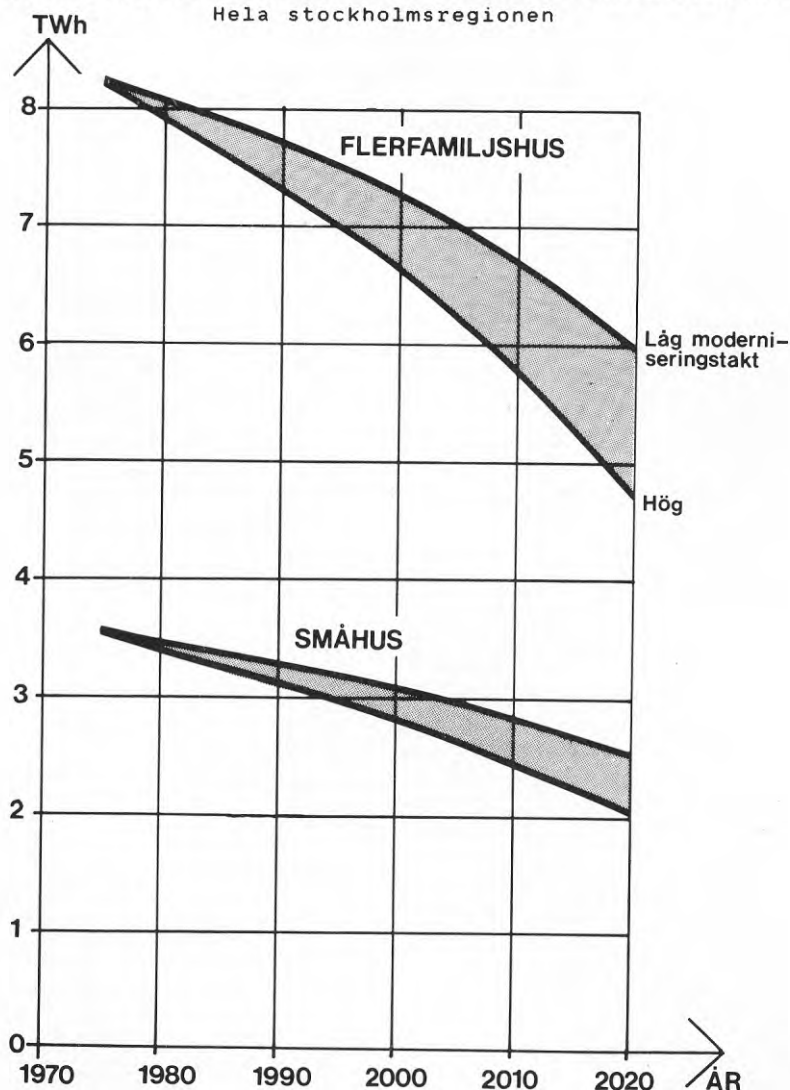
Dessa studier genomfördes med två alternativa angreppssätt: En speciellt utvecklad modell för beräkning av framtida och markanvändningsalternativ (BOLOK) och mer konventionell teknik för översiktlig regionplanering baserad på speciella sektorstudier, planstudier och skissning. Men innan dessa studier var möjliga att genomföra krävdes ett omfattande arbete för att bygga upp och vidareutveckla regionplaneringens data om regionens struktur på en detaljerad områdesnivå. I samarbete med STOSEB gjordes stora insatser för att bygga upp en databas över regionens uppvärmningsystem och energiförbrukning, lokal och lägenhetsytor, hushåll och verksamheter fördelade på över hundra geografiska områden.

Så till några av de viktigaste resultaten i denna fas. Som ovan skall vi först diskutera den samlade utvecklingen i regionen och därefter den geografiska strukturen av energitätheter mm.

Som betonats är bostadsbeståndets ålderssammansättning en betydelsefull faktor för det framtida uppvärmningsbehovets utveckling. Är den förväntade tidpunkten för förnyelse av stora delar av beståndet näraliggande, kan stora besparings-effekter och byten av uppvärmningssystem snabbt realiserars. Vid en hög moderniseringstakt avtar uppvärmningsbehovet snabbare än vid en låg. Utgick man från 1975-års ålderssammansättning av bostadsbebyggelsen i regionen och applicerade olika överlevnadssannolikheter erhöles betydande skillnader. I 1975-års bestånd skattades det genomsnittliga uppvärmningsbehovet för en flerfamiljsslägenhet i regionen till 15 MWh per år och för en småhuslägenhet till 22 MWh. Med dessa värden var det totala uppvärmningsbehovet i regionen 8 resp 3.5 TWh per år.

Vid en låg moderniseringstakt som bl a innebar att 90 procent av bostadsbebyggelsen kvarstår i oförändrat skick i 60 år minskade uppvärmningsbehovet i det befintliga beståndet med knappt 1 procent per år. Räknade man istället med en hög moderniseringstakt som bl a innebar att enbart 70 procent av bebyggelsen kvarstår i oförändrat skick i 60 år avtog uppvärmningsbehovet med nära 1,5 procent per år. Med de långsiktiga perspektiv som är nödvändiga för regionplanering och utveckling av nya energisystem kan dessa skillnader medföra kraftigt olika förutsättningar. I följande figur illustreras dessa två förlopp.

FIGUR 7. UPPVÄRMNINGSBEHOV I 1975-ÅRS BOSTADSBEBYGGELSE.
Hela stockholmsregionen



Till dessa förlopp kommer behovet av ny bebyggelse, som dels beror på moderniseringstakten av den befintlig dels regionens framtida befolkning och hushållsstruktur. Förskjutningar i befolkningens ålderssammansättning, ökad utbildning och inkomster har i ett långsiktigt perspektiv tämligen entydigt visat på en gradvis minskad hushållstorlek i regionen. Med dessa analyser erhöles tillsammans med de tidigare fastlagda huvudscenarierna för regionens befolkningsutveckling följande långsiktiga hushållsprognoser.

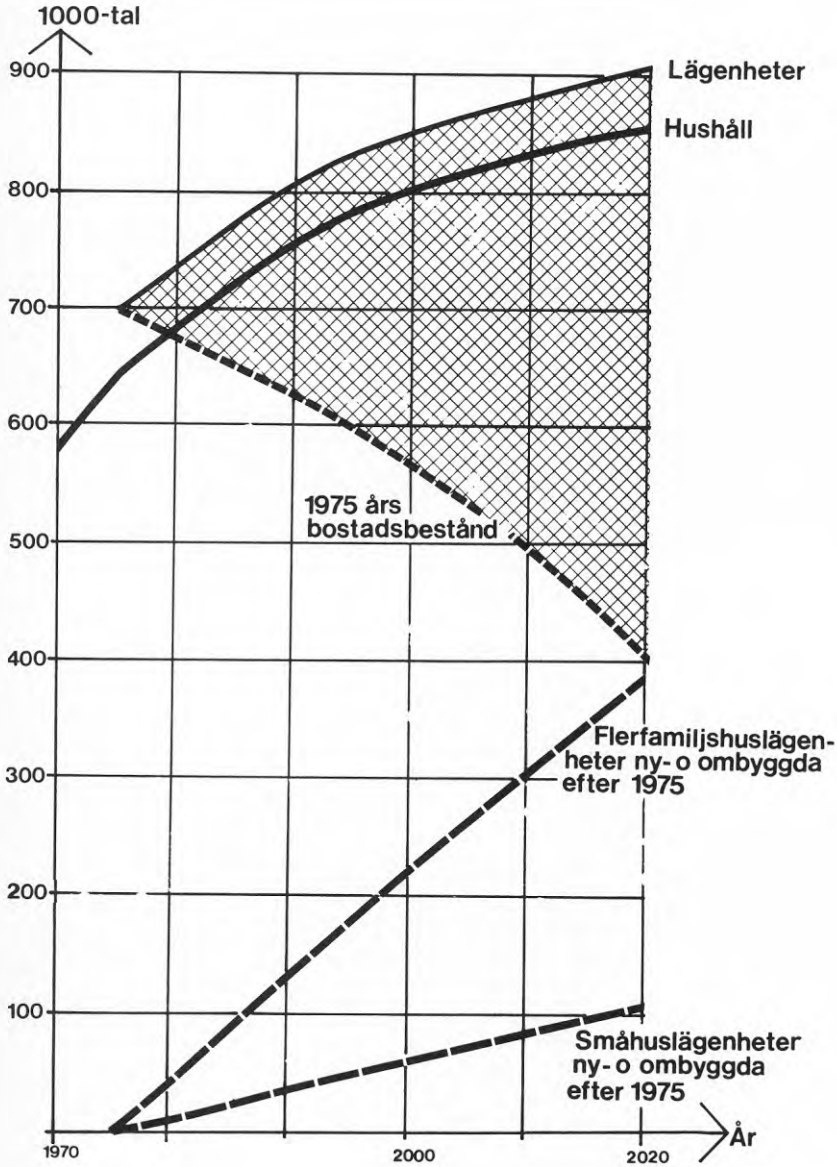
TABELL 4. ÄRLIG ÖKNING AV ANTALET HUSHÅLL I REGIONEN

Scenario	Period	
	1980 - 2000	2000 - 2020
Scenario 1	5800 hushåll	2700
Scenario 2	2600	500

Med dessa två scenarier erhöles således ett högt och ett lågt behov av nettotillskott till regionens bostadsbestånd. I följande figur har det höga alternativet kombinerats med en hög moderniseringstakt. Den streckade ytan visar antalet nya och helt förnyade lägenheter efter 1975 dvs skillnaden mellan det kvarstående beståndet och behovet av nettotillskott. De två undre kurvorna visar beståndet av nya- och helt ombyggda lägheter efter 1975. Dessa två kurvor visar samtidigt den del av bebyggelsen där man direkt i samband med nyproduktion kan anpassa uppvärmningssystemen till nya villkor. År 2020 är det nya beståndet lika stort som det gamla från 1975. Detta kom senare i samband med utvärderingen av regionens energisystem att visa sig betydelsefullt, inte bara på så sätt att nya bostäder enligt normerna krävde lägre energiförbrukning utan framför allt beroende på att stora delar av förändringsmöjligheterna just visade sig ha ett starkt samband med blandningen av äldre och nya bostäder.

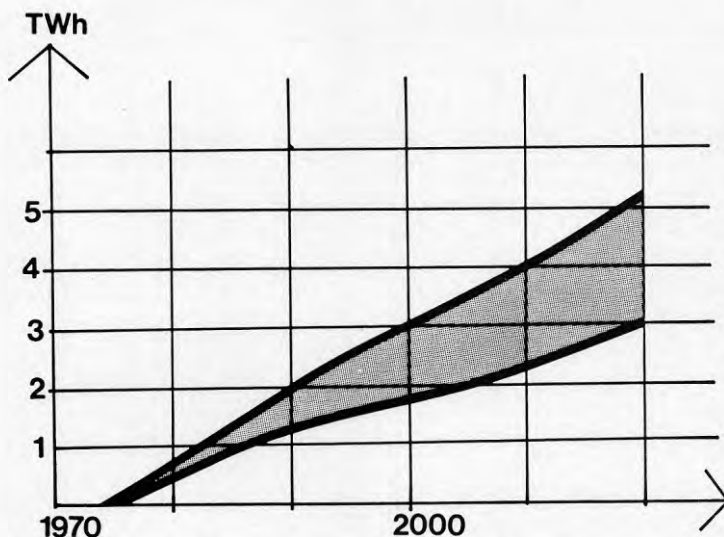
FIGUR 8. HUSHÅLLS- OCH BEFOLKNINGSUTVECKLING.

Scenario 1 och en hög moderniseringstakt



Liknande förlopp analyserades också med andra kombinationer av regionens befolknings- och hushållsbildningsmönster. Med dessa alternativ beräknades därefter behovet av uppvärmningsenergi för nya och helt förnyade delar av bostadsbeståndet. Huvudalternativen kan sammanfattas med följande figur.

FIGUR 9. UPPVÄRMNING FÖR NYTILLKOMNA BOSTÄDER EFTER 1975
Hela stockholmsregionen.



Adderades detta behov till det för den befintliga bebyggelsen erhöles ett totalt uppvärmningsbehov som beroende på alternativ beskrev en tämligen smal strut. Vid mitten av 1990-talet bedömdes det totala uppvärmningsbehovet ligga mellan 12 och 12.5 TWh och kring 2020 mellan 11 och 12 TWh.

Efter studierna av bebyggelsens samlade utveckling och energibehov utvärderas dess lokaliseringmönster och den geografiska fördelningen av framtida energitätheter. I alla typer av fysiska nätverk faller som regel produktionens enhetskostnader med växande täthet i efterfrågan. Styrkan i dessa samband varierar emellertid beroende på systemens kapitalintensitet och distributionskostnaderna. När det gäller de vanliga ledningsbundna energisystemen är fjärrvärme starkast beroende av höga energitätheter, i andra hand kommer system för gasdistribution och slutligen elnät.

I alla stadsregioner finns det starka samband mellan lokaliseringsmönstret och infrastrukturen. Tätheten av arbetsplatser och bostäder är kraftigt snedfördelad och faller regelmässigt när man rör sig från centrum mot periferin. Transport- och kommunikationssystemen tillsammans med lokaliseringsmönstret ger upphov till stora skillnader i tillgänglighet. Något förenklat kan man säga att bebyggelsetätheten faller med tillgängligheten. Detta kan illustreras med följande tabell som bygger på en statistisk analys av bostads- och arbetsplatsernas täthet i stockholmsregionen i slutet av 1970-talet. För enkelhets skull har lokaliseringen av arbetsplatser och bostäder i detta fall mätts med restidsavståndet från regionens kärna.

TABELL 3. STOCKHOLMSREGIONENS ARBETSPLATSTÄTHET.

