



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**

**R6:1983**

# **Metoder för analys och planering av bebyggelse- och transportsystem**

**Lars Lundqvist**

*K/  
MW*

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
A.nr	
Plac	<i>ser</i>

**Byggeforskningsrådet**

R6:1983

METODER FÖR ANALYS OCH PLANERING AV  
BEBYGGELSE- OCH TRANSPORTSYSTEM

Lars Lundqvist

Denna rapport sammanfattar forskning som hän-  
för sig till forskningsanslag Bs 471, 750550-0,  
780335-7 och 810930-5 från Statens råd för bygg-  
nadsforskning till Samhällsplaneringsgrupp vid  
Matematiska institutionen, Tekniska högskolan,  
Stockholm.

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

Stort tack till Gunhild Melin, Samhällsplaneringsgruppen, som skrivit ut manuskriptet och till Gunilla Jonsson, Läromedelscentralen, KTH, som illustrerat rapporten.

R6:1983

ISBN 91-540-3860-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1983

## FÖRORD

Samhällsplaneringsgruppen har bedrivit forskning sedan 1969 med stöd huvudsakligen från BFR. Forskningen har omfattat matematiska modeller för planering, utvärdering och prognostisering av bebyggelse- och transportsystem och har varit inriktad mot kunskapsuppbyggnad och systemkompetens.

Sedan starten har forskningen motiverats och stimulerats av nära kontakter med olika planeringsorgan. Såväl delar av metodutvecklingsarbetet som vissa tillämpningar har finansierats av utredningar och myndigheter.

Forskningen har avrapporterats på åtminstone tre sätt:

- internationellt publicerade uppsatser (för vetenskaplig kvalitetskontroll och kontakter med forskarsamhället)
- svenska uppsatser och rapporter direkt riktade till avnämare (utredningar, planeringskontor, etc.)
- svenska och internationella konferenser riktade mot både planerare och forskare

Syftet med denna rapport är att sammanfatta resultat från Samhällsplaneringsgruppens forskning om *metoder för översiktlig inomregional bebyggelse- och transportplanering*. En betydande del av detta arbete initierades inom ramen för det s.k. TRANSLOK-projektet vid Generalplaneberedningens kansli och sedermera Regionplanekontoret i Stockholm.

Stora delar av gruppens forskning berörs endast marginellt i denna rapport. Det gäller t.ex. forskning kring migration och regional utveckling, kring bostadsmarknad och bostads efterfrågan, kring sökprocesser och icke-prisstyrda marknader. Forskningen om mått på planuppfyllelse och generella, informationsteoretiskt baserade prognosmetoder behandlas också synnerligen ofullständigt. I stället ligger tyngdpunkten på en beskrivning av TRANSLOK som ett modellsystem och på ett antal tillämpningar av skilda delmodeller. Genom att hålla framställningen fri från matematiskt symbolspråk och genom att illustrera modellernas egenskaper med hjälp av tillämpningsexempel hoppas jag att rapporten skall vara läsbar för alla som är intresserade av dess innehåll. Några specialkunskaper krävs inte. I Appendix preciseras modellernas matematiska struktur.

Modellutveckling och modelltillämpning är ett sätt att analysera verkligheten. Förändrade förutsättningar kräver därför vidareutveckling och anpassning av ett modellsystem av TRANSLOK:s typ. I rapporten redovisas hur 70-talets förändrade planeringsförutsättningar påverkat modellarbetet. Vidare innehåller rapporten en genomgång av forskningsbehov inför 80-talet baserade på TRANSLOK-arbetet och erfarenheter från liknande modellsystem i andra länder.

Stockholm i juni 1982

Lars Lundqvist  
Samhällsplaneringsgruppen

# INNEHÅLL

## SAMMANFATTNING

V - XII

Del I:	MODELLER OCH MODELLSYSTEM	1
	1. Utveckling av ett modellsystem - TRANSLOK	3
	2. Modellsystemets egenskaper	9
	3. Delmodellernas egenskaper	13
	4. Utvärderingsmått - tillgänglighet och lokal områdeskvalité	17
	5. Osäkerhet och målkonflikter - handlingsutrymme och handlingsfrihet	24
Del II:	TILLÄMPNINGAR	29
	6. Regionala framtidsbilder - MORSE	31
	7. Långsiktig regionstruktur - SALT	46
	8. Samtidig lokalisering av flera verksamheter - MALOK	79
	9. Detaljerad lokalisering av en verksamhet - SALOK	100
	10. Användning av transportsystemen - TRAMA	124
Del III:	SLUTSATSER	135
	11. Erfarenheter	137
	12. Forskningsbehov	140
APPENDIX 1	Läsanvisningar och referenser	145
APPENDIX 2	Modellernas matematiska formulering	155

## SAMMANFATTNING

TRANSLOK är ett modellsystem för bebyggelse- och trafikplanering av regioner och kommuner. Modellsystemet har successivt utvecklats och tillämpats under 1970-talet. I denna rapport beskrivs modellsystemets egenskaper och ges exempel på tillämpningar av olika delmodeller. Slutligen sammanfattas några erfarenheter från arbetet med matematiska modeller av bebyggelse- och transportplaneringsproblem och ett antal forskningsuppgifter som aktualiserats under arbetets gång formuleras. Särskilt understryks behovet av systemanalytiska ansatser för analys av samband mellan fysisk planering, ekonomisk planering och energi-planering.

Modeller och modellsystem

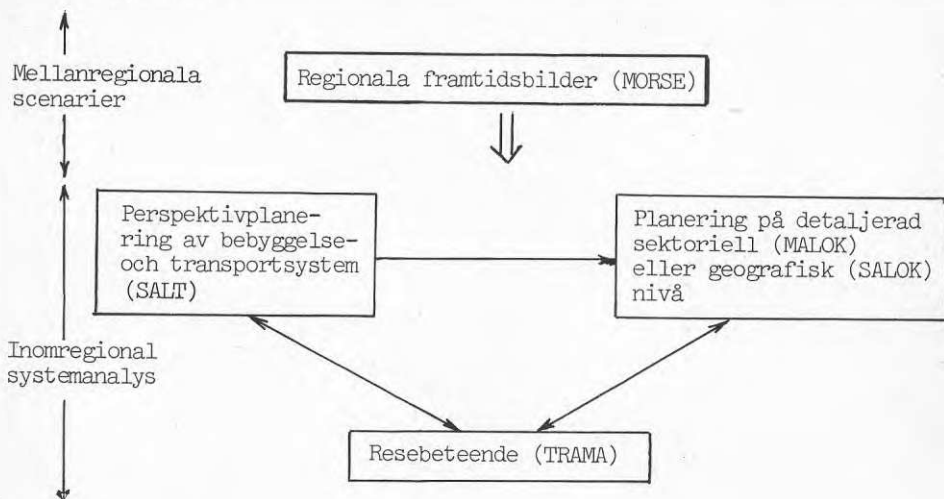
All planerings- och prognosverksamhet utgår från föreställningar om verkligheten. Den matematiska modellen utgör en förenklad och formaliserad beskrivning av verkligheten. Den behandlar i allmänhet endast vissa delaspekter av ett planeringsproblem och bygger på givna förutsättningar. Dessa egenskaper karaktäriserar alla "modeller" (föreställningsramar, mentala modeller) som bidrar till planeringsprocessen. Den matematiska modellen skiljer sig från intuitiva föreställningar genom att den är fullständigt preciserad till priset av ökad förenkling, vilket t.ex. innebär att den matematiska modellens förutsättningar kan redovisas i klartext och kritiskt granskas. Genom ändringar i modellstruktur och modellförutsättningar kan den matematiska modellen generera kunskap om ett planeringsproblem. Det är sannolikt i denna (indirekta) roll av pedagogiskt hjälpmedel som den matematiska modellen kan få störst betydelse inom samhällsplaneringen.

Bebyggelse- och transportplanering kännetecknas av komplicerade ömsesidiga beroenden (mellan aktörer, mellan samhällsstruktur och aktörers beteende), målkonflikter och osäkerhet. 70-talets snabbt förändrade planeringsklimat understryker vikten av handlingsberedskap och strategiska synsätt. Matematiska modeller bör kunna bidra till att förbättra kunskapen om systemsamband och handlingsfrihet inom bebyggelse- och transportplaneringen. Utformningen av TRANSLOK:s modellsystem skall ses i detta perspektiv.

TRANSLOK:s modellsystem har växt fram under en tioårsperiod. Följande "systemkrav" utgjorde utgångspunkten för modellarbetet:

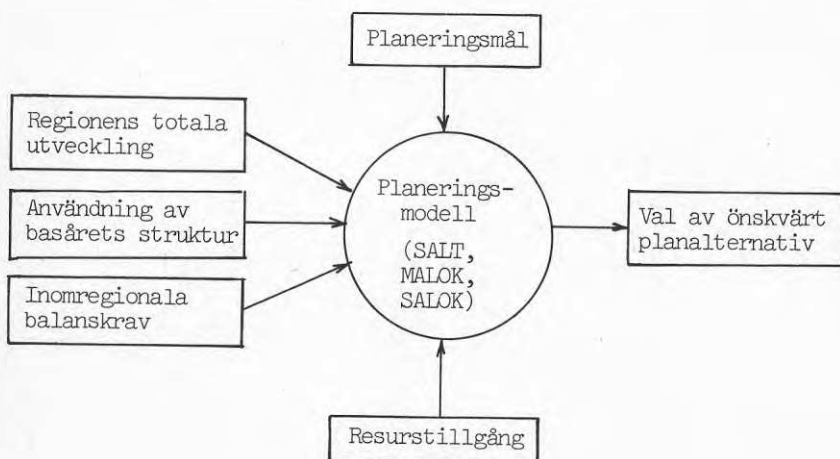
- grundläggande ömsesidiga beroenden mellan bebyggelse- och transportsystem skall behandlas
- modellerna skall kunna hantera målkomponenter och målkonflikter
- olika tidsperspektiv skall täckas in
- osäkerheter skall beaktas
- modellsystemet skall vara anpassbart till nya planeringsförutsättningar
- bebyggelse- och transportsystemen skall beskrivas med en noggrannhet som är intressant för praktisk planering

Dessa krav kan inte samtidigt klaras av inom ramen för en totalmodell. I stället utformades TRANSLOK som ett modellsystem bestående av ett antal delmodeller med specifika uppgifter:



Modellsystemet består av olika typer av *delmodeller*: normativt orienterade "planeringsmodeller", prognosorienterade "förklaringsmodeller" och metoder för utvärdering av planegenskaper. Planeringsmodellerna (MORSE, SALT, MALOK, SALOK) söker beräkna önskvärda alternativ för samhällsbyggandet på olika nivåer (sektoriellt, geografiskt) och i olika tidsperspektiv. Prognosmetoder behövs för att analysera förväntad funktion hos bebyggelse- och transportsystem. Utvärderingsmått används för att sortera fram gynnsamma planalternativ (i planeringsmodellerna eller i den vanliga planeringsprocessen).

TRANSLOK:s delmodeller har utformats med tanke på flexibel användning. De kan utnyttjas separat eller samköras i olika konfigurationer. De inomregionala planeringsmodellerna har följande principiella uppbyggnad:





*Planeringsmålen* har ägnats betydande uppmärksamhet i anslutning till TRANSLOK-arbetet. Två grundläggande klasser av utvärderingsmått har använts: mått på tillgänglighet och mått på lokal områdeskvalité. Dessa kan betraktas som stabila inslag i 70-talets debatt om mål för den fysiska planeringen. De spelar även en stor roll för teoribildning och forskning om jämvikt och välfärd i urbana system. Ett flertal mått på tillgänglighet och områdeskvalité har byggts in i TRANSLOK:s lokaliseringmodeller för att medge flexibilitet och anpassbarhet till olika planeringssituationer.

Existensen av *målkonflikter* och bred *osäkerhet* om framtiden har noga beaktats vid utformningen av TRANSLOK:s modellsystem. Målkonflikternas natur kan klart och tydligt illustreras om modellerna gör det möjligt att studera *handlingsutrymme* i förhållande till ett antal målkomponenter. I TRANSLOK:s fall studeras speciellt mängden av "effektiva" regionstrukturer som svarar mot olika avvägningar mellan tillgänglighet och lokal områdeskvalité. Ett sätt att möta osäkerhet om framtida värderingar inom den fysiska planeringen är att sträva efter robusta beslut som bevarar handlingsfriheten. TRANSLOK:s modellsystem har en uppbyggnad som underlättar analys av handlingsutrymme och *handlingsfrihet*.

#### Tillämpningar

##### 1. Regionala framtidsbilder - MORSE

Som underlag för kommunal och regional planering behövs framtidsbilder innehållande information om bl.a. ekonomi och sysselsättning. Dessa regionscenarier bör vara sinsemellan samstämmiga och kopplade till nationella och internationella utvecklingsperspektiv.

MORSE är en flerperiodig och flerregional input-output modell vars syfte är att bidra till sådana samstämmiga bedömningar av regionalekonomiska framtidsbilder. Modellen är uppbyggd kring fullständiga försörjningsbalanser på regional nivå i varje tidsperiod. Dessa länkas samman av leveranssamband och investeringssamband. Ett nationellt bytesbalanskrav formuleras för varje tidsperiod. Modellen medger slutligen att ambitioner beträffande konsumtionstillväxt, sysselsättning och energianvändning kan uttryckas antingen som mål (att optimera) eller restriktioner (att satisfiera) eller bådadera.

MORSE har tillämpats på 9 sektorer i 8 regioner ( däribland Stockholm) och 3 femårsperioder (1975-1990). Först beräknas ett referensalternativ och därefter görs ett antal känslighetsanalyser med avseende på förändrade kalkylförutsättningar. Resultaten visar bl.a. en långsam sysselsättningsutveckling i Stockholmsregionen samt lägre ekonomisk tillväxt och snabbare tillväxt av den offentliga konsumtionen i Sverige jämfört med 1978 års långtidsutredning. Stockholmsregionen visar sig mindre känslig för olika förändringar i beräkningsförutsättningarna än riket i genomsnitt. Detta gäller med två undantag. Stockholmsregionens ekonomi visar stor känslighet för ändringar i konsumtionens regionala fördelning och i de regionala leveransmönstren.

## 2. Långsiktig regionstruktur - SALT

Långsiktig fysisk översiktsplanering syftar till att samordna bostädernas och arbetsplatsernas lokalisering och transportsystemens uppbyggnad. De ömsesidiga beroendena mellan markanvändning och transportnät är starka. Långa tidsperspektiv innebär att osäkerheter måste beaktas och att analyser av handlingsfrihet får särskild betydelse.

SALT är TRANSLOK:s delmodell för analys av den långsiktiga regionstrukturen. Modellen söker utbyggnadsmönster för bostäder och arbetsplatser samt förbättringar av transportsystemen som, med hänsyn till givna resurser, ger så bra måluppfyllelse som möjligt. Planeringsmålen är formulerade i termer av kontaktkostnad och täthet. Restriktionerna innehåller förutom resursbegränsningar uppgifter om totalantalet boende och sysselsatta vid planeringshorisonten samt undre och övre gränser på antalet boende resp. sysselsatta i varje regiondel. Modellen kan användas för samtidig analys av bostäder, arbetsplatser och transportsystem. Den kan också utnyttjas för partiella studier av markanvändning eller transportsystem.

I rapporten redovisas tre typer av tillämpningar:

- målkonflikter och handlingsutrymme

På mycket översiktlig nivå (10 regiondelar, 13 transportförbättringar) och på mera detaljerad nivå (20 delområden, 22 transportförbättringar) beskrivs samband mellan regionplanemål och regionstrukturer på lång sikt. Målkonflikter illustreras i tabeller och diagram. Valet av kontaktkostnadsmått och avvägningen mellan kontaktkostnad och täthet bestämmer såväl graden av kompaktet i bebyggelsen som utbyggnadsriktningar och graden av integration mellan bostäder och arbetsplatser.

- inomregionala obalanser i måluppfyllelse

SALT kan även användas för analys av konflikter mellan regionala effektivitets- och fördelningsmål. Våra kalkyler utnyttjar områdesvisa olägenhetsvärden sammansatta av medelrestid och täthet. Beräkningarna visar att betydande förbättringar kan åstadkommas för det område som har det sämst (genom medveten planering av bebyggelse och transportsystem) till priset av måttlig försämring för regionen som helhet.

- osäkerhet och handlingsfrihet

Modellen kan användas för analys av hur kortsiktiga utbyggnadsalternativ påverkar handlingsfriheten på längre sikt. Vi redovisar sådana kalkyler baserade på två regionplaneförslag för Stockholm. Det visar sig att båda förslagen är tämligen extremt orienterade mot glesa regionstrukturer och att därigenom möjligheterna att på sikt uppnå regionstrukturer med låg kontaktkostnad begränsas.

### 3. Samtidig lokalisering av flera verksamheter - MALOK

En noggrann behandling av de ömsesidiga beroendena mellan olika verksamheter kan endast ske om markanvändningsproblemet frikopplas från transportplaneringsproblemet. Genom fixering av transportsystemens kapacitet och antaganden om deras funktion kan utrymme skapas för samtidig lokalisering av flera (ömsesidigt beroende) verksamheter över en eller flera framtida tidsperioder. Via samkörning med en trafikprognosmodell kan rimligheten i gjorda antaganden om res-tider och reskostnader prövas.

MALOK är TRANSLOK:s delmodell för samtidig lokalisering av flera verksamheter mot bakgrund av ett transportsystem med given struktur och funktion. Modellen finns i två versioner som skiljer sig beträffande behandlingen av bostads-efterfrågan och möjligheterna att omlokalisera verksamheter inom befintligt byggnadskapital. Båda modellversionerna lokaliserar boende och varu-/tjänsteproducerande verksamheter så att ett olägenhetsmått sammansatt av kontaktkostnad, tät-het och byggkostnad minimeras. I MALOK:s restriktionssystem stipuleras att givna totalvolymen och varu-/tjänste-produktion och befolkning skall lokaliseras och att vissa resursbegränsningar (arbete, kapital, mark) skall beaktas. Markttillgången kan ökas genom att en särskild sektor för lokal infrastruktur "producerar" exploateringsbar mark. MALOK tillåter vidare viss behandling av sanerings- och omvandlingsproblematiken.

Tre typer av tillämpningar med MALOK redovisas:

- markanvändningseffekter av transportinvesteringar
- skillnader mellan resultat från de båda MALOK-versionerna
- yttillgångens betydelse för den regionala strukturen; speciellt ökad yttillgång p.g.a. nedläggning av Bromma flygfält

Vi visar hur transportinvesteringars inverkan på markanvändningen kan åskådliggöras i fallet med flera mål. Vår analys kan ses som ett alternativ till cost-benefit kalkyler när planeringsproblemet innehåller många, svårjämförbara mål och/eller genuin osäkerhet om framtida värderingar.

Sättet att beräkna yttillgången i regionens delområden visar sig ha stor inverkan på val av utbyggnadsriktningar och regionstruktur. Tre alternativ innebärande olika grad av restriktivitet i markanvändningen har undersökts. I vart och ett av fallen har konsekvenserna av ett tillskott av yta i det nordvästra kransområdet motsvarande Bromma flygplats studerats. Resultaten antyder att ett väl avvägt bostadsbyggande på Bromma-marken förefaller vara det mest robusta alternativet, att de regionala följdverkningarna av Brommafältets exploatering ej är försumbara samt att tillskottet av Bromma-mark påverkar den inomregionala balansen (nord-syd) negativt.

#### 4. Detaljerad lokalisering av en verksamhet - SALOK

Även om transportsystemens kapacitet och funktion antas fixerade kan det övergripande markanvändningsproblemet endast hanteras på översiktlig nivå (högst ca. 25 områden). Endast om alla verksamheter utom en förutsättes ha given lokalisering finns utrymme för en geografiskt mycket detaljerad analys (100-tals delområden).

SALOK är TRANSLOK:s delmodell för detaljerad lokalisering av en verksamhet. Modellen har hittills huvudsakligen använts för lokalisering av bostäder. En given totalbefolkning vid planeringshorisonten lokaliseras så att lokala och delregionala restriktioner uppfylls och så att modellens planeringsmål, sammansatt av kontaktkostnad, täthet och servicekostnader, minimeras. De lokala restriktionerna anger minimal och maximal befolkning i varje delområde med hänsyn till utglesning, yttillgång, teknisk försörjning etc. De delregionala restriktionerna stipulerar maximal befolkning inom upptagningsområdet för vissa transportlänkar eller andra försörjningssystem.

En första variant av SALOK utvecklades på uppdrag av Göteborgsregionens kommunalförbund för analys av regionala bostadsbyggnadsprogram. Modellens kontaktkostnadsmått innehöll restider till arbete, service och rekreationsområden. Modellresultaten utnyttjades vid utarbetandet av förslag till långsiktiga planeringsramar för kommunernas bostadsbyggande.

Olika varianter av SALOK har använts för analyser av långsiktiga befolkningsfördelningar i Stockholmsregionen. Som underlag för energiplanering har i samarbete med Regionplanekontoret gjorts beräkningar av energilefterfrågans långsiktiga fördelning (energitätheter för 105 kommundelar) som i princip bygger på ett fullföljande av intentionerna bakom gällande regionplan. På uppdrag av Trafikkontoret har SALOK utnyttjats för analyser av hur förändringar i transportsystemen påverkar olika bostadsområdens attraktivitet. Gemensamt för dessa långsiktscalkyler är att de förutsätter en kalibreringsprocess som innebär att modellens utvärderingsmått justeras så att SALOK:s resultat för 1990 överensstämmer med regionplanen. I samband med kalibreringen har även känslighetsanalyser av regionplanens befolkningsfördelning utförts genom systematiska ändringar i de bakomliggande planeringsförutsättningarna.