Medelantalet arbetsplatser per hektar fastighetsmark

Restidsavstånd från City	RESTID MED	
	Bil	Kollektivtrafik
5 minuter	380	310
10	80	77
15	32	34
20	17	19
30	7	8
40	4	5

Tabellen antyder att arbetsplatstätheten beskriver ett något "flackare" samband med restiderna i kollektivtrafiknätet än med bilrestiderna. Detta förklaras delvis av att arbetsplatserna är starkare koncentrerade kring kollektivtrafikens utbyggnad än vägnätets. I följande tabell illustreras motsvarande mönster för boendetätheten.

TABELL 3. STOCKHOLMSREGIONENS BOENDETÄTHET.

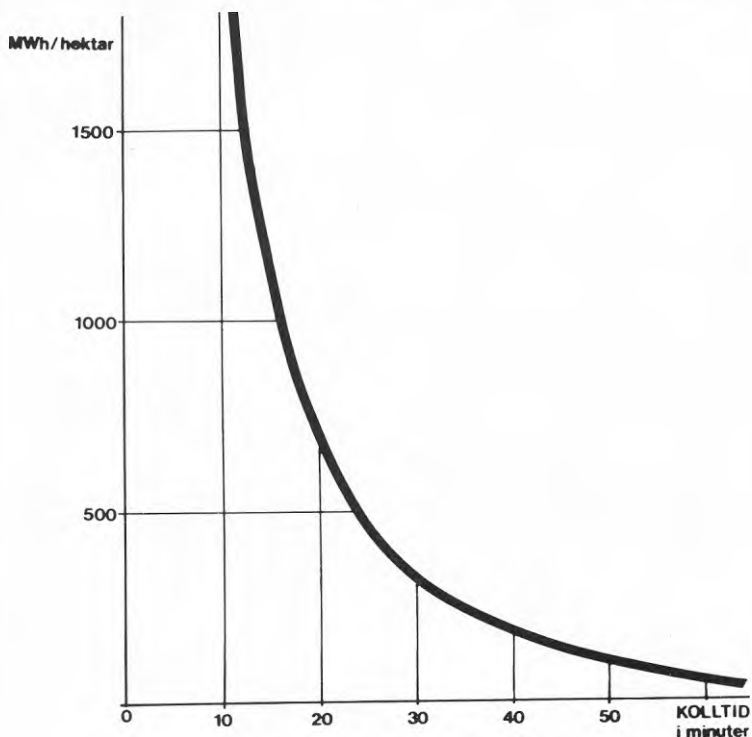
Medelantalet boende per hektar fastighetsmark

Restidsavstånd från City	RESTID MED	
	Bil	Kollektivtrafik
10	28	35
15	15	20
20	10	14
30	6	8
40	4	6
50	3	4

Jämförs boendetätheten med arbetsplatstätheten, framgår det att den senare är flerfaldt större innanför en ring som begränsas av ca 15 minuters restid från city. I regionens mest centrala delar är således arbetsplatstätheten avgörande för energitätheten.

Adderar man arbetsplats- och boendetätheten kan man på ett mer systematiskt sätt beskriva regionens energitäthet med de förbrukningsmönster som gällde under senare delen av 1970-talet. Detta illustreras i följande figur, som visar att tätheten faller från 1500 MWh/hektar tätortsmark i regionens mest centrala delar till mellan 200 och 400 MWh/hektar i regionens stora bostadsområden. Härav kan man naturligtvis inte dra slutsatsen att huvuddelen av regionens uppvärmning är koncentrerad till regionens centrum. Man måste beakta markanvändningens fördelning. I verkligheten finns bara 5 procent av regionens markanvändning innanför en "ring" som begränsas av 20 minuters restid med kollektivtrafik. Mellan 20 och 30 minutersrestid finns ytterligare knappt 15 procent. Drygt 80 procent av markanvändningen finns således utanför 30 minutersgränsen.

FIGUR 10. ENERGITÄTHETEN PER HEKTAR TÄTORTSMARK FÖR ARBETSPLATSER OCH BOSTÄDER I STOCKHOLMSREGIONEN



Med kunskaper om ovanstående samband på en detaljerad geografisk nivå och data över markanvändning, bostäder, arbetsplatser, energianvändning och resmönster i över hundra områden studerades ett flertal inomregionala lokaliseringsmönster. De huvudsakliga alternativen sammanfattades under rubrikerna: (i) centralt och tätt, (ii) perifert och tätt samt (iii) perifert och glest. I följande tabell redovisas några av de viktigaste egenskaperna för vart och ett av dessa alternativ enligt genomförda tillämpningar med det tidigare omnämnda BLOK-systemet. Som framgår är skillnaden mellan de olika alternativen relativt små. Detta sammanhänger naturligtvis med att samtliga alternativ framför allt präglas av den redan befintliga strukturen och att stora delar av de årliga nybyggandet är reinvesteringar i givna mönster.

TABELL 4. FRAMTIDA REGIONSTRUKTURER

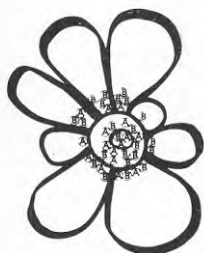
Resultat av modellanalyser med BOLOK-systemet

EGENSKAPER	SCENARIO		
	Centralt och tätt	Perifert och tätt	Perifert och glest
Medelrestid till arbete	35 min	36	37
Boendetäthet pers/ha	40	40	43
Bostadsbygg/år lgh	6000 lgh	8000	11000
Bostadsuppvärmning	10 TWh	11	13
Uppvärmning av arbetspl	6	6	6
Genomsnittlig energitäth	24 kWh/m ²	26	28
Energiåtgång för arbets- resor	1	3	3

Det krävs således mycket långsiktiga perspektiv, en hög moderniserings- och investeringsaktivitet, särpräglade och uthålliga utbyggnadsstrategier om man på ett avgörande sätt skall förändra regionens struktur. De mest markerade skillnaderna gäller energiåtgången för bostadsuppvärmning och pendlingsarbete som tenderar öka vid en övergång till ett perifert och glest utbyggnadsmönster. Liknande erfarenheter har också rapporterats från andra forskningsprojekt som på ett systematiskt sätt utvärderat sambanden mellan stads- eller regionstrukturer och bebyggelsens och transportsystemens energiförbrukning. Låg energiförbrukning talar för kompakta stads- och regionstrukturer.

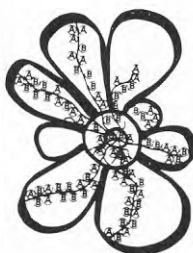
I följande figurer sammanfattas de aktuella alternativen i de utvärderingar som genomförts med mer konventionell planmetodik. Skisserna markerar principerna för lokaliseringen av nya och förnyade bostäder och arbetsplatser i de olika fallen. I de därpå följande planstudierna redovisas på ett mer detaljerat sätt de två alternativ som senare utvaldes för fördjupade studier tillsammans med regionens energiomvandlingssystem.

FIGUR 11. UTBYGGNADSPRINCIPER FÖR FYRA REGIONSTRUKTURER



bostäder
och
arbetsplatser
CENTRALT o TATT

- mycket flerbostadshus
- mycket kontor
- mycket kollektivtrafikresande
- lite tvärresor
- stort innerstadsberoende
- stora fjärrvärmesystem
- balans bostäder arbetsplatser mellan norr och söder
- befintlig infrastruktur utnyttjas



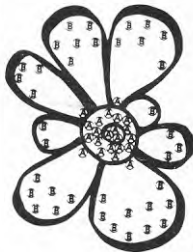
bostäder
och
arbetsplatser
PERIFERT o TATT

- mycket flerbostadshus
- mycket kontor
- mycket kollektivtrafikresande
- mer tvärresor
- innerstadsberoende och inomsektoriell pendling
- mindre fjärrvärmesystem
- balans bostäder arbetsplatser sektorsvis
- kräver investering i infrastruktur



bostäder
och
arbetsplatser
PERIFERT o GLEST

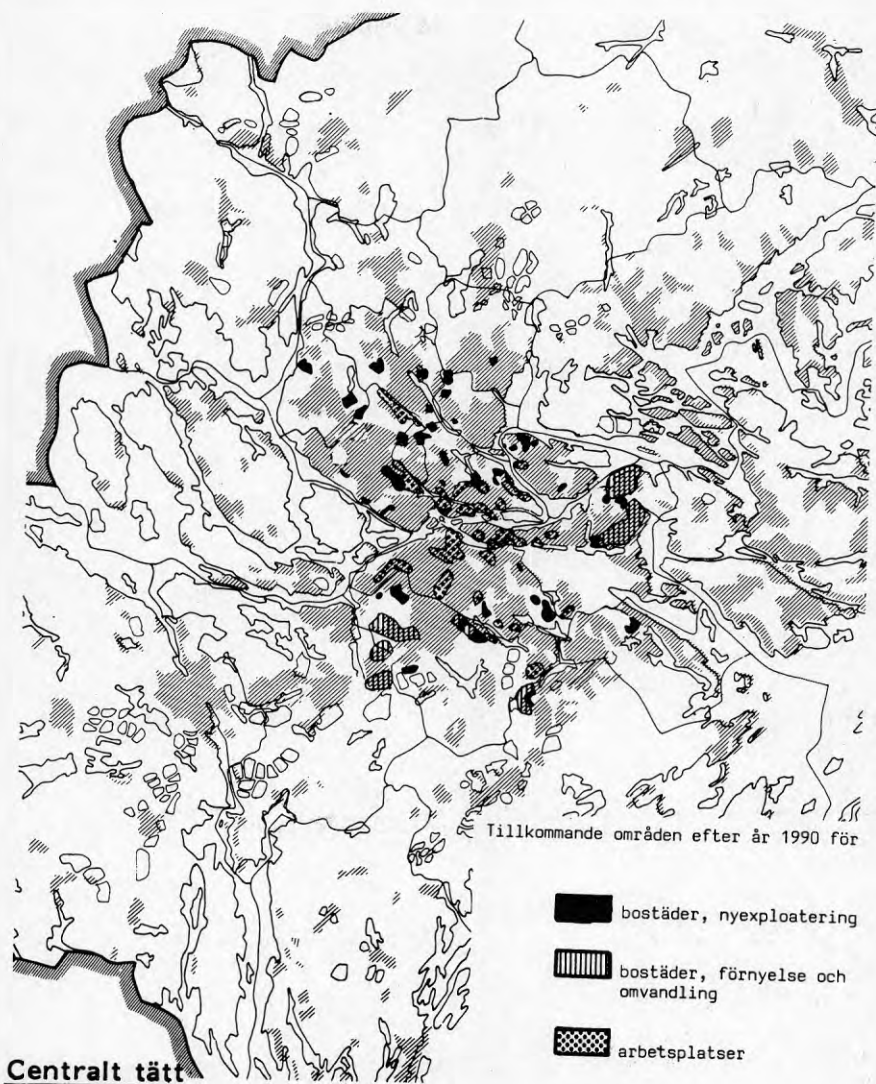
- lite flerbostadshus
- mer industri
- stort bilberoende
- inomsektoriell och inomkommunal pendling
- mest handlingsfrihet för alternativa energitekniker
- balans bostäder arbetsplatser sektorsvis
- kräver investeringar i infrasystemet



bostäder
PERIFERT o GLEST
arbetsplatser
CENTRALT o TATT

- lite flerbostadshus
- mycket kontor
- stort bilberoende
- stort innerstadsberoende
- fjärrvärmesystem centralt och nya energitekniker perifert
- balans bostäder arbetsplatser eftersträvas ej
- kräver investeringar i infrastruktur

FIGUR 12. UTBYGGNADSSTRATEGI: CENTRALT OCH TÄTT

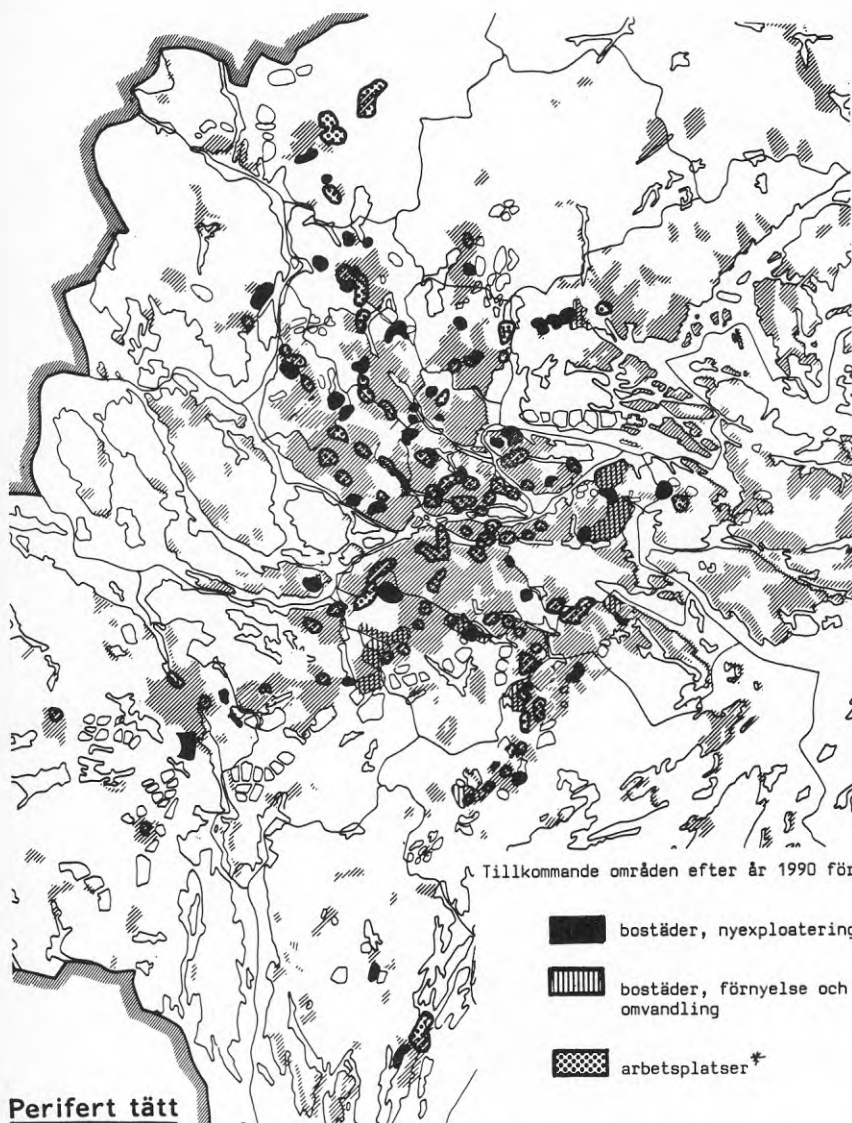


Arbetsplatserna förläggs huvudsakligen inom Stockholm och i dag utnyttjade områden förtätas kraftigt.

Bostadsområdena koncentreras till Stockholm och "innerkommunerna". Fler-talet förtättningsmöjligheter utnyttjas.

Tunnelbanan till Hjulsta förlängs till Barkarby. Avgreningar från Alvik till Bromma flygplats och från Högdalen till Balingsta.

FIGUR 13. UTBYGGNADSSRATEGI: PERIFERT OCH TÄTT



Perifert tätt

Arbetsplatser och bostadsområden är koncentrerade utefter tunnelbanor och pendeltåg. Förnyelseområden för bostäder är i stort de samma som i centralt och tätt.

Tunnelbanan förlängs från Hjulsta till Barkarby. Roslagsbanan upprustas.

Av dessa översiktskartor framgår det klart att båda strategierna, trots sin olika karaktär, innebär en utbyggnad i nära anslutning till den befintliga strukturen. Därför blir heller inte skillnaderna i bebyggelsetätheter, restidsavstånd, energianvändningens rumsliga fördelning speciellt stor.

Med kunskaper och data från de inomregionala analyserna grupperades därefter energianvändningen i tre täthetsklasser för systematisk utvärdering av regionens framtida energiomvandling. Behovet av uppvärmningsenergi specificerades således med avseende på : täthet, förbrukningskategorier, befintlig, samt nya och förnyad (förtätad) bebyggelse. Därtill specificerades naturligtvis också tidsförloppen. Resultaten sammanfattades således i matriser av följande slag:

BEHOVET AV ENERGI: REGIONSTRUKTUR X ÅR T

FÖRBRUKNINGS ÄNDAMÅL: Bebyggelse	ENERGITÄTHET		
	Hög	LÅG	MEDEL
Nya och förnyade småhus			
Befintliga			
Nya och förnyade flerfam			
Befintliga			
Nya arbetsplatser			
Befintliga			
Hushållens spec elanv			
Arbetsplatsernas spec elanv			

Härmed var i stort sett förutsättningarna för systemanalysens tredje moment fixerade.

FRAMTIDA ENERGIOMVANDLING

I den tidigare genomgången har tre villkor och förutsättningar för REGI:s utvärdering av regionens energiomvandling redovisats:

- Exogena osäkerhetsfaktorer på internationell och nationell nivå: Internationella energipriser, den långsiktiga energipolitiken, utbud och efterfrågan på kraft. Möjligen kan det förfalla något märkligt att hänföra den nationella energipolitiken till samma grupp av exogena faktorer som den internationella oljeprisbildning. Det skall då betonas att REGI:s allmänna uppbyggnad fokuserades kring ett mycket långsiktigt perspektiv och att t ex tillförsel av naturgas då framstod som ett mycket osäkert alternativ beroende på nationell politik.
- Den regionala utvecklingen av befolkning, arbetsplatser, och inkomster.
- Den inomregionala markanvändningen och infrastrukturen samt framtida energitätheter och energianvändning.

Efter ingående studier, analyser och scenarier över dessa faktorer fanns det en grund för att på ett genomtänkt sätt behandla regionens framtida energiomvandling som ett system med stordrifts- och flerproduktsfördelar.

**INTERNATIONELLA ENERGIPRISER
NATIONELL ENERGIPOLITIK
NATIONELLA KRAFTBALANSER**



**ENERGIBEHOV
OCH TÄTHETER
I STOCKHOLMS-
REGIONEN**



**C.
REGIONENS ENERGISYSTEM:
NÄTVERK MED STORDRIFTS-
O FLERPRODUKTSFÖRDELAR**

Det blev tidigt uppenbart att framtidsinriktade analyser av regionens energiomvandling krävde ett betydligt bredare och mera djupgående angreppssätt än vad som då var praxis i såväl kommunala som nationella sammanhang. Underlag för beslut om investeringar på energiområdet innefattar i allmänhet frågor om enstaka anläggningar eller mindre systemkomponenter. Som regel utgår man från att varje sådan enstaka anläggning eller komponent enkelt kan adderas till ett stort befintligt eller planerat energisystem, som inte förändras i sig. Man utgår således från ett synsätt där varje systemkomponent är marginell. För stockholmsregionen var ett sådant marginellt synsätt inte meningsfullt.

Långsiktiga beslut om stora nya nätverk och produktionsanläggningar kunde innebära en omdaning av hela regionens energisystem med stora konsekvenser för invånare, näringsliv och samhälle. Statsmakternas beslut om ett snabbt minskat oljeberoende medförde därtill krav på stora förändringar. I ett längre perspektiv måste vidare regionens energisystem anpassas till kärnkraftens avveckling. Villkoren präglades dessutom av stora tekniska och ekonomiska osäkerhetsmoment. Med dessa allmänna förutsättningar var det uppenbart att beslutsvillkoren och de tekniska och ekonomiska sambanden ställde krav på systemanalytisk metodik. Detta blev ett av REGI:s största delprojekt, och de viktigaste skälen för den stora satsning som gjordes för att utveckla och tillämpa en omfattande energisystemmodell kan sammanfattas i följande punkter:

- I början av 1980-talet fanns det varken i Sverige eller på andra håll i världen erfarenheter eller utvecklade system för nätverksanalyser av energisystem som omfattade hela storstadsregioner.
- Stockholmsregionen var och är en integrerad del av hela landets kraftberoende och internationella energitillförsel, vilket medför krav på speciella hänsyn.
- Antalet möjliga tekniska lösningar för stockholmsregionens energiförsörjning var och är stort både på kort och lång sikt, och som tidigare betonats präglades beslutssituationen i början av 1980-talet av en mycket stor mängd förslag och förstudier kring tidigare delvis okända omvandlingsteknologier.

- Energisystemens tekniska och ekonomiska livslängd är betydande och kan innebära svåra bindningar för utvecklingen av regionens ekonomi, miljö och bebyggelsemönster. Detta illustreras tydligt av vår tidigare historiska översikt som visat på nu nära sekellångtbundna mönster.
- Energiomvandling medför miljöstörningar som är speciellt svåra att hantera i en tätbefolkad region.
- Långsiktiga bindningar, stordriftsproblem och miljöpåverkan medför stora risker för svårartade intressekonflikter.

Det gällde således att söka överblicka hur landets största regionala system för energiomvandling kunde förändras och sättas samman med det nationella systemet och samtidigt ta hänsyn till systemets tekniska bindningar, stordriftsproblem, ny teknik, flerproduktsfördelar och miljöpåverkan.

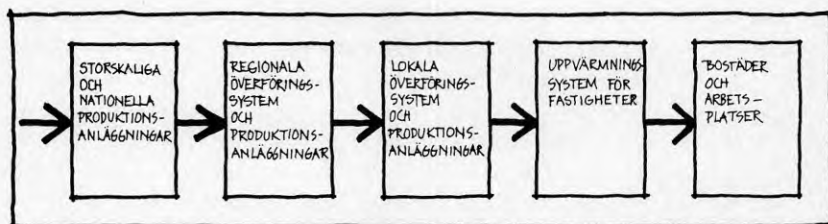
Med denna bakgrund skall vi kort sammanfatta hur systemanalysen av regionens energiomvandling byggdes upp.

Energisystemet är sammansatt av produktionsanläggningar, som förbinds med varandra och slutliga förbrukare genom olika stor- och småskaliga överförings- eller distributionsnät. En del av anläggningarna är uppbyggda i nationell skala. Exempel på detta är vattenkraftssystemet, ett antal stora oljekondensverk för drift under speciella efterfrågeförhållanden mfl. Detsamma gäller Forsmarks kärnkraftsblock som i slutet av 1970-talet och början av 1980-talet kom att ses som en möjlig produktionsanläggning för storskalig hetvattenförsörjning i regionen. De nationella anläggningarna är sammankopplade i nationella och interregionala nätverk såsom storkraftnät, stamledning för naturgas mm.

Inom regionen sker på liknande sätt energiomvandling i ett antal för regionen storskaliga enheter, som är sammanlänkade i fjärrvärmenät mm. På nästa nivå finns kommunala och lokala anläggningar och distributionsnät som slutligen är kopplade till enskilda fastigheter. Där återfinns uppvärmningssystemen i form av värmepannor, radiatorer, termostater och liknande i varje lokal eller lägenhet. I följande figur anges den principiella uppbyggnaden.

FIGUR 14

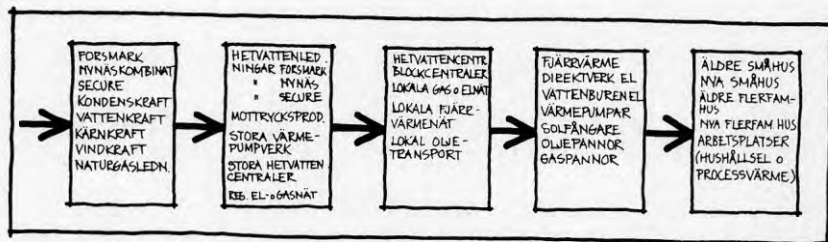
ENERGISYSTEMETS UPPBYGGNAD



Systemet kan också illustreras med gruppering av några av de system och möjligheter som fokuserades under de första åren av 1980-talet, varav huvuddelen alltjämt är lika aktuella. Till vänster i fig 15 finns storskaliga system som är beroende av primär energitillförsel och längst till höger de i föregående avsnitt preciserade förbrukningskategorierna i form av hushåll i befintliga och nya småhus- och flerfamiljshus, kontor- och andra arbetsplatser.

FIGUR 15

EXEMPEL PÅ DELSYSTEM FÖR STOCKHOLMSREGIONEN



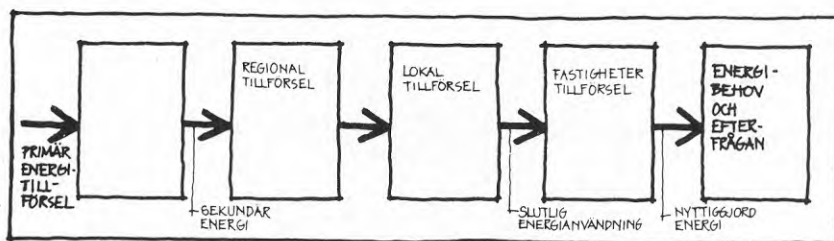
Systematisering av energiomvandlingen på detta sätt är inte bara avgörande för att skapa en översikt. Planeringsvillkoren och energimarknadens funktionsätt är intimt kopplade till hela denna systemarkitektur. Förändringar på en nivå medför stora eller små konsekvenser för alla. På den stor-skaliga nivån domineras besluten av energi- och kraftbolag som på ett eller annat sätt är beroende av värdsmarknaden. På kort sikt genom dess prisbildning och på längre sikt av den internationella tekniska utvecklingen. På den inom-regionala och lokala nivån kommer den kommunala planeringen in. Den avgör dessutom efterfrågans långsiktiga fördelning i form av bebyggelsens lokalisering och täthet och samordningen mellan olika ledningsbundna system.

På fastighetsnivån möts energiutbud och efterfrågan på ett slutligt sätt. Där avgör energislagets tillgänglighet och pris introduktionen och användningen av olika uppvärmnings-system på ett decentraliserat sätt. På denna nivå avvägs besluten om sparåtgärder, termostatreglering mm för att leda till sk nyttiggjord energi.

Av denna indelning följer också att systemets samlade effektivitet beror på teknik och verkningsgrader i långa samman-kopplade kedjor. I följande schema illustreras de viktigaste tillförselgreppen som användes i systemuppbyggnaden.