Arbete pågår för närvarande med utveckling av en SALOK-variant som är anpassad till planeringssituationen i Uppsala kommun. Därvid har stor vikt lagts vid hänsyn till ekonomiska aspekter på den översiktliga fysiska planeringen. Hittills har kostnader för vattenförsörjning och det obligatoriska skolväsendet byggts in i modellen. Preliminära resultat tyder på att det föreligger svårigheter att finna bebyggelsestrukturer som ger låga kostnader för vattenförsörjning och skolor och samtidigt är effektiva med hänsyn till välfärdsmål (tillgänglighet, småskaliga boendemiljöer).

## 5. Användning av transportsystemen - TRAMA

För en samstämmig analys av bebyggelse- och transportplanering krävs att planeringsmodellernas utvärderingsmått bygger på rimliga uppskattningar av förväntat resebeteende. Trafikprognosmodeller behövs sålunda för att pröva om lokaliseringsmodellernas resultat (markanvändning) är förenliga med deras grundläggande utgångspunkter (restider, lägesfördelar).

TRAMA är en transportmarknadsmodell som innehåller efterfrågesamband för bil- och kollektivtrafik och utbudssamband för biltrafik. Efterfrågesambanden anger hur antalet arbetsresor mellan par av områden beror på förhållanden i resp. område (dag- och nattbefolkning, bilinnehav) samt trafikstandarden mellan områdena inkl. bilreshastighet. Utbudssambanden för bilresor anger hur bilreshastigheten mellan par av områden beror på tillgänglig vägkapacitet och antalet bilresor mellan resp. områdespar.

Tre typer av studier av samband mellan lokaliseringsmönster och prognosticerat resebeteende i Stockholmsregionen redovisas:

- långsiktig regionstruktur och arbetspendling

TRAMA har använts för utvärdering av sex långsiktiga regionstrukturer framtagna av Regionplanekontoret som ett led i arbetet på Regionplan 78. Stora skillnader kan konstateras mellan alternativen, särskilt beträffande andelen lokala arbetsresor och inpendlingen till innerstaden.

- restidsprognoser för två regionplanealternativ

Med hjälp av TRAMA kan visas att skillnaden i lokaliseringsmönster mellan två regionplanealternativ för år 1990 inte är tillräckligt stor för att ge upphov till markant skilda trängselförhållanden i vägnätet.

- användning av TRAMA i kombination med SALT

TRAMA har utnyttjats för att pröva samstämmigheten mellan restidsantaganden i SALT och resulterande lokaliseringsmönster. Slutsatsen blev att den regionala utbyggnaden kan påverka prognosticerade restider på ett icke försumbart sätt. De verkligt stora effekterna är dock så få att samstämmighet bör kunna uppnås efter ett litet antal iterationer mellan modellerna.

### Slutsatser

Matematiska modeller för bebyggelse- och transportplaneringsproblem är ett okonventionellt forskningsområde som saknar självklar hemortsrätt inom traditionella discipliner. Det är relativt nytt, metodmässigt förankrat, tvärvetenskapligt och tillämpat. Den okonventionella profilen gör att forskningsmiljön får speciell betydelse för forskningens produktivitet.

TRANSLOK:s modellsystem har utformats och tillämpats i samarbete mellan metodorienterade planerare och fristående forskare med systemanalytisk kompetens. För problemdriven forskning av god kvalitet är ett sådant samarbete en vik-

tig förutsättning. Ett problem i tillämpad forskning är att förena kortsiktig relevans i ett ständigt skiftande planeringsklimat med tidskrävande metodutvecklingsarbete. Den kanske enda lösningen på detta dilemma är att inrikta forskningen mot grundläggande frågeställningar med stor hållbarhet och samtidigt satsa på en flexibilitet som medger anpassning av modellerna till specifika planeringssituationer.

Karakteristiskt för hittills utförda tillämpningar av TRANSLOK är att enskilda delmodeller utnyttjats för specifika uppgifter. Vidare har vi kunnat konstatera att prognosmodeller och utvärderingsmått lättare kan accepteras som reguljära inslag i planeringsprocessen än de syntesinriktade planeringsmodellerna som kräver mera samarbete mellan forskare och planerare. TRANSLOK-arbetet som helhet har troligen haft en svårsmätbar inverkan på begreppsbyggnad och synsätt inom planeringen.

Ett modellsystem av TRANSLOK:s typ blir aldrig färdigutvecklat. Befintliga modeller kan förbättras, användbarheten kan ökas och nya delmodeller kan utvecklas för att öka slagkraften. Det finns också behov av att pröva TRANSLOK:s modellsystem på mindre och medelstora kommuner.

Under modellarbetets gång har det skett snabba förändringar i planeringsklimatet. Förändringarna har gällt planeringens roll, valet av tidsperspektiv, graden av osäkerhet och planeringens målinriktning. Energihänsyn har fått hög prioritet samtidigt som den ekonomiska stagnationen ställt kommunerna inför en nya situation. Bebyggelse- och transportplaneringen har en nyckelroll när det gäller att uppnå energipolitiska mål och ett effektivt resursutnyttjande på sikt. Sammantaget finns det därför behov av metoder som kan belysa samband mellan fysisk planering, ekonomisk planering och energiplanering och som särskilt uppmärksammar målkonflikter och osäkerheter. Det finns med andra ord behov av systemanalytiska ansatser inom samhällsplaneringen under 80-talet.

## D E L I

M O D E L L E R O C H

M O D E L L S Y S T E M





## 1. Utveckling av ett modellsystem - TRANSLOK

### 1.1 Modellbegreppet

All planerings- och prognosverksamhet utgår från föreställningar om verkligheten. I samhällsplanering används t.ex. information om olika verksamheters sätt att fungera, deras inbördes samband och deras betydelse för hela samhällets utveckling. Vi kan kalla dessa grundläggande föreställningar om verkligheten för en *mental* bild eller *modell* av samhället. Varje sådan modell är med nödvändighet en förenklad beskrivning av verkligheten. Vissa delar av en mera total samhällsuppfattning ställs i fokus och vissa särskilt betydelsefulla samband uppmärksammas. Den mentala modellens innehåll bestäms sålunda av perspektivet, av syftet med planerings- och/eller prognosverksamheten. Vid skissning eller annan alternativgenerering med intuitiva metoder innehåller den mentala modellen en uppsättning ambitioner och ett antal faktorer som begränsar alternativmängden. Vid trendframskrivningar innehåller den mentala modellen överväganden om stabilitet hos grundläggande utvecklingstendenser.

De mentala modeller av verkligheten som ligger till grund för planer och prognoser beskrivs vanligen verbalt i planeringsdokument och underliggande arbetsmaterial. Ofta tenderar denna beskrivning att bli tämligen allmän. Detta beror bl.a. på planeringsprocessens komplexitet: politiker, experter och övriga medaktörer med olika erfarenhetsbakgrund ser ett visst planeringsproblem utifrån skilda perspektiv. Det sammanfattande plandokumentet får därför karaktären av en kompromiss mellan olika synsätt.

En *matematisk modell* är en formaliserad beskrivning av verkligheten. Beteendesamband, tekniska funktionssamband, resursbegränsningar och andra komponenter i det undersökta systemet uttrycks i kvantifierbara storheter och relationer. Den matematiska modellen går således jämfört med mentala modeller ytterligare ett steg mot preciserbarhet: förutsättningar och värdeantaganden kan redovisas och penetreras med stor exakthet. För att samtidigt bli praktiskt hanterbar måste den matematiska modellen ofta begränsas eller förenklas jämfört med vad som intuitivt kan tyckas vara en rimlig beskrivning av verkligheten. Den stora "totalmodellen" är sällan varken möjlig eller önskvärd. I stället används matematiska modeller, precis som de flesta mentala modeller, vanligen för analys av vissa delaspekter av verkliga planeringsproblem. I likhet med intuitiva metoder är matematiska modeller inte värderingsfria. En av de matematiska modellernas fördelar är att förenklingar och värderingsmässiga utgångspunkter kan klargöras, kritiserats och bedömas.

Denna rapport behandlar samhällsplaneringsmetoder baserade på användning av matematiska modeller. Begreppen metod och modell kommer därför ofta att användas synonymt. Modellanvändning skall inte ses som ett substitut för annan planeringsverksamhet. Snarare kan matematiska modeller och metoder komplettera och berika traditionella planerings- och prognosansatser. Störst betydelse kan formella modeller

sannolikt få i rollen som *pedagogiska hjälpmedel*. Modellresultat kan bidra till ökad förståelse för komplicerade ömsesidiga beroenden och förbättrad intuition när det gäller samband mål/medel, uppfattning av handlingsutrymme och betydelsen av olika sorters osäkerhet. Indirekt kan således matematiska modeller spela en roll som i mycket liknar andra aktörers: att bidra med preciserad kunskap om delsystem och delaspekter som underlag för mera övergripande bedömningar.

## 1.2 Matematiska modeller i bebyggelse- och transportplanering

Vi har redan antytt några av de för- och nackdelar som rent allmänt är förknippade med användning av formella modeller. I detta avsnitt skall ytterligare motiveras varför matematiska modeller har utvecklats och tillämpats i bebyggelse- och transportplaneringssammanhang.

En stadsregion kännetecknas av starka inbördes samband mellan olika verksamheter. Utan dessa *ömsesidiga beroenden* skulle verksamheterna kunna spridas över en större yta. Agglomerationsekonomi, stordriftsfördelar och kommunikationspotential har nämnts bland huvudmotiven för städernas existens. Transportsystemet är vitalt för möjligheterna att dra nytta av närheten till olika verksamheter. Vi kan således konstatera det tämligen självklara förhållandet att ömsesidiga beroenden mellan verksamheters lokalisering och transportsystemens utformning är av grundläggande betydelse för en stadsregions sätt att fungera. Kombinationen av flera verksamheter, många delområden och ett stort antal tänkbara transportnät gör problemet att planera en stadsregion mycket komplicerat. De ömsesidiga beroendena nödvändiggör i princip en samtidig analys av samtliga verksamheter och transportsystem.

Inom bebyggelse- och transportsystemet verkar en rad aktörer: individer, hushåll, företag och organisationer. De olika *aktörernas beteende* påverkas av resursbegränsningar och ambitioner. Varje aktörs handlingsfrihet begränsas både av egna resurstillgångar och samhällets organisation. Varje aktör strävar normalt efter att uppfylla ett antal önskemål som står i konflikt med varandra. Planerande myndigheter har som särskild uppgift att påverka *samhällsbyggandet* i enlighet med övergripande välfärds mål för hela kollektivet av aktörer. Även dessa välfärds mål är i allmänhet sammansatta av en rad målkomponenter som ofta står i konflikt med varandra. Måluppfyllelsen beror på det samlade resultatet av de enskilda aktörernas beteende och av förändringar i samhällets struktur och organisation. Vi har således ett system där de olika aktörernas beteende och samhällsbyggandet ömsesidigt betingar varandra. Såväl de olika aktörerna som samhällsbyggandet drivs av mångdimensionella strävanden. *Målkonflikter* och flerdimensionella beskrivningar av *handlingsutrymme* blir därför centrala både på mikro- och makronivå.

Planering av bebyggelse- och transportsystem omfattar med nödvändighet långa tidsperspektiv. De strukturella effekterna av nya transportinvesteringar eller förändrade

utbyggnadsprinciper faller ut över en lång tidsperiod och kräver därför i princip långa planeringsperioder som är relaterade till byggnaders och transportinvesteringars livslängd. Mot detta argument för långsiktighet står att osäkerheten om värderingar och tekniska och ekonomiska förutsättningar ökar över tiden. I särskilt hög grad gäller denna ökande *osäkerhet* människors och företags beteende. Vi vet att lokalutnyttjande, boendetäthet och färdmedelsval är känsliga för ändringar i priser och inkomster. Pris- och inkomstbildning i sin tur sammanhänger med konjunkturförlopp, internationella marknadsförutsättningar och nationell ekonomisk politik. 70-talet har tydligt åskådliggjort hur förändrade planeringsförutsättningar snabbt kan slå igenom. Hantering av olika sorters osäkerhet och vikten av att utveckla ett *strategiskt synsätt*, som belyser de långsiktiga konsekvenserna av kortsiktiga handlingssätt framstår därför som centrala inslag i bebyggelse- och transportplaneringen. Alternativet kan lätt bli en kortsiktig anpassningsplanering som endast söker åtgärda akuta bristsituationer utan att beakta lösningar för framtiden.

Vi har i detta avsnitt betonat några viktiga egenskaper hos urbana system och planeringen av bebyggelse- och transportsystem. Ömsesidiga beroenden mellan aktörer och deras beteende, mellan aktörers beteende och samhällsutformningen, målkonflikter, osäkerhet och behovet av ett strategiskt synsätt är exempel på sådana systemegenskaper och systemkrav. Svårigheten att hantera dessa samtidigt är uppenbar. I praktiken har detta bl.a. yttrat sig i uppdelning av planeringsansvar mellan olika myndigheter. Så är t.ex. ansvaret för markanvändnings-, trafik- och energiplanering för Stockholmsregionen uppdelat på olika enheter, medan ett fjärde organ (länsstyrelsen) har huvudansvar för befolknings- och näringslivsprognoser. Den ökande osäkerheten har lett till korta planeringsperioder: samhällsbyggandet på 90-talet har i stort sett inte behandlats i gällande planer och program. Målkonflikter döljs delvis av det splittrade planeringsansvaret och ges sällan en klart uttalad behandling.

De ovan berörda egenskaperna hos urbana system innebär givetvis klara begränsningar också när det gäller möjligheten att utveckla och tillämpa matematiska modeller inom bebyggelse- och transportplanering. De innebär t.ex. att det knappast är realistiskt att söka utveckla en totalmodell som i ett slag gör anspråk på att hantera helheten. Samtidigt kan svårigheterna att med traditionella planeringsmetoder behandla alla dessa systemegenskaper ses som en utmaning. Matematiska modeller av bebyggelse- och transportsystem kan bidra till att förbättra kunskapen om systemberoenden, beteendesamband, målkonflikter, handlingsutrymme och handlingsfrihet. Detta ställer dock stora krav på modellernas utformning och användning. Och ännu en gång bör påpekas att även matematiska modeller i likhet med flertalet traditionella planeringsmetoder endast "ser" en del av verkligheten och gör detta ur vissa perspektiv.

Vad kan då vinnas med hjälp av matematiska modeller? Vi har redan pekat på att modellerna kan skärpa intuitionen och ge underlag för bedömningar när det gäller ömsesidiga

beroenden, målkonflikter och osäkerhet. Vi har också betonat att den matematiska modellens förutsättningar kan klart redovisas och ingående prövas. Här skall endast ytterligare några motiv för användning av matematiska modeller inom bebyggelse- och transportplanering anföras:

- matematiska modeller kan användas för att säkra *samsämmighet* i ett planeringsunderlag som ofta baserar sig på prognoser och bedömningar gjorda av skilda planeringsorgan
- modeller kan användas för att systematiskt pröva hur utfallet beror på ändringar i beräkningsförutsättningarna (*känslighetsanalys*)
- modeller bör helst baseras på ett *underlag* som tagits fram på ett *enhetligt* sätt och därför utgör en rimlig grund för jämförande analys
- användning av modeller för *konsekvensberäkningar* (av t.ex. ändrade trafiksystem) innebär att effekter av en viss systemförändring kan renodlas medan alla andra faktorer behålls oförändrade

Mot dessa fördelar står de förenklingar som är nödvändiga för att fånga in bebyggelse- och transportsystemen i matematiska modeller. Modellerna måste därför alltid bedömas i förhållande till sina förutsättningar och syften i en viss given planeringssituation.

### 1.3 Modeller och planering under en tioårsperiod

Det system av matematiska modeller för bebyggelse- och transportplanering (TRANSLOK) som redovisas i denna rapport har successivt utvecklats, tillämpats och modifierats under en tioårsperiod. Under denna period har stora förändringar skett i planeringsförutsättningarna, inte minst genom oljekrisen 1973 och dess följd effekter. En närmare granskning av hur de förändrade förutsättningarna påverkat modellarbetet kan därför tjäna som illustration till vårt tidigare konstaterande att matematiska modeller till viss del är situationsberoende, även om de behandlar grundläggande samband med större hållbarhet än de dagsaktuella problemställningarna.

1960-talet präglades av snabb ekonomisk tillväxt och urbanisering. Gällande planer blev inaktuella och nya utarbetades mot bakgrund av "rekordårens" trender. Så förutsattes t.ex. i Stockholms regionplanering fortsatt relativt snabb befolkningsökning, expanderande bilism och ökad ytstandard i boendet under perioden fram till sekelskiftet. Regionplanens roll blev att organisera expansionen av bebyggelse och infrastruktur på ett effektivt sätt. Verksamheterna i regionen grupperades med ledning av kontaktbehov och ytbehov och deras inbördes lokalisering bestämdes av en strävan att uppnå goda möjligheter till kontakter och transporter. De ömsesidiga beroendena mellan verksamheter och mellan bebyggelse- och transportsystem stod i centrum.

Det var i detta klimat av tillväxt och effektivitetssträvanden som de första lokaliseringsmodellerna för analys av

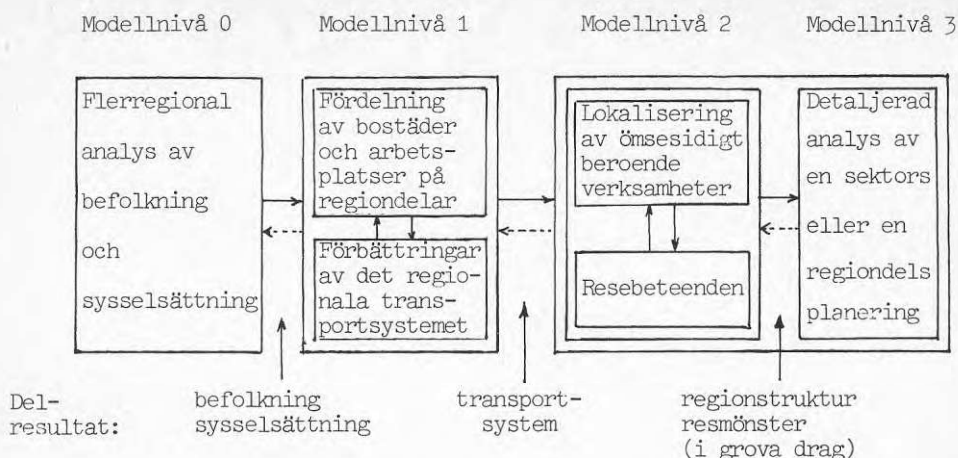
Stockholmsregionen utarbetades. Med hjälp av en "kontaktmodell" söktes långsiktiga regionstrukturer som maximerar kontaktmöjligheterna mellan verksamheter. Verksamheterna grupperades efter kontaktberoende och ytbehov. Olika transportsystem och färdmedelsfördelningar utgjorde underlag för beräkningarna. Resultaten visade bl.a. hur den optimala regionstrukturen påverkades av antaganden om kollektivtrafikandel och kontaktintensitet. Med modellens hjälp kunde också studeras hur fördelningspolitiskt inriktade strävanden till utjämning av regionala obalanser påverkade den önskvärda regionstrukturen.

Under 70-talets första hälft inträffade ett antal förändringar i samhällsutveckling och planeringsförutsättningar. Stockholmsregionens befolkningstillväxt avstannade och förbyttes t.o.m. i en kortvarig minskning. Oljekrisen ökade osäkerheten om framtida utveckling av energipriser, ekonomi och sysselsättning. Inflationen blev snabbare och bidrog till en drastisk förändring av bostadsbyggandets omfattning och inriktning. Dessa trender brott påverkade regionplaneringen. "Rekordårens" tillväxtoptimism och effektivitetssträvanden ersattes av osäkerhet om både planeringsförutsättningar och målsättningar. Fördelningspolitiska och sociala mål fick ökad tyngd. Den tilltagande komplexiteten i planeringen ledde till kortare planeringsperioder och strukturfrågorna kom att skymmas av detaljerade överväganden om fördelningen av tämligen marginella bebyggelsetillskott. Konflikterna om mål och medel i Stockholmsregionens planering blev tydliga på det politiska planet.

Erfarenheterna från "kontaktmodellen" låg till grund för det fortsatta modellarbetet under 70-talets första hälft. Såväl modellresultat som den allmänna debatten om Stockholms regionplanering hade pekat på behovet av en fördjupad analys i åtminstone fyra avseenden: befolknings- och näringslivsutveckling, samband mellan bebyggelse och transportsystem, behandling av målkonflikter samt hänsynstagande till osäkerhet i planeringsförutsättningar och mål. Ingen enskild modell eller metod förutsågs kunna behandla dessa aspekter med en detaljeringsgrad som var intressant för praktisk regionplanering. En grupp forskare och planerare bildades med uppgift att utarbeta ett modellsystem för prognoser och planering av bebyggelse- och transportsystem.

Under loppet av några år växte ett "modellpaket" fram. Den principella uppläggnings framgår av figur 1. TRANSLOK:s ursprungliga struktur var tämligen hierarkisk. Huvudtanken var att de olika modellnivåerna skulle kunna genomlöpas i tur och ordning utan alltför omständliga återkopplingar mellan nivåerna. Betoningen i utvecklingsarbetet låg på de långsiktiga inomregionala strukturfrågorna som behandlades på nivåerna 1 och 2.