FIGUR 16

PRIMÄR OCH NYTTIGGJORD ENERGI



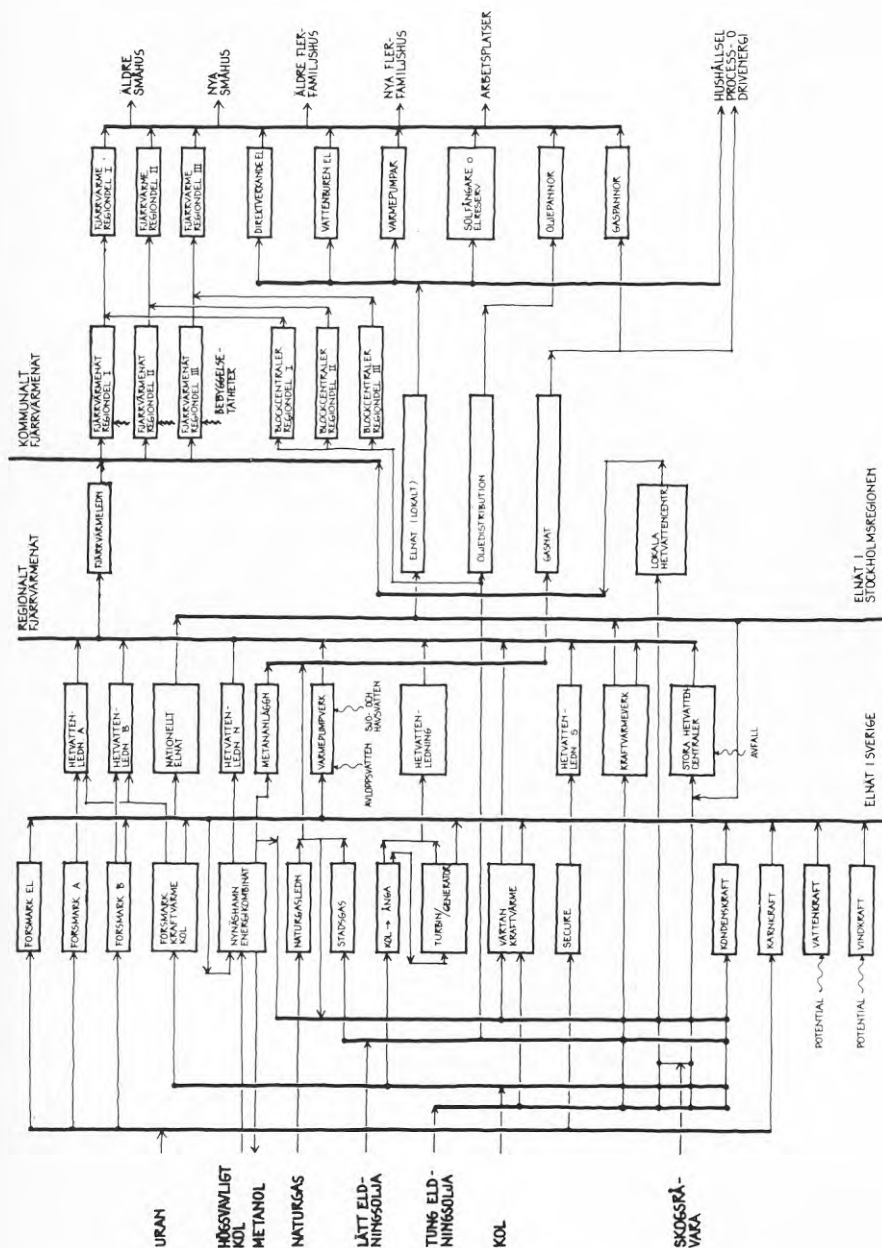
Tillförlitlig specifikation av befintlig och känd teknik för energiomvandling och distribution är naturligtvis lika avgörande för en systeminriktad utvärdering som i fallet med investeringsbedömningar av enskilda komponenter. Definierar man befintliga och möjliga tekniker som de som kan särskiljas för enskilda investeringsbeslut når man därtill vissa möjligheter att jämföra systemanalysens resultat med konventionella kalkyler.

Med dessa principer som vägledning initierades under våren 1981 ett omfattande arbete för att systematisera hela nätverket av befintliga och framtida relevanta omvandlingskomponenter i stockholmsregionens energisystem på en tillräckligt detaljerad nivå. Dels gällde det att fånga det befintliga systemet och dels gällde det att systematisera framtida nya möjligheter och teknik. I det senare fallet var vissa avgränsningar nödvändiga. Alternativen till ny teknik begränsades till de som var relativt välkända och som av olika parter fördes fram i seriösa förstudier. Idéer vars förverkligande bedömdes ligga långt in på 2000-talet, såsom t ex bränsleceller, vätgasteknologier, högttemperaturreaktorer, avancerade solteknologier mm inkluderas inte.

I första hand gällde det att ange och systematisera varje komponents roll i nätverket. En stor värmepump har t ex två inputs, en från elnätet och en från ett värmemedium, medan output är kopplat till ett fjärrvärmenät. Vid mottrycksproduktion kan det finnas en eller flera inputs, medan output är kopplade till el- och fjärrvärmenäten. Det sk Nynäskombinatet omfattade på ett mer komplicerat sätt tre outputs: bränslegas, hetvatten och metanol. Bränslegasen kunde i sin tur antingen metaniseras för att ingå i stadsgasnätet eller utnyttjas för uppvärmning eller turbindrift. På liknande sätt var det nödvändigt att se på Forsmarks tredje aggregat som med olika utförande aktualiserades för enbart värmeproduktion under en begränsad tid, en kombination av el och värme och enbart el.

I följande skiss sammanfattas de viktigaste komponenterna och nätverken som fogades samman till ett helt system.

FIGUR 17. REGI:S SPECIFIKATION AV STOCKHOLMSREGIONENS ENERGISYSTEM



De redovisade systemskissen är i vissa avseenden en för-
enkling av det system som slutligen kom att utvärderas.
Några av dess viktigaste komponenter kan behöva kommenteras:

- I figurens första kolumn anges först tillförseln av möjliga primära energiråvaror.
- I nästa kolumn följer de nationella och storskaliga anläggningarna, såsom Forsmark i olika alternativa utföranden, Nynäskombinatet, stamledning för naturgas, en storskalig kolbaserad anläggning utformad för att under en första tioårsperiod enbart producera hetvatten och därefter kompletteras med mottryck för elproduktion. Därefter följer hela anläggningen i Värtan med sina hetvattenpannor och mottrycksmöjligheter. Vidare ingick Secure som ett alternativ. Slutligen illustreras befintliga och nationella anläggningar för kraftproduktion. Till dessa hör kärnkraftverken, framtida ersättningsalternativ och vattenkraften, som alla tillsammans avgör stockholmsregionens krafttillgång och villkoren för kraftproduktion inom regionen.
- I den tredje kolumnen visas ett antal regionala hetvattenledningar. Här finns också tre grupper av produktionsanläggningar i regionen: stora värmepumpverk, hetvattencentraler (Akalla, Fittja, Igelsta) och kraftvärmeverk. Samtliga var specificerade som möjliga för antingen kol, olja, flis, avfall och därtill möjliga att under del av året enbart baseras på kraft i stora elpannor.
- På den fjärde nivån fanns sammankopplingarna i lokala distributionsnät. I dessa nät fanns dessutom utrymme för för mindre pannor, värmepumpar mm
- I den femte kolumnen sammanfattas de lokala fjärrvärmenäten vars utbyggnad var beroende på bebyggelstätheten.
- Kolumn sex illustrerar de uppvärmningsystem som fastighetsägare, hushåll och företag kan välja mellan såsom fjärrvärme, direktverkande el, vattenburen el, små värmepumpar för jordvärme eller luft, solfångare, olje- och gaspannor.
- Den sista kolumnen sammanfattar slutligen förbrukarnas behov av nyttiggjord energi. På denna nivå specificerades också möjliga sparpotentialer i form av alternativkostnader för isolering och andra sparåtgärder.

Samtliga dessa komponenter specificerades med nödvändiga data om :

INVESTERINGSKOSTNADER	VERKNINGSGRADER
FASTA DRIFTKOSTNADER	TEKNISK TILLGÅNGLIGHET
RÖRLIGA DRIFTKOSTNADER	OMVANDLINGSKAPACITETER
	TEKNISK LIVSLÄNGD
	TIDGAST MÖJLIG UTBYGGNADSTID

Rörliga driftkostnader avser andra kostnader än bränslekostnader, som bestäms av priset för använt bränsle och verkningsgraden. Med omvandlingskapacitet avses maximalt planerad produktionsförmåga för varje odelbar komponent såsom t ex 2000 MW från Forsmark i ett av dess utförande, eller 50 MW från en stor värmepump, ned till 10 kW för en oljepanna i ett småhus.

Ett tekniskt och ekonomiskt specificerat nätverk på detta sätt sammanfattar alla möjliga kopplingar i energisystemet, som är mångfalt större än vad en summering av enskilda kopplingar kan antyda. Totalt sett omfattade det specificerade systemet över hundra tekniska komponenter. Hantering av ett sådant system kräver inte bara användning av stordatorer utan framför allt effektiv system- och programvara. Genom överenskommelse med IIASA:s energigrupp fick REGI tillgång till det sk MESSAGE-systemet som utvecklats där för optimering av stora energisystem med hjälp av moderna koder för linjära- och ickelinjära system med heltal.

Den senare egenskapen var betydelsefull därför att flera av de mest storskaliga systemen i regionen var klart odelbara. Marginalkostnaderna för dessa system var därför utpräglat fallande dvs flera av systemen var förenade med stordriftsfördelar. Därtill baserades flera system på produktion av två och i något fall tre produkter. Regionens samlade system innefattade således både stordrifts- och flerproduktsfördelar. Det senare var i och för sig ingen nyhet för energitekniker som tidigare utvärderat kraftvärmeproduktion i konventionella investeringskalkyler. Men dessa kalkyler gjordes då som regel och görs fortfarande på så sätt att antingen den ena eller andra produkten krediteras, medan intäkten primärt baseras på en av produkterna. Har man flera komponenter med flerproduktsystem finns det mycket stor risk att konventionella kalkyler leder till suboptimeringar beroende på komplicerade kedjor av kostnadsfördelningar och krediteringar.

Primärt formulerades systemet som ett dynamiskt linjärprogrammeringsproblem. För att tillåta och ta hänsyn till framtida förändringar och flexibilitet i regionens energisystem ansågs det nödvändigt att beakta en tidsperiod som innefattade åtminstone två tekniska livslängder för några av de största komponenterna, som ansågs ha livslängder på 20 till 25 år. Därför utformades systemet för en tidsperiod som totalt omfattade en femtiårsperiod från 1980.

För det system som specificerats innebar detta emellertid en del allvarliga begränsningar. Med en så lång total tidsperiod begränsades möjligheterna att beakta utvecklingen under kortare delperioder. Den totala femtioårsperioden indelades i åtta delperioder. Detta bedömdes vara maximalt med tanke på möjligheterna att nå rimliga datortider för exekvering.

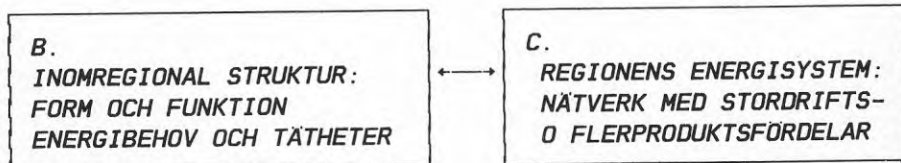
En realitisk utvärdering av regionens framtida energisystem krävde inte bara hänsyn till utvecklingen av energibehovet och de tekniska möjligheterna under en lång framtid. I all energisystemanalys måste man också beakta variationerna i behovet under olika årstider, vardagar och helger. Man måste således ta hänsyn till belastningsvariationerna för värme och el. Årets förbrukningstimmar delades därför in i fem typiska sk lastfall som skulle återspegla regionens behov under: vintervardagar, vinterhelger, sommarvardagar och sommarhelger samt en kort lastperiod för att dimensionera systemet för extrema lastbehov under några av årets kallaste perioder.

Den framtida efterfrågan, som regionens energisystem skulle uppfylla, omfattade således i den formulerade modellen 40 "efterfrågefäll" - åtta tidsperioder ggr fem lastfall. Något schematiskt kan man säga att vart och ett av dessa fall representerades av det tidigare illustrerade nätverket. Det totala systemet omfattade därför ett kopplat nätverk som i princip innefattade 4000 variabler (fem lastfall x åtta tidsperioder x drygt hundra tekniker). I praktiken var antalet variabler ännu större beroende på behandlingen av olika bebyggelstätheter.

Härmed kommer vi in på några svagheter i det formulerade systemet för analys av regionplanering och framtida energisystem. Den specificerade modellstrukturen för analys av energiomvandling i regionen kom starkt att präglas av produktionsteknik framför geografisk struktur. Anledningen till detta var den stora mängden av förslag till alternativa storskaliga produktionsenheter. Men ingen av de teknologier, som tidigare berörts i vårt systemschema, kunde utan vidare uteslutas som orealistisk eller ogenomförbar. Det skall också betonas att samtliga specificerade optioner då tilldrog sig ett stort intresse både i den politiska debatten och i opinionsbildningen kring regionens framtida energiförsörjning.

Behovet av att inkludera ett stort antal produktionsalternativ, varav en del var odelbara, kom härmed att verka som en numerisk restriktion för det specificerade systemet. Med tillgänglig beräkningskapacitet och tidigare erfarenheter var det inte praktiskt möjligt att utan mycket stora datorkostnader och risker för instabila lösningar att utvidga systemet för en mer detaljerad behandling av den geografiska strukturen i denna del av systemanalysen. Vi har tidigare visat att strukturerna "centralt och tätt" och framför allt "perifert och glest" var förenade med något olika uppvärmningsbehov. Med hänsyn till att Forsmark, Nynäskombinatet och storskalig kraftvärmeproduktion i Värtan, Himmerfjärden eller annan lämplig lokalisering framför allt var beroende av avsättning av mycket stora spillvärmemängder, blev det avgörande att i första hand specificera den rumsliga strukturen för utvärdering dessa alternativ. Med tanke på dessa alternativs storskalighet bedömdes en indelning av regionen i tre grupper av bebyggelsetätheter tillräcklig.

Delar man in de tillgängliga tillförselalternativen i två stora grupper: (i) storskaligt spillvärmeutnyttjande och (ii) övriga tillförselsystem, kan man schematiskt illustrera sambanden mellan geografisk struktur och energiomvandling. Med vår tidigare systemskiss enligt figur 4 är detta länken mellan delsystemen B och C.