De tillämpningar av TRANSLOK:s modeller som gjorts efter 1975 (se del II) har i samtliga fall skett med hjälp av delar av hela modellsystemet. Enskilda modeller har utnyttjats för avgränsade uppgifter. Den förändrade inriktningen av regionplaneringen, som ovan antytts, har givetvis bidragit till denna utveckling. De långsiktiga strukturfrågorna har rönt obetydlig uppmärksamhet medan huvudint-



Figur 1: Den ursprungliga uppläggnings av TRANSLOK:s modellsystem.

resset inriktats mot kompletteringsbebyggelse och utvärdering av skilda principer för arbetsplatsernas lokalisering under 80-talet.

Det förändrade innehållet i 70-talets regionplanering har således i hög grad påverkat användningen av TRANSLOK:s ursprungliga modellsystem. Den hierarkiska uppläggnings var knappast väl lämpad för att erbjuda flexibilitet och anpassningsmöjligheter till olika förändringar i planeringssituationen. Modellsystemets uppläggning har därför reviderats i riktning mot ett flexibelt "modul"-system. Även den fortsatta modellutvecklingen har influerats av 70-talets regionplanering. En geografiskt detaljerad delmodell för bostadslokalisering (nivå 3) har kompletterat tidigare modeller för översiktliga strukturfrågor. Inom Samhällsplaneringsgruppens forskning har vidare ägnats stor uppmärksamhet åt utvärderingsmetoder: (mått på tillgänglighet) och prognosmetoder (resmönster, näringslivsprognoser) för analys och konsekvensberäkningar av detaljerade planalternativ. I andra änden av modellsystemet (nivå 0) har gruppens forskning lett till nya metoder för att belysa alternativa regionalekonomiska framtidsbilder.

Många faktorer bidrar till att 80-talets planering tenderar att åter omfatta ett längre tidsperspektiv och ökad betoning av sambanden mellan bebyggelse- och transportsystem. Härtill bidrar framför allt energifrågornas stora betydelse under kommande decennier. Även den allmänna resursknapphet som förväntas under åtminstone den närmaste tioårsperioden gör att existerande infrastruktur behöver utnyttjas optimalt och nya strukturellt betydelsefulla satsningar måste prioriteras noga med hänsyn till sina effekter på både kort och lång sikt. Redan i remissyttrandena över Regionplan 78 framfördes krav på en förändrad inriktning av regionplaneringen. Planeringen skulle enligt dessa in-

tentioner omfatta handlingsprogram utarbetade mot bakgrund av långsiktiga strukturalternativ. Därigenom skulle målkonflikter, osäkerheter och grundläggande samordningsmöjligheter kunna analyseras i ett längre perspektiv och utgöra utgångspunkten för handlingsprogrammets detaljbedömningar av styrmedel och genomförandeproblem. Planeringen skulle syfta till att upprätthålla en handlingsberedskap snarare än att producera ett traditionellt plandokument.

Såväl erfarenheterna av TRANSLOK:s ursprungliga modellsystem och senare modellutveckling som regionplaneringens förändrade roll och innehåll har lett till den reviderade utformning av modellsystemet som redovisas i avsnitt 2. Även om Stockholmsregionen utgjort "drivhus" och "experimentfält" för TRANSLOK:s utveckling torde den ovan tecknade bilden av förändrade planeringsförutsättningar under en tioårsperiod kunna gälla många av Sveriges regioner och kommuner.

## 2. Modellsystemets egenskaper

Ett system av planerings- och prognosmetoder för översiktlig regional (eller kommunal) planering måste för att vara av praktiskt intresse uppfylla en rad villkor. Vi skall ange ett antal aspekter som varit avgörande för TRANSLOK:s utformning.

### A. Grundläggande samband mellan bebyggelse- och transport-system

Beroendet mellan bebyggelse- och transportsystem är ömsesidigt. Modellsystemet bör kunna behandla såväl samordningsproblem som enkelriktad analys av hur olika transportsystem påverkar förutsättningarna för bebyggelsens utformning eller hur olika bebyggelsemönster påverkar behovet av utökad kapacitet i transportsystemen.

### B. Målkomponenter och målkonflikter

En genomgång av 60- och 70-talets regionplanering visar klara perspektivförskjutningar. Såväl avvägningen mellan olika målkomponenter (t.ex. effektivitet/fördelning) som innebörden i enskilda mål (t.ex. tillgänglighet) har förändrats. Sällan finns i politiskt fastställda program underlag för formulering av exakta kriterier eller prioriteringar mellan olika mål.

### C. Tidsperspektiv

Olika aspekter av bebyggelse- och transportsystemet står i fokus beroende på valet av tidsperspektiv. På kort sikt är den fysiska strukturen endast marginellt påverkbar. Regionens sätt att fungera bestäms av hur den existerande bebyggelsen och infrastrukturen används. Metoder för analyser och prognoser av olika aktörers beteende blir därvid av intresse. På längre sikt ökar möjligheterna att åstadkomma sådana förändringar i regionstrukturen som (i kombination med förväntat beteende av olika aktörer) ger välfärdsförbättringar.

#### D. Osäkerhet

70-talets trendbrott har ökat känslan av osäkerhet inför framtiden. Ofta kan osäkerheten kännetecknas som genuin eller "bred": det är vanligen inte möjligt att tillordna olika utfall några objektivt uppskattade sannolikheter. Osäkerheten gäller t.ex. regionens totala ekonomi och näringslivsutveckling, framtida värdering av olika välfärdskomponenter och deras inomregionala fördelning, ny teknologi för kommunikation och transporter.

#### E. Anpassbarhet till nya planeringsförutsättningar

De snabba förändringarna av regionplaneringens förutsättningar under endast en tioårsperiod visar på behovet av flexibilitet hos prognos- och planeringssystemen. Även om således detaljerna i planeringsmetodiken måste vara situationsberoende kan själva systemfilosofin (modellsystemet) utformas med sikte på större generalitet och "hållbarhet".

#### F. Rimlig noggrannhet i beskrivningen av regionen

Delar av infrastrukturen utgörs av odelbara investeringsprojekt (typ broar, banförlängningar) eller projekt som kännetecknas av betydande *stordriftsfördelar* (processer inom VA, energiomvandling). Vi har tidigare påpekat vikten av att ta hänsyn till *ömsesidiga beroenden* (positiva och negativa samlokaliseringseffekter) mellan verksamheter. Gemensamt för dessa exempel på egenskaper hos "regionplanelementen" är att de leder till komplicerade modellsamband. Samtidigt kräver den praktiska användbarheten ofta att resultaten föreligger på detaljerad verksamhets- eller områdesnivå. Realistisk beskrivning av regionen innebär således en strävan att både representera komplicerade samband och att göra detta på en relativt finfördelad områdes- och sektorsnivå.

Utformningen av TRANSLOK:s modellsystem har styrts av en ambition att behandla problemkomplexen A - D under hänsynstagande till önskemålen E - F. Redan på ett tidigt stadium drogs slutsatsen att ingen enskild modell kan klara denna uppgift. Arbetet inriktades i stället på att bygga upp ett system av prognos- och planeringsmetoder bestående av ett antal kompletterande modeller. Varje delmodell ingående i ett sådant system tillordnas vissa specifika uppgifter och kan därigenom göras enklare, mindre och mera lätthanterlig. Möjligheten att beskriva varje delmodell på ett begripligt sätt ökar också. Dessa fördelar uppnås till priset av att iterationer mellan delmodellerna måste tillgripas för att modellsystemet skall kunna belysa övergripande problemställningar på ett konsistent sätt.

Punkterna A - F ställer ett antal krav på egenskaperna hos ett modellsystem för transportplanering och lokaliseringsanalys. Dessa krav kan i termer av matematiska egenskaper uttryckas på följande sätt:

- A → Starkt icke-linjära samband som beskriver ömsesidiga beroenden mellan transportnätens struktur och användning och verksamheternas lokalisering. Odelbarheter



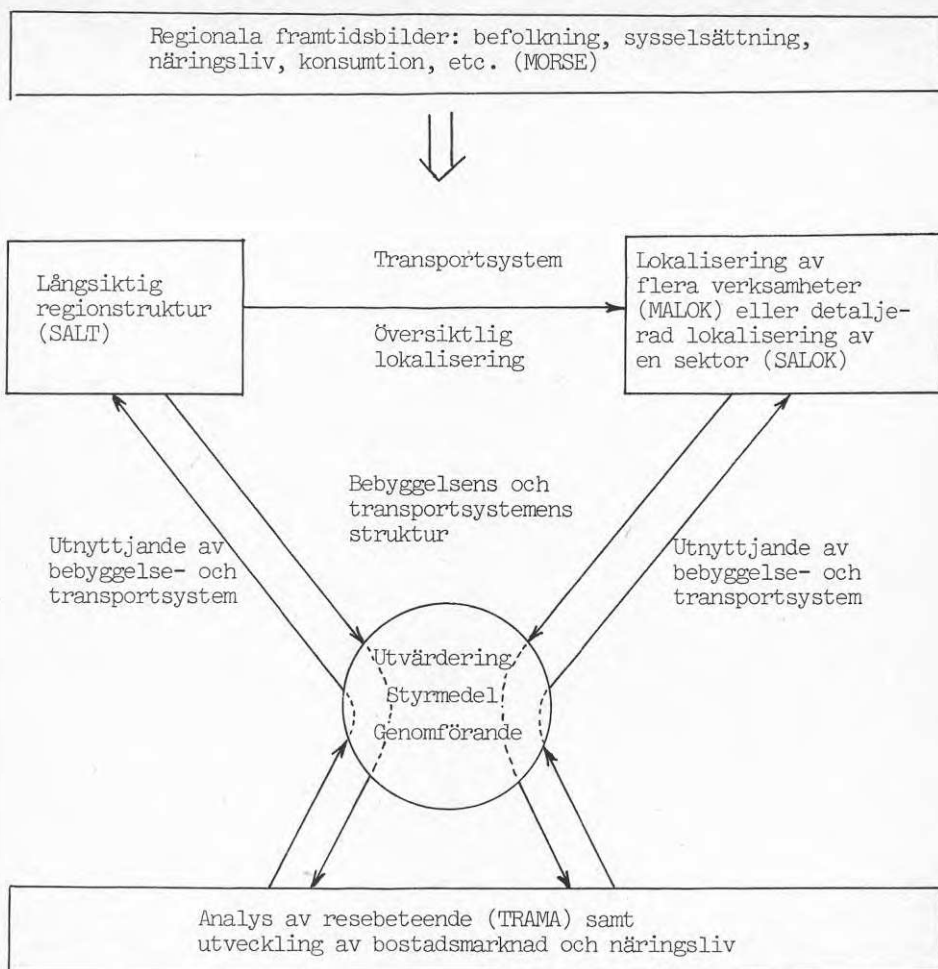
bör kunna beaktas. Såväl normativa aspekter av samhällsbyggandet som prognoser över beteende och marknadsutveckling bör belysas.