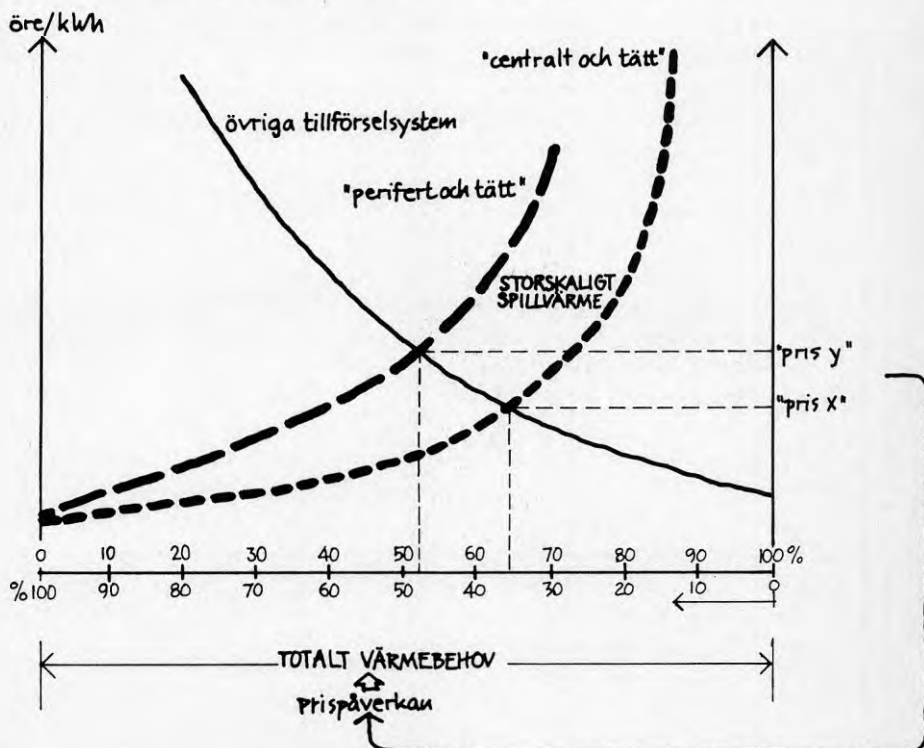


Utgår man från bebyggelsemönstren : "centralt och tätt" samt "perifert och gles" kan man för båda dessa fall definiera och beräkna en långsiktig marginalkostnad för energitillförsel. En sådan kurva anger hur energikostnaderna stiger vid försörjning av allt glesare och alltmer marginella bebyggelsegrupper.

Produktions- och distributionsvillkoren i samband med utnyttjande av storskaligt spillvärme förväntades beskriva en betydligt flackare marginalkostnad i fallet med ett "centralt och tätt" mönster än i fallet med ett "perifert och tätt" mönster. Detta innebar att det senare alternativet var förenat med kraftigare ökande "systemkostnader" då dess marknad utvidgas än i fallet med den mer kompakta strukturen. För övriga tillförselsystem förväntades inte bebyggelsestrukturen avgörande på samma sätt.

I följande figur har vi på ett schematiskt sätt sammanställt de tre förväntade marginalkostnadskurvorna i ett diagram där regionens totala värmebehov helt enkelt satts till 100 procent.

FIGUR 18. SCHEMATISK BESKRIVNING AV FÖRVÄNTAD KOSTNADSTRUKTUR VID OLIKA BEBYGGELSEMÖNSTER.



I vertikal led anges den långsiktiga marginalkostnaden i öre per kWh. Från vänster i horisontell led anges marknadsandelen för storskalig spillvärme (som på detta sätt kan tänkas expandera från regionens centrum ut mot dess periferi). Från höger i horisontell led anges marknadsandelen för övriga och mer decentraliserade system. Skärningspunkterna mellan å ena sidan marginalkostnaden för övriga system och å andra sidan motsvarande kurvor i fallet med storskalig spillvärme illustrerar den optimala utbyggnaden och marknadsandelarna. Vid ett perifert och tätt mönster skall med dessa schematiska kurvor marknaden fördelas med ungefär 50 procent för vardera systemet. Övergår man däremot till ett långsiktigt kompakt mönster ökar marknadsandelen för storskalig spillvärme och minskar för övriga system. Som framgår innebär också denna övergång att jämviktspriset faller från y till x .

Med denna schematiska illustration har vi redovisat de principiella sambanden mellan bebyggelsestrukturen och regionens energisystem. Av de numeriska restriktioner, som berörts ovan, kom dessa samband att inkluderas på ett onödigt grovt sätt i modellens första utvecklingsskede och tillämpningar.

En annan brist eller snarare en svårighet med det formulerade systemet gällde åtkomsten av tillförlitliga tekniska och ekonomiska data. Regionplanekontorets kompetens för att specificera detaljerade data om olika energitekniker och distributionssystem var inte speciellt utvecklad vid tiden då det aktuella systemet formulerades. Primärt var man beroende av data från regionens energiproducenter, officiell statistik och forskningsrapporter.

Dessutom innefattade systemet potentiella omvandlingstekniker med komponenter baserade på ny och delvis okänd teknik. Detta gällde delvis värmepumpsteknikens prestanda, men framför allt kunskaperna om tillgängliga värmemedier i form av avlopps-, sjövattnen mfl källor samt de tekniska, ekonomiska och miljömässiga villkoren förenade med exploatering av dessa källor i stor skala.

Därtill omfattade det formulerade MESSAGE-systemet tillför-selalternativ, där den allmänna kunskapsnivån i landet var dålig. Detta gällde speciellt naturgas. Visserligen ingicks ett första avtal mellan Danmark och Sverige redan 1980 om viss import av naturgas, men föreställningarna om naturgasens framtida möjligheter i Sverige präglades av en betydande misstro mot naturgasens konkurrensmöjlighet. Priset på

naturgas var då på ett ensidigt sätt kopplat till oljepriserna, som var kraftigt stigande.

För Sverige förutsågs samtidigt en stark elbalans och det stora oljeberoendet sågs som det primära problemet. Att ersätta oljeberoendet med ett annat importbränsle var inte någon ledande tankegång. Hoppet till inhemska bränslen i form av torv, flis och skiffrar var större.

Under senare delen av 1981 och 1982 i samband med frågan om transitering av naturgas från Nordkalotten genom Sverige till kontinenten påverkades i viss mån synen på naturgasens möjligheter i Sverige. I REGI:s seminarier, som då pågått en tid, ordnades redan under våren 1981 ett speciellt seminarium med inbjuden expertis från den norska utredningskommission som utvärderade förutsättningarna för naturgasexploatering på Tromsöflaket. Seminariet, som var ett av de första i Sverige om naturgas på Nordkalotten, väckte ett stort intresse med deltagare från flera myndigheter och svenska storföretag. Efter detta seminarium följde flera som alltmer kom att koncentreras kring speciella tillförsel-frågor och energiomvandlingsteknik. Under hösten samma år ordnades seminarier kring stora värmepumpar och metanolmarknadens utveckling. Övergången under 1981 från mer renodlade metodfrågor i REGI:s projektarbete till tillförsel-frågor och teknik blev emellertid inte den avgörande förändringen i projektet. Den tilltagande debatten om regionens framtida energiförsörjning och speciellt frågorna om hetvattenöverföring från Forsmark kom under 1981 att medföra en drastisk upptrappning av REGI:projektet.

V. STOSEB 80 OCH REGI:S KRAFTSAMLING

Under mitten av 1979 bildades Stor-Stockholms Energiaktiebolag AB - STOSEB och strax därefter påbörjade man arbetet med utformning av en regionomfattande energiplan. STOSEB omfattade då 15 av länets kommuner som tillsammans täckte en tredjedel av länets yta och nära 90 procent av dess befolkning, bebyggelse och näringsliv. Bolagets arbete med en regional energiplan omfattade således en helt dominerande del av regionens energibehov. I september 1981 redovisade STOSEB sitt förslag till regional energiplan som kallades STOSEB 80. Arbetet hade föregåtts av en stor mängd del- och förstudier och som tidigare nämnts hade ett omfattande samarbete med regionplanekontoret initierats för att bygga upp en databas med detaljerad statistik för regionen.

Bland de olika förstudierna, som genomfördes i anslutning till STOSEB:s planeringsarbete, kom förslaget om hetvattenavtappning genom ombyggnad av Forsmarks tredje aggregat och en 120 km lång hetvattenledning till Uppsala och Akalla för försörjning av i stort sett hela den sammanhängande tätortsbebyggelsen i stockholmsregionen med fjärrvärme, att leda till en delvis återupptagen kärnkraftsdebatt. Detta var knappt ett och ett halvt år efter folkomröstningen om kärnkraften och mindre än ett halvår efter riksdagens beslut våren 1981 att avveckla kärnkraften år 2010.

FORSMARK OCH UPPDRAGET

De tekniska och ekonomiska skälen för ombyggnad av Forsmark verkade av de framlagda studierna starka. De tekniska förändringarna ansågs av en samlad kärnkraftsexpertis helt klarlagda och problemfria. Med beslutet att bygga ut kärnkraften till 12 aggregat och den förväntade efterfrågan var man också från stora delar av kraftindustrin enig om att Sverige under åtminstone en tioårsperiod från mitten av 1980-talet hade en väl tilltagen kapacitet för kraftproduktion. Under denna period kunde man med stora ekonomiska fördelar använda Forsmark 3 för enbart värmeproduktion eller en kombination av värme och el för att försörja över 80 procent av medlemskommunernas värmebehov.

Projektet var i princip en direkt förlängning av de sedan 1960-talet utvecklade planerna i SÖSEB - Södra Stor-Stockholms Energiaktiebolag - att med erfarenheter av Ågesta och

i mer eller mindre direkt anslutning till detta utveckla ett kärnvärmeverk för försörjning av den södra regiondelen med fjärrvärme. Problemet var att planerna kring Ågesta fått avvecklas dels beroende på alltför höga kostnader för återinvesteringar och dels därför att Ågesta byggde på tungvattenteknik som övergavs i det svenska kärnkraftsprogrammet. Med möjligheterna att konvertera Forsmark kan man något tillspetsat säga att de ledande produktionsplanerna från 1960-talet fortfarande låg fast 1981 men att tekniken, anläggningens lokalisering och tillgänglighet förskjutits från söder till onödigt långt norrut, med tanke på de stora kostnaderna för byggande av en 120 km lång överföringsledning, som var kostnadsberäknad till i storleksordningen 5 miljarder i dagens prisnivå. Men det var inte de monetära kostnaderna som primärt kom att påverka projektets villkor. Frågan om projektets genomförande byggde också på förväntade intäkter och ickemonetära kostnader.

Nu skall det sägas att STOSEB 80 inte bara byggde på hetvattenöverföring från Forsmark. Därtill redovisas två tillförselsscenarier som benämndes: (i) Decentraliserat kolscenario och (ii) Integrerat kolscenario. Likheterna mellan dessa två var större än olikheterna. Båda byggde framför allt på utveckling av uppvärmningssystem baserade på kol. Den mest väsentliga skillnaden var graden av utbyggda och samordnade fjärrvärmenät. Det senare byggde på en långtgående integration av fjärrvärmenäten som medgav kolbaserad värmeproduktion och senare kraftvärme i mer storskaliga enheter.

Dessutom angavs ett "Värmepumpscenario" som ett möjligt alternativ, men det framhölls att detta var förenat med stora osäkerheter: "Här bör påpekas att värmepumpar hittills inte har utnyttjats i stor skala i fjärrvärmesystemen varför någon erfarenhet av byggnad och drift av sådana anläggningar inte finns. Detta innebär att värmepumpscenariet bör betraktas som osäkert, då det kan innebära betydande svårigheter att klara den snabba introduktionstakten" (STOSEB 80 sid 116).

Förslaget om Forsmark tillsammans med de två kolscenarierna ledde snabbt till en intensiv debatt om regionens energiförsörjning. Motsättningarna från den tidigare kärnkraftsdebatten kom t o m att fördjupas och alternativen med kol sågs inte bara som en eftergift. Beslutsvillkoren kom att

präglas av osäkerhet och motsättningar. Samtidigt framhöll många experter att det främst gällde att handla snabbt, då oljepriserna var stigande och oljeberoendet var en näraliggande återvändsgränd. Naturgas bedömdes heller inte som ett tillräckligt realistiskt alternativ. Den politiska situation kring regionens framtida energiförsörjning blev besvärlig och ungefär en månad efter STOSEB 80:s publicering träffades en överenskommelse mellan regionens politiska ledning och regeringen att fördjupa kunskaperna genom en kompletterande utredning och redan i november 1981 uppdrogs åt regionplanekontoret att genomföra kompletteringen.

KRAFTSAMLINGEN

Utredningen om STOSEB 80 skulle ske skyndsamt och kontoret gavs i praktiken inte mer än fyra månader i utredningstid. I slutet av 1981 var stora delar av REGI:s ansats utvecklade men inte tillämpade. Betydande data saknades och som poängterats fanns det stora kunskapsluckor om huvuddelen av regionens befintliga och framtida möjliga tekniker och nätverk för energiomvandling. Därtill saknades data och kunskaper om potentialer för värmepumpar och en rad liknande frågor.

Uppdraget om en kompletterande utredning kring STOSEB och REGI:projekt integrerades därför i en samlad insats för att på kort tid ta fram ett förbättrat underlag. Detta blev inte bara avgörande för förverkligandet av REGI:s systemanalyser i full skala utan också för den kompletterande utredningen. Under kort tid initerades en rad olika delprojekt för att genomföra en samlad analys enligt REGI:s intentioner och redovisa ett brett underlag samt rekommendationer. Huvuddelen av dessa dokumenterades i en särskild rapport som innehåller stora delar av regionplanekontorets insatser i projektet.

Eftersom de akuta frågorna gällde energitillförseln och särskilt fyra alternativ kom en mycket stor del av insatserna att koncentreras kring utveckling och uppdatering av den sk MESSAGE-modellen. Den struktur som beskrivits med hjälp av figur 17 lades fast och blev ett av de viktigaste verktygen. Därför skall vi kort sammanfatta några av de viktigaste principerna som användes i dessa utvärderingar.

Systemet var utvecklat för hantering av hela kedjor från primära energiråvaror till slutliga förbrukare för bortåt ett hundratal olika teknologier för energiomvandling med data om drift- och kapitalkostnader, verkningsgrader mm. Tillämpningarna och utvärderingarna av olika strategier skedde i första hand genom minimering av de diskonterade kostnaderna för regionens energisystem under en femtioårsperiod. I praktiken innebär detta samma förfaringsätt som i konventionella investerings- och driftkalkyler.

Skillnaden låg i att alla systemkomponenter behandlades på en gång med hänsyn till sin roll i hela systemet. Det överordnade systemkravet var att slutanvändarnas behov av nyttiggjord energi (dvs också med hänsyn till kostnaderna för sparande i form av isoleringsåtgärder och liknande) i samtliga framtida tidsperioder och lastfall skulle uppfyllas till 100 procent. Grundföreställningen var således att anpassningen och utvecklingen av energisystemet i regionen är efterfrågedriven dvs i ett långsiktigt perspektiv är energikonsumenternas behov avgörande för energisystemets dimensionering och systemet skulle sättas samman för att nå de lägsta möjliga kostnaderna. Principer av detta slag fanns också formulerade i riksdagens energipolitiska beslut 1981.

Något teoretiskt formulerat innebar utvärderingarna att lång- och kortsiktiga marginalkostnader blev avgörande. Det befintliga energisystemet behandlades med hänsyn till dess återstående livslängd. Dess kapitalkostnader sågs således som sk "sunk costs" medan nya teknologier också belastades med sina kapitalkostnader. Under varje tidsperiod fick således befintliga och nya möjliga tekniker konkurrera om att ingå i systemet med hänsyn till sina kostnader. Under normala förutsättningar innebär detta en garanti för att investeringsbesluten är effektiva både ur samhällets, hushållens och övriga konsumenters synvinkel.

Olika typer av värderingar måste naturligtvis också beaktas. Dessa behandlades som en mängd bivillkor. Kärnkraften förut-sattes avvecklad enligt riksdagens beslut. Lokaliseringen av olika storskaliga anläggningar var knuten till de som anvisats i aktuella förstudier. På samma sätt måste också tillgängligheten av inhemska energiresurser delvis färgas av annat än tekniska bedömningar. Det gällde speciellt frågan om fortsatt utbyggnad av vattenkraften, som inte tilläts om-

fatta de orörda älvarna. Men det gällde också möjligheterna att exploatera stora värmepumpspotentialer i regionen. I arbetet med den kompletterande utredningen till STOSEB 80 genomfördes mycket omfattande kartläggningar av regionens potentialer för värmepumpar. Med tanke på osäkerheten om konsekvenserna av detta i flera mindre källor begränsades potentialerna.

Under denna mer eller mindre strikta värderingsnivå infördes också en del andra betydelsefulla restriktioner. Bland dessa bör man poängtera stockholmsregionens tillgång till kraft på den nationella marknaden. Här infördes restriktionerna att tillgången på kraft för stockholmsregionen skulle vara förenad med samma kostnadsvillkor som för resten av landet; både på kort- och lång sikt.

Med dessa bivillkor genomfördes en mycket stor mängd modelltillämpningar under flera alternativa antaganden om primärprisernas utveckling: både de som använts i STOSEB 80, och som innebar förhållandevis snabbt tillväxande priser för oljeprodukter och andra prisförlopp. Tidpunkterna för utbyggnad och drifttagande av Nynäskombinatet, Forsmark mfl stora anläggningar varierades också. Likaså varierades förutsättningarna för tillgången till värmepumpspotentialer mm.

Varje tillämpning gav relativt detaljerade energibalanser för hela regionens energisystem, installerade effekter, tidpunkter för avveckling av föråldrade enheter, sk skuggpriser för energitillförsel i olika led mm. Det skall betonas att dessa resultat inte kan tolkas som prognoser. Det var istället frågan om systematiskt beräknade framtidsbilder av regionens energiförsörjning som primärt uppfyllde kraven på kostnadseffektivitet. De mest betydelsefulla frågorna gällde: Hur utvecklas ett kostnadseffektivt energisystem för regionen? Vilka energiformer och tekniker visar sig konkurrenskraftiga i olika tidsperioder? Hur stort blir regionens oljeberoende? Var hetvattenöverföring från Forsmark ekonomiskt försvarbar? Vilka konkurrensmöjligheter låg i Nynäskombinatet? Var introduktion av stora värmepumpar en ekonomiskt vettig strategi?

Den ledande principen i våra utvärderingar fokuserades kring robusta lösningar, dvs sådana utformningar av regionens energisystem som stod sig under olika framtida förhållanden. Det gällde således att med modellen som verktyg komma fram till lösningar som inte var speciellt känsliga för varierande yttre förhållanden och som härmed gav en viss hand-

lingsfrihet. Det gällde samtidigt att analysera vilka beslut som oundgängligen måste fattas på kort sikt och vilka som kunde och borde skjutas upp. För att få svar på dessa frågor tillämpades principer som gick ut på att nya tekniker som visade sig vara mycket konkurrenskraftiga - t ex stora värmepumpar under tiden fram till mitten av 1990-talet - belastades med extra stora investeringskostnader, som en slags marginal för oförutsedda kostnader utöver de kostnadsdata som inhämtats från värmepumpsproducenter mfl. Omvandlingstekniker, som å andra sidan visade sig ekonomiskt tveksamma, undersöktes särskilt genom att reducera kostnaderna för introduktion för att härigenom se under vilka villkor de var försvarbara.

Resultatet av de genomföra utvärderingarna under denna intensiva period kan bäst sammanfattas med de slutsatser som redovisades i regionplanekontorets tjänsteutlåtande: "Yttrande över STOSEB 80" februari 1982 (bilaga 8). Till dessa slutsatser och rekommendationer har vi i följande sammanställning också fogat en del kommentarer med hänsyn till vad som hänt och nu kan avläsas:

A "Samtliga utvärderingar visar att oljeberoendet i regionens uppvärmningssystem bör reduceras kraftigt. Bland annat bör oljepannor i enskilda fastigheter avvecklas snabbt. Från en nuvarande primär tillförsel av drygt 22 TWh lätt och tung eldningsolja bör oljeberoendet sänkas till 4 à 7 TWh i början 1990-talet. Utgår man från oförändrade reala olje- och kolpriser fram till mitten av 1990-talet bör oljeberoendet avvecklas ner till den övre gränsen. Ökar de reala priserna under 1980-talet, bör oljeberoendet minska ännu mer. Vid sekelskiftet bör det under inga omständigheter överstiga 3 TWh."

Sedan dess har oljeberoendet i regionens uppvärmningssystem reducerats till 15 TWh och den nuvarande utvecklingen och planerna pekar på 5-6 TWh vid sekelskiftet

B "Under 1980-talet då regionens oljeberoende fortfarande är högt, motiverar kostnaderna för isolering och andra spåtgärder att behovet av primär energitillförsel reduceras med minst 3 à 4 TWh."

C "Samtliga utvärderingar visar att fjärrvärmens roll bör öka i jämnt tempo fram mot sekelskiftet. Fjärrvärmeandelar över 80 procent är emellertid orealistiska för 1990-talet. Detta gäller även under förutsättning av en väsentligt

tätare bebyggelseutveckling än hittills. En ekonomisk för-svarbar fjärrvärmeandel kan knappast komma att överstiga 75 procent."

Jämfört med dessa slutsatser har regionens fjärrvärme byggts ut långsamt.

D "Igelstaaanläggningen för kolbaserad hetvattenproduktion och fjärrvärmeförsörjning inom Södertälje, Botkyrka och Huddinge är under alla förutsättningar som prövats en ekonomiskt riktig satsning."

E "Användningen av kol i hetvattencentraler och kraftvärme- verk bör inte överstiga 4 à 5 TWh förrän efter sekel- skiftet."

F "Den nationellt gynnsamma kraftbalansen innebär att kraft- värmeproduktion i Stockholmsregionen motsvarande mer än 2 à 3 TWh inte är lönsam före mitten av 1990-talet. Kraft- värmeanläggningar av den storleksordning som aktualiserats i Himmerfjärden kan därför uteslutas som realistiska alternativ fram mot senare delen av 1990-talet."

G "Elanvändningen i regionens uppvärmningssystem bör tempo- rärt öka, men får inte bli bestående över sekelskiftet. Den totala användningen av råkraft producerad utanför regionen bör inte öka med mer än 4 à 5 TWh före sekel- skiftet."

I verkligheten har elanvändningen för uppvärmning i regionen ökat i något snabbare takt. I förhållande till våra rekommendationer har därför regionen gått in i ett djupare elberoende.

H "Samtliga utvärderingar visar att installation av stora elpannor för hetvattenförsörjning i lokala eller integre- rade fjärrvärmenät är ekonomiskt gynnsamt fram till mitten av 1990-talet. Användningen av stora elpannor bör emeller- tid inte ökas ut över en total leveranskapacitet motsva- rande 2,5 TWh. Under senare delen av 1990-talet bör samtliga elpannor tas ur drift."

Användningen av stora elpannor i regionens fjärrvärmenät har byggts ut på ett betydande sätt men inte upp till vår

förespråkade nivå. Detta beror sannolikt på att fjärrvärmens som helhet inte expanderat lika snabbt som vi rekommenderade.

- I "Stora värmepumpar bör med hänsyn till ekonomi och befintliga energikällor introduceras i regionens fjärrvärmesystem senast 1990. Även vid gynnsamma drift- och kostnadserfarenheter bör man inte räkna med mer än högst 3 à 4 TWh värme tillförd genom stora värmepumpverk vid mitten av 1990-talet. Utöver denna gräns tvingas man med all sannolikhet in på utnyttjande av värmekällor som leder till snabbt stegrade kostnader."

Detta var en av våra huvudpoänger och i flera andra delar av vårt utlåtande betonades starkt fördelarna av snabb och stor introduktion av värmepumpar. Så har också skett. Det finns idag i regionen stora värmepumpar med en kapacitet av 600 MW.

- J "På fastighetsnivån bör elanvändningen för uppvärmning tillåtas öka med minst 40 procent fram till mitten av 1990-talet. För närvarande ger användningen av direktverkande el och vattenburen el drygt 1 TWh nyttiggjord fastighetsuppvärmning. Installation av nya uppvärmningssystem och konvertering av äldre bör inte öka användningen av elvärme till mer än 2 TWh i mitten av 1990-talet. Från och med senare delen av 1990-talet bör överhuvud taget inte direktverkande el tillåtas öka."

I detta avseende har elanvändningen ökat betydligt snabbare än vi pläderat för. Detta illustrerar vår tidigare slutsats att regionen gått in i ett djupare elberoende än vad som sannolikt är kostnadsoptimalt i ett långsiktigt perspektiv.

- K "Forsmarksanläggningen bör användas för elproduktion om långsiktiga kostnader har en avgörande betydelse. Detta gäller även om man utgår från att det är möjligt att använda Forsmark för hetvattenproduktion ända fram till 2010. Hetvattenledning från Forsmark kan heller inte motiveras med storskalig kolbaserad kraftvärmeproduktion i Forsmark efter hetvattenavtappningens slut. Värmeproduktion från Forsmark kan bara aktualiseras i de fall där andra mer ekonomiskt gynnsamma anläggningar för värmeproduktion utesluts."

Våra analyser visade således att hetvattenöverföringen från Forsmark inte borde genomföras på samhällsekonomiska grunder. Något förenklat kan man säga att Forsmarkslösningen var för stor för regionen. Det var inte rimligt att bygga ut fjärrvärmeproduktionen på det sätt som krävdes för att motivera projektet. Fjärrvärme i alltför glesa delar av regionen var enligt våra analyser för kostsamma. Projektet skrinlades också senare under 1982. Just kring frågan om Forsmark, som var upprinnelsen till regionplanekontorets uppdrag, genomfördes en stor mängd speciella utvärderingar och under denna tid hölls flera täta kontakter med politiska företrädare i regionen, där information gavs och nya modellkörningar efterfrågades och genomfördes i en process där länken mellan datorbaserade utvärderingar och politiska avvägningar var mycket kort.

- L "Nynäskombinatet har under alla prövade förutsättningar om bränslepris, kalkylräntor, krafttillgång visat sig lönsamt. Leveranserna av gas från Nynäskombinatet till Värtan för kraftvärmeproduktion bör begränsas till drygt 1 TWh. Gas från Nynäskombinatet bör lagras för att utjämna årsvariationer och/eller omvandlas till stadsgas i en metaniseringsanläggning för användning i ett begränsat gasnät. Metanolframställning i Nynäskombinatet ger anläggningen lönsamhet ned till en prisnivå av ca 40 procent av bensinpriset (exkl skatter). Detta gäller även under varierande förutsättningar om den långsiktiga prisutvecklingen för fossila bränslen. Det nuvarande världsmarknadspriset på metanol är 60 à 65 procent av bensinpriset."

Som känt har heller inte beslut om utbyggnad av något Nynäskombinat fattats. Den tidigare planerade anläggningen har förändrats i några avseenden, men i sitt grundutförande kvarstår projektet från dess företrädare som lika aktuellt idag som för över fem år sedan. Styrkan i projektet ligger i dess flerproduktsfördelar, som medför en stark konkurrens mot utbyggnad av storskalig kolbaserad kraftvärmeproduktion i Värtan. Regionplanekontoret har alltså sedan dess, och baserat på REGI, hävdats att utbyggnad i Värtan inte är en långsiktigt samhällsekonomiskt försvarbar lösning gentemot Nynäshamn. Frågan om utbyggnad i Värtan och Nynäshamn har med den institutionella organisationen blivit ett illustrativt exempel på fåtalskonkurrensens mekanismer.

M "Skogsråvara som flis, hyggesavfall och vedråvara får en mycket begränsad roll i regionens energiförsörjning. Dess användning bör reserveras för mera högvärdig förädling (cellulosa-kemi och trävaruproduktion) i de delar av landet som specialiserat sig på skogsindustri."