- B → Modellsystemet bör erbjuda stor flexibilitet när det gäller att behandla olika målsättningar och prioriteringar mellan dessa. Systemet bör inte lägga hårda restriktioner på den matematiska formen hos målkomponenterna (t.ex. linjaritet). Avvägningen mellan olika mål bör kunna varieras så att modellsystemet kan illustrera målkonflikter i form av ett brett spektrum av alternativa bebyggelsemönster och transportsystem med vitt skilda egenskaper.
- C → Såväl kortsiktiga prognos- och genomförandeproblem på detaljerad sektors- eller områdesnivå som långsiktiga och översiktliga strukturproblem bör kunna hanteras. För en given delmodell bör prognosår eller planperiod kunna varieras så att handlingsutrymmet i olika tidsperspektiv kan illustreras.
- D → Modellsystemet bör medge bred alternativgenerering för att spegla osäkerhetsfaktorer. Modellsystemet bör inte utgå från att sannolikheter för osäkra utfall är tillgängliga.
- E → Modellsystemet bör utformas på ett flexibelt sätt så att olika delmodeller kan kombineras efter behov. Delmodellerna bör likaledes byggas upp av utbytbara subrutiner så att målsättningar, restriktioner etc. kan modifieras med hänsyn till nya omständigheter utan att hela modellsystemet påverkas.
- F → Modellsystemet bör totalt sett medge en rimlig beskrivning av den översiktliga bebyggelse- och transportplaneringens problem. Det är önskvärt att varje delmodell lämnar så stor frihet som möjligt i valet av matematisk form.

Ovanstående principer för TRANSLOK:s utformning har lett till en uppdelning i fyra analyssteg som vardera omfattar en eller flera delmodeller:

- utgå från scenarier för hela regionens (kommunens) utveckling som är konsistenta med nationella och internationella förutsättningar.
- behandla långsiktiga strukturproblem på en översiktlig geografisk nivå med hänsyn till odelbarheter och ömsesidiga beroenden
- behandla lokaliseringsproblem på en finare sektors- eller områdesnivå mot bakgrund av givna transportsystem
- förankra beteendeantaganden och analysera resulterande bebyggelse- och transportsystem med hjälp av prognosmetoder för resande, bostadsmarknad och näringsliv

Den nuvarande strukturen hos TRANSLOK:s modellsystem illustreras i figur 2. Delmodellernas benämningar kommer senare att användas vid redovisningen av tillämpningar i del II.



Figur 2: TRANSLOK:s modellsystem omkring 1980.

Det är uppenbart att TRANSLOK:s modellsystem kan användas på ett stort antal sätt. Modellerna kan användas var och en för sig eller kombineras allt efter behov av partiella eller mera fullständiga resultat. För att uppnå resultat som är samstämmiga mellan de olika delmodellerna fordras i allmänhet ett antal iterationer mellan modellpaketets olika analyssteg. Behovet av sådana återföringar beror bl. a. på delmodellernas struktur och egenskaper.

### 3. Delmodellernas egenskaper

I detta och följande avsnitt skall några generella problemställningar som är gemensamma för olika delmodeller eller deras användning behandlas. Vi börjar med några observationer beträffande delmodellernas struktur.

TRANSLOK syftar till en analys av önskvärda regionstrukturer grundad på rimliga beteendeantaganden. Delmodellerna måste därför omfatta metoder av fundamentalt olika typ. Det finns många sätt att klassificera matematiska modeller:

- Beskrivande, förklarande, planerande modeller (användning)
- Simulerings-, optimeringsmodeller (lösningsteknik)
- Linjära, diskreta, konvexa modeller (matematiska egenskaper)
- Deterministiska/stokastiska, statiska/dynamiska modeller (behandling av osäkerhet och tid)

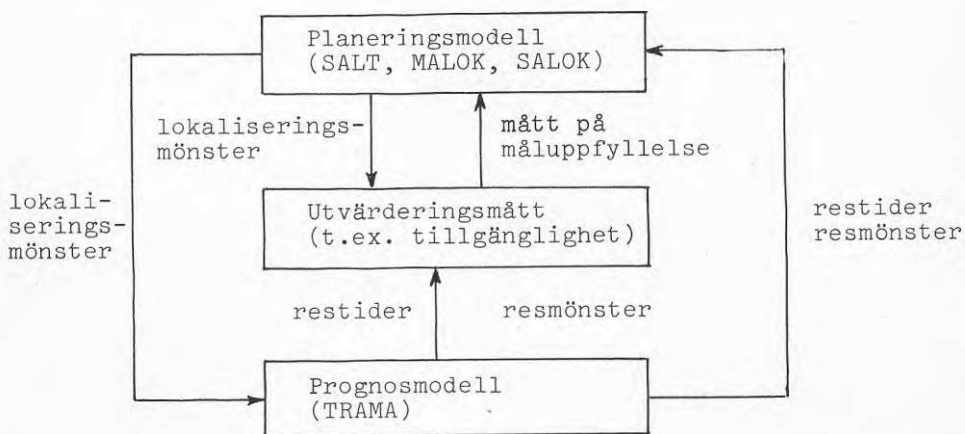
Utan att gå in på en detaljerad diskussion av delmodellernas egenskaper (se del II) skall vi kort beröra tre klasser av metoder som ingår i TRANSLOK:s modellsystem och relationerna mellan dessa.

De strukturellt inriktade delmodellerna i TRANSLOK (*planeringsmodellerna*) representerar en övergång från komplexa beskrivningar av ömsesidiga beroenden och odelbarheter på översiktlig nivå (SALT) till allt enklare matematiska formuleringar som tillåter en mera detaljerad behandling av verksamheter (MALOK) eller områdesindelning (SALOK). Gemensamt för dessa delmodeller är att de söker önskvärda regionstrukturer med hänsyn till en fastställd målsättning (jfr avsnitt 4). De är därför av typ planerande modeller och de löses med hjälp av optimeringsteknik.

*Prognoser* av resebeteende, bostadsefterfrågan eller näringslivets lokaliseringssval utgår från kunskap om observerat beteende och föreställningar om bakomliggande bestämningsfaktorer. Tyngdpunkten inom TRANSLOK har legat på prognoser av resebeteende med hänsyn till restidernas betydelse i lokaliseringsmodellerna. Den modell för beräkning av resefördelning och färdmedelsfördelning (TRAMA) som utvecklats inom TRANSLOK är av aggregerad, ekonomisk typ: den arbetar med resmängder mellan områden och relaterar dessa till områdesvisa uppgifter om lokaliseringsmönster, kapaciteter, bilinnehav, restider och reskostnader. Även andra typer av trafikprognosmodeller kan med fördel integreras i TRANSLOK:s modellsystem (både aggregerade, t.ex. informationsteoretiskt baserade generaliseringar av s.k. gravitationsmodeller, och disaggregerade, t.ex. färdmedelsvalsmodeller av logit-typ). Detsamma gäller olika prognosmetoder för bostads- och arbetsmarknad liksom för näringslivets lokaliseringssval. I nära anslutning till TRANSLOK-arbetet har ett antal sådana metoder växt fram och ytterligare forskning kring prognosmodeller pågår. Prognosmodeller tillhör klasserna av beskrivande eller förklarande modeller och utnyttjas för att simulera förväntat systembeteende.

Metoder för *utvärdering* av planalternativ är användbara helt oberoende av hur dessa planalternativ har tagits fram

(via matematiska modeller eller via traditionell planeringsmetodik). Parallellt med TRANSLOK-projektet har mycket arbete ägnats åt att analysera egenskaperna hos tillgänglighetsmått. Forskningen har bl.a. lett till att nödvändiga och tillräckliga förutsättningar för olika klasser av tillgänglighetsmått har kunnat bestämmas. Därigenom har underlaget för att bedöma tillgänglighetsmåttens innebörd och tillämpbarhet förbättrats. Mått på planegenskaper är viktiga byggstenar i lokaliseringmodellernas beskrivning av planeringsmål. Å andra sidan kräver utvärderingsmått i allmänhet uppgifter om både planstruktur och prognosticerat beteende (t.ex. restider). Figur 3 sammanfattar sambanden mellan metoder för framtagning av planalternativ, utvärdering och prognoser.



Figur 3: Samband mellan planerings-, utvärderings- och prognosmetoder i TRANSLOK:s modellsystem.

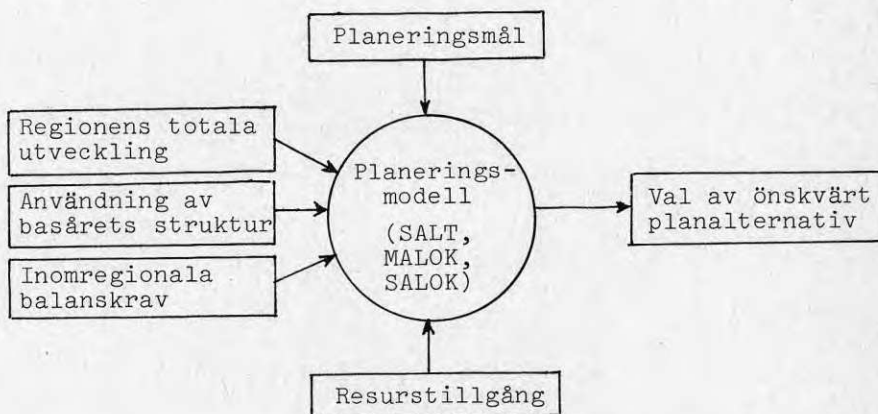
Den ursprungliga hierarkiska uppläggningsen av TRANSLOK:s modellsystem förutsatte ett stort mått av samstämmighet mellan resultat genererade i olika analyssteg. Brist på konsistens skulle leda till omständliga iterationsförfaranden. Även om den ursprungliga strävan efter "paketlösningar" senare har ersatts med en flexiblere syn på modellernas användning, kvarstår önskvärdenheten att vid behov beräkna samstämmiga planalternativ med hjälp av två eller flera delmodeller. En likartad struktur hos planeringsmodellerna och möjligheten att koppla en prognosmodell till flera planeringsmodeller är därför värdefulla egenskaper. Vi skall antyda hur dessa principer påverkat den inre strukturen hos TRANSLOK:s delmodeller. Ytterligare aspekter (mål, osäkerhet, tidsbehandling) behandlas i efterföljande avsnitt 4-5.