N "I beräkningarna har solfångare inte visat sig konkurrenskraftiga gentemot andra uppvärmningsformer före sekelskiftet."

O "Vindkraft blir i ett stort antal beräkningar ett konkurrenskraftigt alternativ mot andra energikällor men först efter sekelskiftet."

P "Samtliga beräkningar visar också att anslutning till stora nya naturgassystem inte innebär några kostnadsfördelar i regionen."

Här bör det som tidigare åter betonas, att kunskapsnivån om naturgas var dålig i början av 1980-talet. Villkoren för naturgas i regionen var mycket ofullständigt representerad i de tillämpade modellerna. Sedan dess har delar av REGI-projektets utvecklingsarbete och speciellt dess erfarenheter från energisystemmodellen MESSAGE kommit att utnyttjas för utvärdering av naturgasens roll i hela landet indelat i olika försörjningsområden. I ett senare avsnitt skall vi kort återkomma till detta.

Med de insatser som gjordes i REGI-projektet i direkt anslutning till en mycket betydelsefull fas i stockholmsregionens energiplanering kom hela projektet att få en mycket stark koppling till energipolitiskt beslutsfattande. Vi skall inte här redovisa fler detaljer i hela det samordnade arbetet mellan REGI och regionplanekontorets uppdrag. Genomförandet och våra resultat finns väl dokumenterade och tillhör nu delvis historien.

VI. INTERNATIONELLA KONTAKTER OCH SAMARBETE

De internationella kontakterna, som inleddes i REGI:s första fas med i första hand IIASA:s energigrupp, ledde inte enbart till överföring av system och kompetens därifrån. Hela den utvecklade och tillämpade metodiken kom att uppmärksammas internationellt. De genomförda analyserna av en storstadsregions struktur och framtida energiomvandling var delvis unika och sågs som ett intressant exempel på systemanalys. Därtill uppfattades stockholmsregionens framtida möjliga energisystem med Forsmark, Nynäskombinatet, kraftvärme, fjärrvärme, värmepumpar mm som ett spännande och framtidsinriktat tänkande kring möjligheterna att genom integration utveckla effektiva energisystem.

De internationella kontakterna resulterade speciellt i tre följdaktiviteter:

- För det första inbjöds regionplanekontoret att medverka i ett internationellt utvecklingsarbete kring NHIES - Novel Horizontally Integrated Energy Systems. MIT och KFA, Kernforschungsanlage Jülich, var initiativtagare och under hösten 1982 inbjöds regionplanekontoret till ett symposium ordnat av KFA i Aachen tillsammans med ett tjugotal energiforskare från USA, Japan och Västtyskland. Där gjordes en bred teknisk genomgång av nya energiomvandlingstekniker för noll-emissioner, som byggde på integration i flera nätverk. Det var system som utmärks av stordrifts- och flerproduktsfördelar och REGI:s analyser i samband med STOSEB 80 redovisades som en fallstudie av sådana system. Symposiet avslutades med att man något informellt bildade "Club of Aachen" med syfte att starta ett omfattande internationellt FoU-arbete på området och från regionplanekontoret sida förklarade vi oss beredda att arrangera ett uppföljande symposium.
- Ungefär samtidigt inleddes ett samarbetsprojekt mellan IIASA och Center for Energy and Environment Studies, Boston University, med syfte att jämföra och söka utvärdera metodik och regionala konsekvenser av ett antal storskaliga energiprojekt. REGI-projektet valdes ut tillsammans med ett projekt i Kanada, ett i USA och ett tredje i Sovjetunionen. De genomförda utvärderingarna dokumenterades sedan i en omfattande volym (bilaga 13). Där finns en ingående beskrivning av REGI-projektets uppläggning och metodik tillsammans med övriga projekt.

Varje projekt åtföljdes av en utvärdering som i fallet med REGI gjordes av professor R Bolton, University of Boston och det är svårt att inte citera hans avslutande kommentar: "I have tried to indicate some desirable additions to the REGI effort . . . , but I don't want to conceal my admiration for a perceptive report on what must be one of the more sophisticated operational planning efforts in the world today."

- Slutligen skall vi nämna att erfarenheterna från REGI också kom att tillämpas inom ramen för ett internationellt IEA-projekt "The role of local governments in meeting long term and short term energy problems" Med liknande metodik som i REGI för stockholmsregionen utvärderades Sundsvalls framtida energisystem.

Av dessa tre internationella projekt blev det första mer bestående. Även om vi från regionplanekontoret inte rimligen kunde ses oss som ett energiforskningsorgan uppfattade vi det som betydelsefullt att medverka till en fortsatt utveckling av det inledda samarbetet vid KFA:s symposium om NHIES. Vi såg det som vår primära roll att med de kontakter vi fått söka etablera en plattform för FoU-medverkan från svenskt näringsliv och energiforskning. Med stöd från BFR anordnade därför regionplanekontoret en internationell konferens på Hässelby slott i början av juli 1983. Där medverkade både svensk och internationell expertis inom området för NHIES. Senare utvecklades ett samarbetsavtal på området och under 1983/84 fortsatte samarbetet med en konferens i Jülich där såväl regionplanekontoret som experter från ASEA, STOSEB och Nynäs Energi AB medverkade. (Detta har avrapporterats till BFR i särskild ordning.) Sedan dess har projektet både utvidgats och fördjupats och drivs numera under namnet IES - Integrated Energy Systems - med omfattande internationellt samarbete i fasta former där STU, Vattenfall mfl svenska företag nu utgör den svenska IES-gruppen. regionplanekontorets roll är marginell. Vår ambition att medverka till svenskt FoU-samarbete på detta betydelsefulla område har fullföljts.

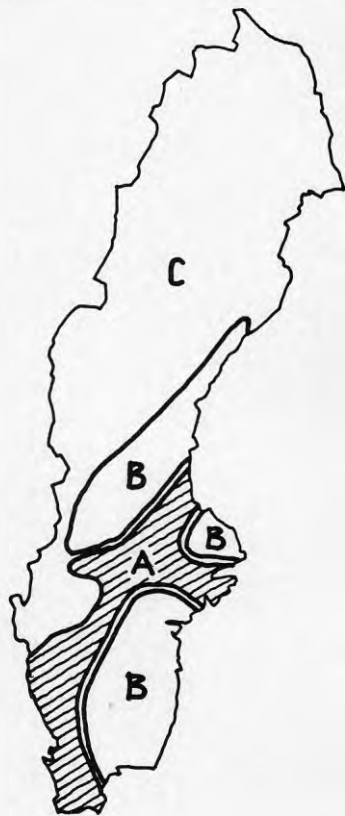
IIV. REGI OCH DET NYA NÄTVERKET

Det har flera gånger tidigare framhållits att både den allmänna och REGI-projektets kunskaper om naturgassystem var bristfälliga i början av 1980-talet. För fem år sedan fick naturgas minst sagt en styvmoderlig behandling i både våra och andras syn på det svenska energisystemets utveckling. Detta betonades också i internationella kontakter kring REGI.

Det var först i samband med Hässelby-konferensen 1983 kring NHIES som de första verkliga kontakterna med Swedegas AB etablerades. Med Swedegas uppdrag från regeringen att klarlägga naturgasens framtida möjligheter i Sverige, såg man möjligheten att med hjälp av REGI:s erfarenheter analysera strategier för naturgas i Sverige. Kunskaperna från utveckling av MESSAGE-modellen för stockholmsregionen borde kunna överföras för att utveckla en modell för hela det svenska energisystemet med särskild specifikation av stam-, grenlednings- och distributionsnät för naturgas.

Under senare delen av 1983 startade således ett omfattande projekt vid Swedegas för att utveckla en svensk energimodell där naturgas tillsammans med andra möjliga komponenter i det svenska energisystemet ingick. Senare ingicks ett samarbetsavtal med regionplanekontoret för gemensamt nyttjande av datorresurser och utbyte av erfarenheter. Modellen byggdes upp kring en ett system som omfattade över 250 nätverkskomponenter och Sverige delades in i tre storregioner med tanke på marknadens fördelning och planerade dragningar av stamledningar. Inom var och en av dessa storregioner definierades Ortsstrukturen i täthetsklasser. I följande figur visas den använda regionindelningen.

FIGUR 19. REGIONER FÖR UTVÄRDERING AV NATURGAS

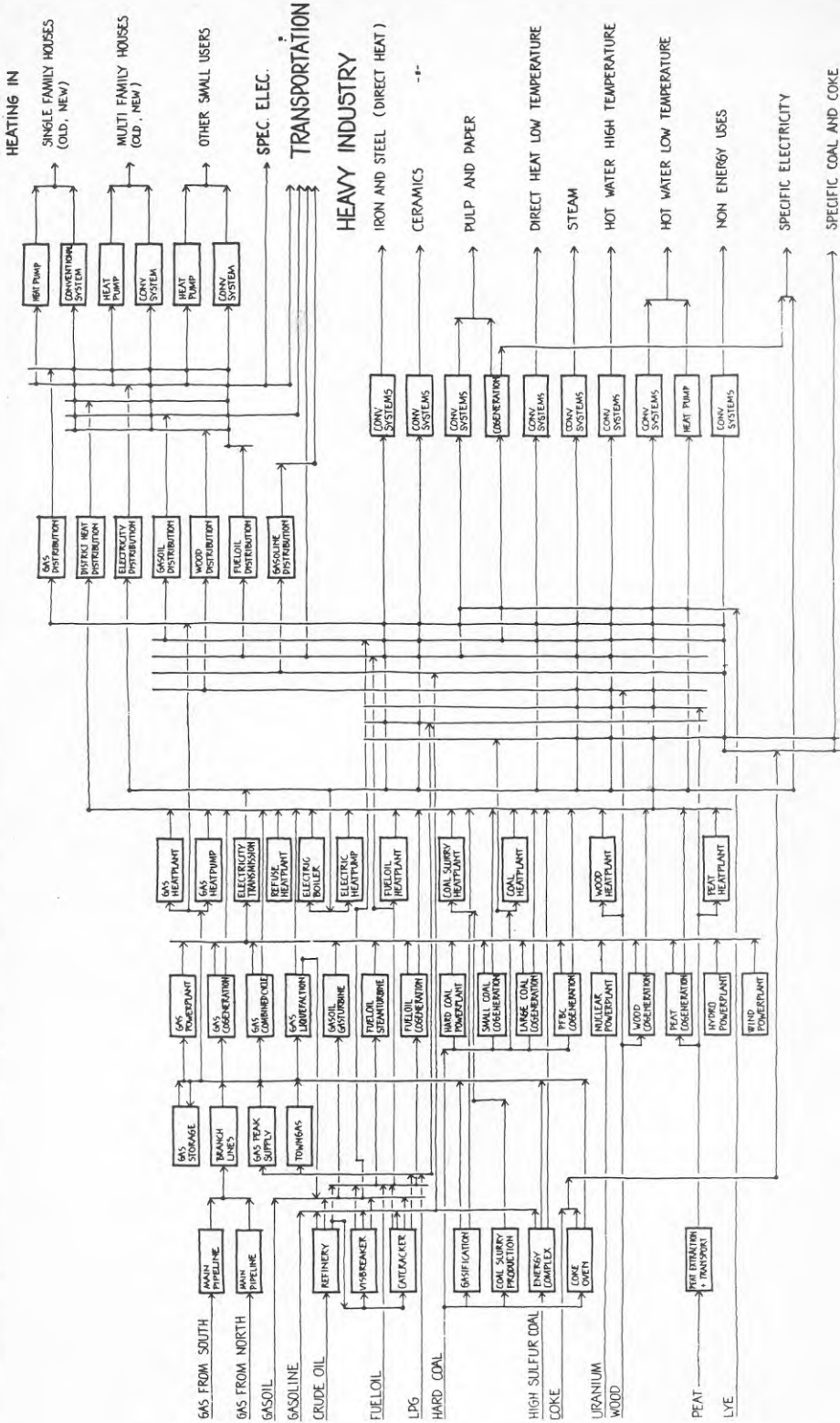


Som framgår ligger stockholmsregionen inom det område som benämnts A: Det primära området för naturgas i Sverige som inkluderar Skåne, Väst- och Mellansverige samt stockholmsområdet.

Uppbyggnaden av energisystemet för utvärdering av naturgas i Sverige har vissa likheter med det som utvecklades för stockholmsområdet. Skillnaden ligger i detaljeringsgraden på nationell nivå och representationen av kraftsystemet. Detta framgår av följande systemskiss som är gjord på liknande sätt som figur 17. Med detta system har under åren 1984 till 1986 en stor mängd utvärderingar av naturgasens möjligheter i det svenska energisystemet genomförts.

SWEDEGAS ENERGY STUDY. FLOW CHART OF FUTURE OPTIONS

SMALL USERS



Genomförda utvärderingar visar tämligen entydigt att naturgas är ett konkurrenskraftigt alternativ för svensk energiförsörjning. Med rimliga förutsättningar om primärprisernas utveckling, slutanvändarnas behov, energisystemets befintliga och framtida tekniska och ekonomiska optioner visar det sig att användning ca 30 TWh naturgas för uppvärmning och industriell användning är samhällsekonomiskt optimalt. Den kraftigaste utbyggnaden bör koncentreras till 1990-talet. En betydande del av denna användning gäller stockholmsregionen. Introduktion av naturgas i denna skala påverkar inte utnyttjandet av det befintliga elproduktions-systemet. På längre sikt verkar naturgas som ett effektivt komplement till elproduktion för att på ett uthålligt sätt ersätta olja på stora delar av uppvärmningsmarknaden. Avvecklas kärnkraften utan tillgång till naturgas i stor skala kommer troligen oljeanvändningen att öka istället. Med naturgas uppnås därtill betydande miljöfördelar.

Detta är nu inte tillsammans med de internationella följdaktiviteterna det enda som skett under senare år inom ramen för REGI-projektet. Under mitten av 1983 fick t ex regionplanekontoret industridepartementens promemoria "Storstadsregionernas värmeförsörjning" för yttrande. I samarbete med Statens Energiverk genomförde vi förnyade tillämpningar med delar av REGI-systemen. Det gällde då bland annat att utvärdera olika grad av utbyggnad av regionens fjärrvärme och framtida kraftvärmeproduktion. Våra resultat och slutsatser från den tidigare "omgången" stod sig. Sen dess har ytterligare insatser gjorts för att öka detaljeringsgraden och precisionen i de utvecklade systemen. Den senaste insatsen har gällt att förbättra specifikationen av ett naturgassystem i den tidigare utvecklade energisystemmodellen som gjorts mer geografiskt detaljerad. Antalet variabler i systemet har då vuxit så kraftigt att ett fortsatt utvecklingsarbete blir nödvändigt. Resurser för att driva detta vidare har saknats och vi har därför sökt intressera STOSEB för att ta över det fortsatta arbetet.

Förnyade insikter om regionens framtida energisystem kräver att analyserna på ett ingående sätt inkluderar "det nya nätverket". I STOSEB 85 som är en förnyad regional energiplan ingår naturgas som ett strategiskt alternativ. I övrigt innebär STOSEB 85 i fler betydelsefulla avseenden en anpassning till den syn och de uppfattningar som vi redovisat tidigare med stöd av REGI-projektet.

IX. I BACKSPEGELN MED BLICK FRAMÅT

Rev.

Vilka är då de viktigaste erfarenheterna och slutsatserna av det omfattande REGI-projektet, dess metodutveckling och tillämpning, relevans för beslutsfattande, framtida region- och energiplanering och internationellt utbyte.

- Med olika typer av rumsliga modeller och nätverksformuleringar av tekniska försörjningssystem kan man komma långt ifråga om formulering och utvärdering av samhälls-ekonomiskt optimala strategier för utbyggnad och förändring av infrastrukturen. Däremot är vi osäkra på möjligheterna att med så delvis tekniskt fixerade system som i REGI blottlägga konkurrensvillkoren och nå insikter om möjliga förhandlingslösningar i miljöer som domineras av fåtalskonkurrens. Detta kräver sannolikt annorlunda angreppssätt baserade på modern förhandlingsteori, där sådana system som t ex MESSAGE och BOLOK enbart kan tjäna till att klarlägga förhandlingsvillkorens spelplan. Dessutom krävs det insikter om spelets förväntade regler, spelöppningar, koalitioner och beslutsregler.

Regionplanering och framtida infrastruktur som förhandlingsprocess framstår därför som ett naturligt följdprojekt till REGI. Det finns mängder av framtida problem av detta slag i regionplaneringen och samhällsbyggandet. Exempel på detta är eller blir snart frågor om utbyggnaden av regionens och Mälardalens framtida järnvägssystem, lokaliseringen av nya fjärrtågsstationer, frågan om Tullinge och Arlanda, Öster- och Västerleden för att bara nämna några. Detta är alla projekt som kännetecknas av odelbarheter och flerproduktsfördelar på liknande sätt som regionens energisystem. Härigenom är det också system där nuvarande institutionella ramar för genomförande, drift och finansiering, som helt bygger på förutsättningar om offentligt starkt centraliserade lösningar, kan brytas upp.

Utvecklingen av teorin om sk "Contestable Markets" har gett nya insikter om villkoren för att organisera och utveckla infrastrukturen i mer decentraliserade former. I praktiken bevitnar vi också sådana strävanden i form av omorganisationen av SJ i ett banverk och ett eller flera driftbolag, förslag att utveckla Tullinge till en flygplats på företagsekonomiska grunder, den sk Vasaterminalen, Arlandajärnväg mfl. Alla dessa är exempel på utveck-

Rev.

ling och organisation av infrastrukturen i fåtalskonkurrensens former. I regionplanering och i samhällsbyggandet i stort behöver vi få fördjupade insikter i de förhandlingsmekanismer som är förenade med dessa förändringar. Om de står i konflikt med de nuvarande principerna om kollektivt beslutsfattande mm? Det finns annars uppenbara risker att beslut om infrastrukturen, som alltid kännetecknas av en viss storskalighet, framför allt kommer att skjutas upp med samhällsekonomiska förluster som följd.

Denna typ av frågor har också betonats som avgörande i det internationella samarbetet för utveckling av "Novel Horizontally Integrated Energy Systems for Zero Emissions". Detta är alla exempel på system som bygger på exploatering av stordriftsfördelar och flerproduktssynergismer. I det nuvarande läget verkar också fåtalskonkurrens vara avgörande för tillförsel av naturgas till Mellansverige och stockholmsregionen.

Erfarenheterna från REGI och de välkända svårigheterna i regionens energipolitiska beslutsfattande pekar framför allt på bristande insikter om beslutsvillkoren.

Med dessa frågor, som aktuella, har värdet av REGI-projektets systemstudier varit begränsade. Projektets analyser har framför allt visat att man med modern metodik kan utvärdera komplicerade infrastrukturer och formulera vettiga strategier, trots betydande osäkerhetsfaktorer. Därtill har projektet lyft fram problemen med samordning och fåtalskonkurrens i samband med nätverksbundna infrastrukturer. Däremot har inte beslutsmekansinerna klarlagts.

- Man kan också betona de temporära försprång som kan nå gentemot ensidigt inriktade sektorplanerande organ genom att gå över gränserna och istället för etablerade planerings- och kalkylmetoder införa nya system. I praktiken lyckades regionplanekontoret med hjälp av REGI-projektet att inte bara hinna ifatt energiföretagen i fråga om insikterna om översiktliga planeringsvillkor och kunskaper om de avgörande strategierna. I vissa avseenden uppstod det också försprång. Kontorets bedömningar har i betydande grad sammanfallit med de förändringar och beslut som fattats under den senaste femårsperioden.

Rev.

Flera av de prognoser och andra framtidsbedömningar som vi med hjälp av satsningarna på REGI gjorde i början av 1980-talet kan vi också stå fast vid idag och troligen också om fem år. Det gäller inte bara regionens allmänna tillväxt i ett långsiktigt perspektiv, utan också behovet av modernisering av lägenhetsbeståndet, dess uppvärmningssystem och tidpunkten för avveckling av fjärrvärmens elpannor och värmepumpar. Det finns heller inget i dag som tyder på att storskalig utbyggnad av kolbaserad kraftvärmeproduktion i Värtan är en långsiktigt optimal lösning. Av allt att döma står sig också våra slutsatser att regionens framtida fjärrvärmeproduktion bör lokaliseras till en anläggning utanför regionens tätare delar.

Den upptrappning av kunskaperna om regionens framtida energiomvandling som nåddes genom REGI:s systemstudier kom kanske primärt att verka som en utmaning för den sektorbaserade energiplanering och kom härigenom i högre grad att påverka den översiktliga energiplaneringens kvalitet än regionplaneringens. STOSEB:s regionala energiplan STOSEB 85 bygger på en betydligt bredare, mer insiktsfull och mindre teknikfixerad systemsyn på regionens energiframtid än STOSEB 80. Är detta till någon del ett resultat av regionplanekontorets engagemang i REGI-projektet måste det ses som en framgång.

- Av de system för energiomvandling som specificerades och utvärderades visade det sig att sambanden med regionens översiktliga bebyggelsestruktur var svaga. Övergång från en struktur som karaktäriserades med "centralt och tätt" till "perifer och glest" visade sig inte ha någon avgörande betydelse för uppvärmningssystemens framtida sammansättning. Den befintliga strukturen verkar således vara avgörande och det krävs mer än 30 till 40 års kraftig omläggning av utbyggnadsmönstren för att påverka grundvillkoren för regionens uppvärmningssystem. Den huvudsakliga anledningen till detta är troligen att kostnaderna för uppvärmning satt i relation till bebyggelsens "samlade värden" och uppoffringarna för att nyttja den är mycket små, såvida man inte förutser mycket kraftiga och bestående energiprisökningar.

Våra erfarenheter av projektet har heller inte lett till att den översiktliga region- och energiplaneringen samordnats på något mer djupgående sätt än för 10 år sedan. Snarare har vi vunnit kunskapen att frågan om regionens uppvärmningssystem inte är någon allvarlig restriktion i

regionplaneringen. För att det skall bli nödvändigt att samordna planeringen krävs betydligt högre energipriser än de som kan förutses för den kommande tjuugoårsperioden. Däremot har, som betonats flera gånger, våra insikter om lokaliseringen av stora och miljöstörande energianläggningar ökat. Eftersom kostnaderna för uppvärmning spelar en så marginell roll och varierar så obetydligt mellan olika lokaliseringar bör de stora enheterna följaktligen ligga utanför regionens tätare bebyggda delar.

Härmed har vi framför allt betonat sambanden mellan regionplanering och framtida uppvärmningssystem. Därtill kommer transportsystemets energianvändning som relativt regionens samlade beroende av oljeprodukter för uppvärmning varit snabbt stigande sedan 1970-talets slut. 1978 utgjorde transportsystemets andel av regionens oljeförbrukning ca 25 procent. I år blir motsvarande andel sannolikt ca 45 procent. Detta är ett resultat av en absolut minskning av oljeanvändning i uppvärmningssystemet med ca 40 procent och en ökning i transportsystemet med knappt 10 procent. I ett något längre perspektiv kan denna utveckling snart medföra att transportsystemet blir dominerande i regionens oljeberoende.

- Av de energisamband som analyserats i REGI kom beroendet mellan regionstruktur, transporter och energi att belysas sämst. Som framgått utvärderades i första hand sambandet mellan några regionstrukturer, pendling och energianvändningen för persontransporter och dessa visade på betydande öknings av energianvändningen för arbetsresor om man övergår från en kompakt till en mer gles struktur av arbetsplatser och boende.

I övrigt kom detta problemområde i första hand att analyseras i anslutning till det sk Nynäskombinatet, där syntetisk framställning av metanol eller andra drivmedel var en av huvudpoängerna i ett system med flerproduktsfördelar som främsta egenskap. I projektet initerades också både seminarier och studier kring alternativa drivmedel.

Den internationella prisutvecklingen medförde emellertid att frågan tappade aktualitet. Den kan behöva återupptas om prisutsikterna förändras kraftigt. Som tidigare betonats verkar det nu viktigare att behandla frågor om regionens framtida struktur av vägar, flyplatser, järnvägar mm från andra utgångspunkter än renodlat energitekniska. De senare bör istället ses som en delaspekt på frågor om trängsel, miljöproblem, behovet av ringleder, tredje generationens pendlingsmönster med ökad integration i hela Mälardalen mfl framtidsfrågor.

- Med en bred systemanalytiskt upplagd metodik kan man relativt snabbt bygga upp en betydande kompetens för framtidsstudier av komplicerade samband mellan teknisk, ekonomisk och rumslig utveckling i en storstadsregion. Den huvudsakliga modellapparaten i REGI utvecklades under en intensiv arbetsperiod som omfattade ca ett och ett halvt år. Därefter var det möjligt att gå in i en slags första produktionsfas, där resultat utvärderas och ställdes mot andra studier och analyser och där olika strategier kan formuleras.
- Däremot talar erfarenheterna för att det är mycket svårt att hålla en sådan kompetens intakt under flera år. Problemet av den karaktär som kom att behandlas inom ramen för REGI gällde inte bara storskaliga projekt. De krävde också storskaliga insatser från de engagerade organen under en relativt begränsad tid. Detta gällde speciellt system-, dator- och programmeringskompetens, som efter REGI-projektets huvudsakliga genomförande, trots kontorens resurser har varit mycket svårt att vidmakthålla. Denna observation talar slutligen för att det sannolikt krävs mer genomtänkta organisationsformer än i fallet med REGI om man önskar vidmakthålla och utveckla en hög systemanalytisk kompetens för region- och annan översiktlig samhällsplanering.

FÖRTECKNING AV BILAGOR

- Bilaga 1. FoU-PROGRAM
"REGIONPLANERING OCH FRAMTIDA ENERGISYSTEM"
Mars 1979
2. ARBETSPROGRAM FÖR REGI
Mars 1981
3. LÅNGSIKTIGA BEFOLKNINGSSCENARIER FÖR
STOCKHOLM LÄN
Augusti 1981
4. INTERNATIONELLA ENERGIPERSPEKTIV
December 1982
5. STOCKHOLMSREGIONENS ENERGIPLANERING
November 1981
6. FRAMTIDSBILDER FÖR STOCKHOLMSREGIONEN
December 1982
7. LONG-TERM ENERGY SUPPLY STRATEGIES FOR
STOCKHOLM CITY
April 1982
8. YTTRANDE ÖVER STOSEB 80
Februari 1982
9. BILAGOR TILL YTTRANDE ÖVER STOSEB 80
Februari 1982
10. 1983 STOCKHOLM COUNTY ENERGY SYSTEM ANALYSIS
September 1983
11. SAMHÄLLSPLANERING OCH ENERGI.
OM SAMBAND MELLAN ÖVERSIKTLIG FYSISK
STRUKTUR OCH ENERGISYSTEM
Augusti 1985
12. KRAFTVÄRMEPRODUKTION OCH INVESTERINGS-
VILLKOR I STOCKHOLM
April 1985
13. LARGE-SCALE ENERGY PROJECTS:
ASSESSMENT OF REGIONAL CONSEQUENCES
IIASA 1985

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 781279-2 från Statens råd för byggnadsforskning till Stockholms läns landsting, Regionplanekontoret, Stockholm.

R4: 1988

ISBN 91-540-4848-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6708004

Abonnementsgrupp:
X. Samhällsplanering

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirka pris: 39 kr exkl moms