En planeringsmodell väljer ut önskvärda planlösningar bland en (ofta stor) alternativmängd. De tillåtna alternativen avgränsas av ett antal restriktioner som således skall uppfyllas av varje plan. Om restriktionerna är mycket bindande kan den tillåtna alternativmängden vara liten (eller t.o.m.

tom). Om restriktionerna å andra sidan tillåter ett stort antal planalternativ med vitt skilda egenskaper får planeringsmodellens utvärderingsinstrument (mål) stor betydelse för valet av alternativ. Restriktionerna i en planeringsmodell för bebyggelse- och transportplanering kan ha skilda ursprung. De kan avspegla:

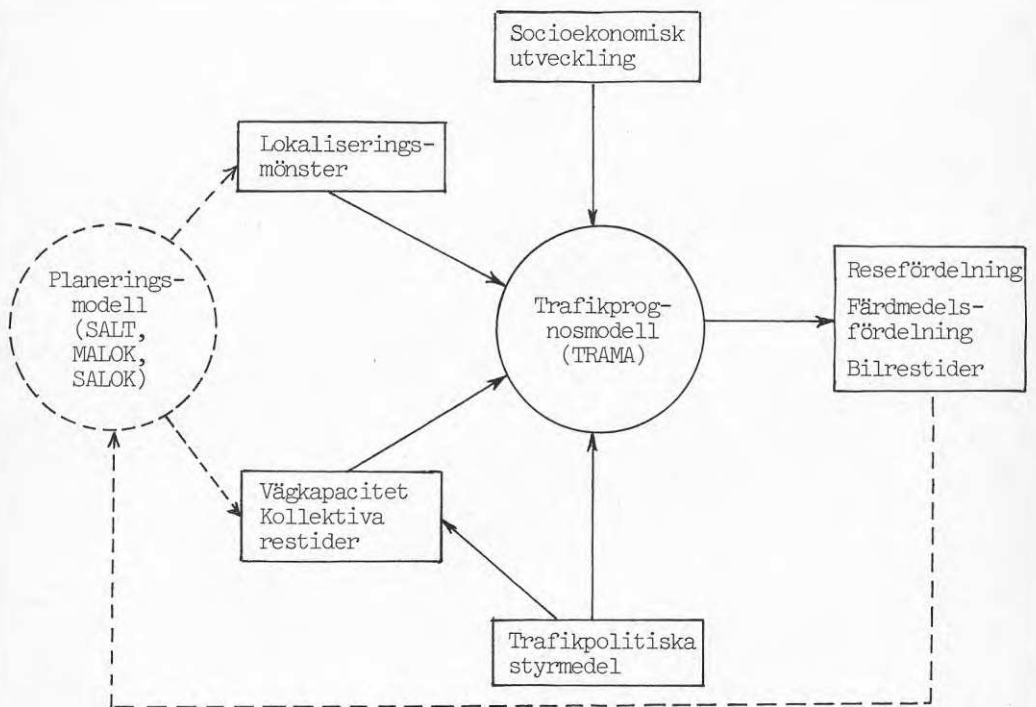
- a) Hänsyn till existerande struktur. Lokaliseringsmönstret är i stor utsträckning betingat av befintlig markanvändning och användningen av den existerande infrastrukturen i framtiden.
- b) Regionens totala utveckling. Vi utgår ifrån att regionens totala befolknings- och näringslivsutveckling i högre grad bestäms av nationella och mellanregionala samband än av det inomregionala lokaliseringmönstret.
- c) Resurstillgång. Utbyggnadsmöjligheterna är normalt begränsade av tillgången på olika sorters resurser. Bristande marktillgång begränsar t.ex. mycket påtagligt bebyggelsestillskottet vid given exploateringsgrad. Resursbegränsningarna kan vidare innehålla reala eller finansiella restriktioner på investeringsaktiviteterna.
- d) Inomregionala balanskrav. a)-c) kan sägas vara "naturliga" restriktioner som varje form av planeringsprocess måste beakta. Även vissa inomregionala balanskrav kan hänföras till denna kategori. Det kan gälla balans mellan näringslivsutveckling och bostadsproduktion för det fall att endast regionens totala produktionsutveckling är fastlagd under b). Det kan också gälla balans mellan bostadsbebyggelse och tillgänglig kapacitet i transportsystemen.

TRANSLOK:s planeringsmodeller väljer den utbyggnad av bebyggelsestruktur och/eller transportsystem som dels uppfyller restriktioner av typen a)-d) och dels ger bra värden på planens måluppfyllelse. Vi återkommer i nästa avsnitt till modellernas utvärderingsinstrument. Planeringsmodellernas principiella funktion illustreras i figur 4.



Figur 4: Planeringsmodellernas principiella uppbyggnad i TRANSLOK.

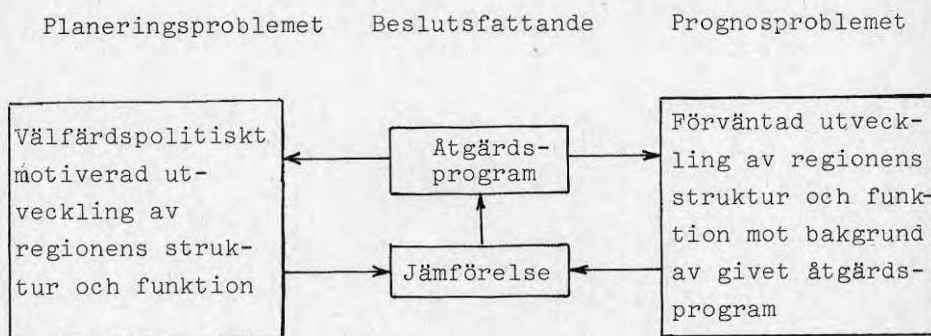
Transportmaknadsmodellen TRAMA har utformats med tanke på samkörning med flera av lokaliseringsmodellerna. I enlighet med figur 3 kan dock TRAMA även användas för utvärdering av manuellt framtagna planalternativ, trafikpolitiska åtgärder och olika antaganden om den ekonomiska utvecklingen. Som redan nämnts kan andra trafikmodeller mycket väl komplettera TRAMA och därmed ge möjlighet att välja lämplig typ av prognosmodell med hänsyn till analysens syfte. TRAMA:s principiella struktur framgår av figur 5. När det gäller andra prognosmodeller för bostadsmarknad och näringsliv finns inga praktiska erfarenheter av samkörningar. Det faktum att TRANSLOK:s modellsystem kan leverera tämligen detaljerad information om lokaliseringsmönster och transportsystem borrar dock för framtida möjligheter att integrera ytterligare prognosmodeller.



Figur 5: Trafikmodellen TRAMA:s principiella struktur

Sist i detta avsnitt skall vi beröra frågan om användning av ett modellsystem av TRANSLOK:s typ för åtgärdsinriktad analys av genomförandeproblem och styrmedel. Vi har redan betonat att tyngdpunkten i arbetet med TRANSLOK legat på utveckling av planeringsmodeller, utvärderingsmått och prognosmodeller för resebeteende. En bredare åtgärdsinriktad analys kräver givetvis att arsenalen av prognosmodeller utvidgas till att också omfatta bostadsmarknad och närings-

livets lokaliseringsval. Efter en sådan komplettering skulle modellsystem av TRANSLOK:s typ kunna användas för att studera vilka åtgärdsprogram som påverkar den prognosticerade utvecklingen i riktning mot den ur välfärdssynpunkt önskvärda, se figur 6. På något lägre ambitionsnivå finns möjlighet att analysera vissa genomförandeaspekter med hjälp av både planeringsmodeller (t.ex. inverkan av hinder i form av kapacitetsbegränsningar) och trafikprognosmodeller (t.ex. trafikpolitiska styrmedel) inom det nuvarande modellsystemet.



Figur 6: Planerings- och prognosmodeller som hjälpmedel vid analys av genomförandeproblem och styrmedel.

Vi har nu beskrivit TRANSLOK:s modellsystem och de ingående delmodellernas allmänna egenskaper. Innan vi går över till en närmare presentation av modellerna via ett antal tillämpningar skall två avsnitt ägnas åt de viktiga frågorna om utvärderingsmått samt om behandling av målkonflikter och osäkerheter.

#### 4. Utvärderingsmått - tillgänglighet och lokal områdeskvalité

Vi har tidigare konstaterat att 70-talet i Stockholms regionplanering medförde starkt förändrade planeringsförutsättningar. Detta gäller även målen för regionens utveckling. Man kan t.ex. märka en förändrad syn på:

- effektivitet - fördelning: Betoningen av effektivitetsmål i slutet av 60-talet har under 70-talet ersatts av en diskussion om inomregionala balans- och fördelningsproblem.
- tillväxt - komplettering: De stora planerna på bebyggelsestillväxt och utbyggnad av trafiksystemen har ersatts av en markerad inriktning mot komplettering av befintlig bebyggelse i ett kortsiktigt perspektiv.
- integration - självförsörjning: Önskvärdheten av att regionen fungerar som enhetlig bostads- och arbetsmarknad låg bakom 60-talets skisser av regionens framtida struktur. Senare har vikten av delregional eller lokal självförsörjning med arbetsplatser poängterats allt starkare.

- utbyggnad - hushållning: Inom energiplaneringen har den traditionella inriktningen på tillförselfrågor fått ge plats för en hushållningsfilosofi som innebär att både tillförsel och användning beaktas samtidigt. Långsam resurstillväxt gör att hushållning med befintliga resurser får större tyngd även inom översiktlig ekonomisk och fysisk planering.

Dessa perspektivförskjutningar understryker vikten av att modellsystem för planering av bebyggelse- och transportsystem erbjuder flexibilitet när det gäller formuleringen av målsättningar. I TRANSLOK:s modellsystem har detta krav beaktats genom att såväl modellsystemet som delmodellernas interna struktur byggts upp av utbytbara enheter (moduler, subrutiner) som relativt lätt kan anpassas till nya behov.

Trots perspektivförskjutningar och förändrade planeringsförutsättningar finns inom översiktlig planering vissa grundläggande avvägningsproblem som kan utgöra utgångspunkten för en generell diskussion av utvärderingsmått. Avvägningen mellan tillgänglighet och lokal bebyggelsekvalité är exempel på en sådan problemställning.

Både i mikroteorier om individbeteende och i mera makroorienterade system av välfärdsindikatorer spelar denna grundläggande frågeställning stor roll. Befolkningsfördelningen i städer har kunnat förklaras av beteendemodeller som bygger på att hushållet väger korta restider (till arbete och service) mot bostadskvalité. Den lokala kvalitén approximeras vanligen med tillgången på yta. I ett jämviktsläge kännetecknat av att alla hushåll uppnått samma välfärdsnivå innebär denna teori att befolkningstätheten avtar med avståndet till regioncentrum. Kortare restider i centrala lägen uppnås till priset av högre täthet.

Mått på bebyggelsemiljö med hjälp av välfärdsindikatorer har utvecklats inom t.ex. OECD och tillämpats i skilda städer. Ett förslag till måttssystem innehåller följande fyra huvudområden: boendeförhållanden, service och sysselsättning, yttre miljö och miljöstörningar, samt sociala och kulturella förhållanden. Som mått på boendeförhållanden föreslås bl.a. utrymmes- och kostnadsindikatorer. Service och sysselsättning mäts i termer av tillgänglighet (och kvalité). Miljöförhållandena speglas genom att mäta andelar av befolkningen som bor i områden där vissa tröskelvärden (luft, vatten, buller, temperatur, etc.) överskrids. För mätning av sociala och kulturella förhållanden i stadsmiljön saknas tills vidare rekommendationer.

Vi kan således dra slutsatsen att såväl tillgänglighet som mått på utrymme och lokal bebyggelsekvalité är värda ett ingående studium som underlag för bebyggelse- och transportplanering. Vid utformningen av sådana mått är det viktigt att beakta den information som normalt är möjlig att utnyttja. Vid långsiktig perspektivplanering är underlaget för utvärderingsmått mera begränsat än vid kortsiktig planering.



### Tillgänglighet

Ömsesidiga beroenden mellan verksamheter har vi tidigare lyft fram som en av förklaringarna till städernas existens. Behovet av geografisk närhet mellan aktiviteter med starka inbördes kontaktsamband måste därför anses tillhöra de "stabila" målkomponenter som svårligen kan tänkas bort vid översiktlig regional (eller kommunal) planering. Tillgänglighet eller åtkomlighet har också haft en dominerande ställning i Stockholmsregionens planering under hela 70-talet. Även om således tillgänglighet som allmän mätare av valfrihet, korta restider och regional effektivitet kan sägas ha en väl etablerad ställning, har den precisa innebörden i begreppet varierat. Så betonades under 60-talets planering av Stockholmsregionen värdet av valfrihet och inkomstutjämnning på en enhetlig arbetsmarknad där alla, oberoende av bostadsort, har möjlighet att välja arbete över hela regionen. Senare har tillgänglighet i högre grad kommit att identifieras med delregional tillgång på arbete eller förväntad faktisk restid till arbete.

Beroende på den exakta innebörd vi vill lägga in i tillgänglighetsbegreppet kan mått med olika egenskaper konstrueras:

- A1 lokal självförsörjning: antal arbetsplatser i det egna området i förhållande till antalet bostäder  
 Kommentar: endast det egna områdets utbud och efterfrågan beaktas, dvs. självförsörjningsgraden är en aspekt av den lokala områdeskvalitén
- A2 delregional tillgång: antal arbetsplatser inom en viss restid  
 Kommentar: hänsyn tas endast till utbudet medan efterfrågan på arbetsplatser från andra områden (dvs. konkurrensaspekten) negligeras
- A3 delregional åtkomlighet: antal arbetsplatser inom en viss restid viktade med hänsyn till efterfrågan i arbetsplatsernas omgivning (t.ex. antalet arbetsplatser i resp. område dividerat med antalet boende inom viss restid från arbetsplatsområdet)  
 Kommentar: under vissa förutsättningar är detta mått ett rent fördelningsmått (dvs. medelvärde över regionens bostadsområden är lika med regionens självförsörjningsgrad)
- A4 förväntad restid och reslängd: användning av en trafikprognosmodell på en given regionstruktur kan ge detaljerad information om förväntade resmönster  
 Kommentar: prognosticerat resebeteende ger inte information om möjliga kontaktmönster
- A5 medelrestid till arbetsplatser: genomsnittlig restid till hela (eller del av) utbudet av arbetsplatser  
 Kommentar: medelrestiden mäter potentiella kontaktkostnaden till arbetsplatser inom en viss räckvidd från bostaden. I extremfallet mäts medelrestiden till samtliga arbetsplatser vilket kan ses som ett uttryck för målet att skapa en enhetlig arbetsmarknad.

De olika tillgänglighetsmåttens relevans beror på tillämpningen ifråga och målsättningarna i den specifika planeringssituationen. Vid kortsiktig analys kan lokaliseringsmönstret betraktas som givet och tillgänglighet kan relateras till egenskaper hos faktiska resmönster (A4). Ju längre sikt analysen omfattar, ju mera talar för mått på potentiella kontaktmöjligheter (A2-A3, A5), eftersom osäkerheten i framtida val av kontaktmönster är stor. Dessa potentialmått skiljer sig främst beträffande rumslik utbredning (restidsgräns) och hänsyn till konkurrens. Givetvis bör de restider som ingår även i potentialmåtten baseras på förväntat resebeteende (se figur 3, avsnitt 3).

Liknande mått på tillgänglighet kan formuleras för andra närhetsaspekter: närhet till service, rekreation, kultur, etc. För avvägning av dessa "regionala" välfärdsaspekter mot "lokala" områdesegenskaper kan det finnas behov av att bilda ett sammanfattande tillgänglighetsindex.

### Områdeskvalité

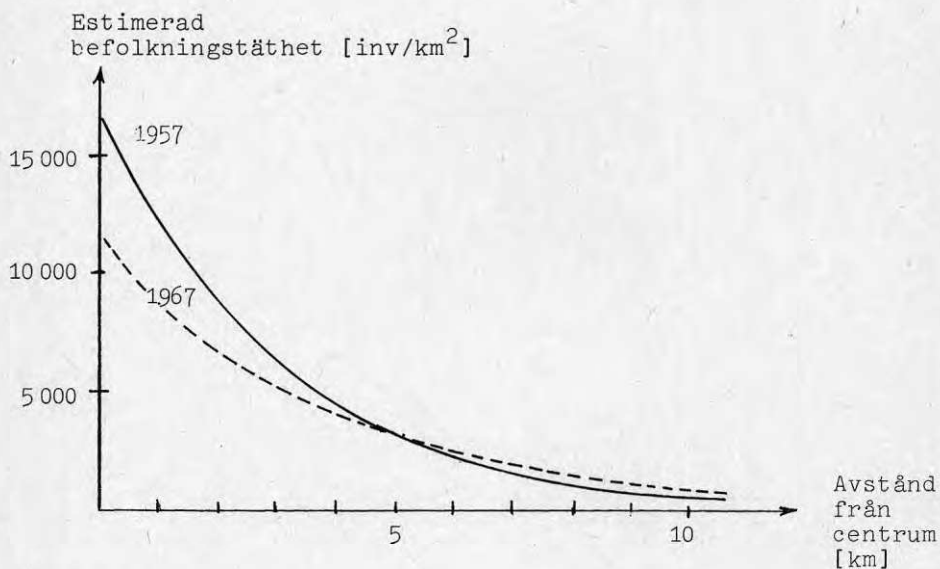
Ur tillgänglighetssynpunkt är en geografisk koncentration av verksamheter fördelaktig. Anhopning av aktiviteter leder till hög täthet och olika sorters trängselfenomen. Mot önskan om hög tillgänglighet står sålunda önskan om goda utrymmesegenskaper och låg grad av trängsel. Goda miljöegenskaper kan också delvis förknippas med låg täthet (trafikalstring, möjlighet att ordna buffertzoner). Andra aspekter på områdeskvalité är relaterade till de verksamheter som finns i området (integrering av arbetsplatser i bostadsområden; social sammansättning i bostadsområden; servicekvalité, etc.).

Ett vanligt förfarande inom lokaliseringsteorin är att approximera bostadskvalité med yttillgång. Visst stöd för en sådan förenkling erbjuder OECD:s förslag till stadsmiljömått, som (förutom bostadens utrymmesstandard) innehåller mått på bl.a. utrymme utomhus och urbana friytor. Vid långsiktig och översiktlig planering kan mått på bebyggelsetäthet (eller befolkningstäthet) vara de enda praktiskt användbara utvärderingsinstrumenten. Detta beror på att nödvändig information om detaljerad serviceförsörjning eller social sammansättning inte är tillgänglig. Ofta arbetar man t.ex. vid perspektivplanering endast med bostäder, arbetsplatser och transportsystem utan uppdelning på arbetstyper och bostadstyper.

Även om täthet accepteras som en grov mätare av vissa områdeskvaliteter återstår problemet att definiera områdets yta och måttet på täthet. Man bör t.ex. skilja mellan:

- T1 bruttotäthet: anger befolkning/bebyggelse per enhet totalyta i ett område
- T2 nettotäthet: anger befolkning/bebyggelse per enhet tätortsyta eller bostadsområdesyta
- T3 boendetäthet: anger antalet boende per rumsenhet eller lägenhet

Skilda trängselfenomen och effekter (positiva och negativa) kan förknippas med olika täthetsdefinitioner. Trängsel uppfattas i vissa sammanhang som den subjektiva upplevelsen av objektivt mätbar täthet (jfr. valfrihet som en subjektiv upplevelse av objektivt mätbar tillgänglighet). Beteendevetenskaplig forskning har knappast nått konsensus om inverkan av täthet på beteendestörningar (t.ex. stress, brottslighet) och hälsa. Vissa studier tyder dock på att sådana samband föreligger särskilt om täthetsdefinitionen väljs med omsorg. Användning av nettotäthet visar sig förklara beteendestörningar bättre än bruttotäthet. Boendetäthet och nettotäthet är självklart nära relaterade i fullt utbyggda områden.



Figur 7: Befolkningstäthetens förändring i Stockholm under 60-talet

På ett mera allmänt plan kan observeras att städer i hög-industrialiserade länder under lång tid har kännetecknats av utglesning och allt "flatare" täthetsprofiler, figur 7. Bland förklaringarna till denna process brukar anföras att växande inkomster och effektivare transportsystem medför att bostadsefterfrågan i allt högre grad inriktas mot glest boende. Många intervjuundersökningar under 70-talet har bekräftat det stora intresset för småhus som förstärkts av inflation och skattesystem. Denna utveckling har skärpt kraven på den yttre miljön i nybyggda (och även i befintliga) områden med flerbostadshus. Låg täthet innebär förbättrade möjligheter att ta hänsyn till naturförhållanden och att behålla närströvområden.

Vi kan således konstatera att såväl vissa beteendevetenskapliga studier som bostadsefterfrågans förändrade inriktning underbygger en strävan mot låg nettotäthet. Samtidigt leder krav på resurs- och energihushållning till en motsatt strävan mot rimligt täta och sammanhållna bebyggelsestrukturer. Även dessa positiva effekter av ökad täthet är närmast relaterade till nettotätheten.

Ett svårt problem i samband med nettotäthetsmått är givetvis avgränsningen av relevanta ytor. På kort sikt är tätortsytans utsträckning beroende av kapaciteten i befintliga tekniska system och möjligheterna att bygga ut dessa. På längre sikt finns däremot ett ömsesidigt beroende mellan bebyggelsens lokalisering och tätortsytans storlek. Problemet försvinner vid användning av bruttotäthet som på lång sikt kan sägas spegla friheten att välja tätortsavgränsning.

Vissa aspekter av lokal områdeskvalité hänger samman med hela regionstrukturens utformning. Det gäller t.ex. luftföroreningar av olika slag. Om data för emission och spridning av luftföroreningar är tillgängliga kan grova mått på lokal luftkvalité bildas (som rent formellt liknar medelrestidsmättet). Om flera aspekter av lokal områdeskvalité behandlas (täthet, miljöförhållanden, integrering av verksamheter) kan det finnas skäl att söka bilda ett sammanvägt index av lokal områdeskvalité. Därigenom underlättas en renodlad avvägning mellan behov av regionsammanhållning (tillgänglighet) och delområdenas utformning (lokal områdeskvalité).

#### Utvärderingsmått i olika tidsperspektiv

Vid behandlingen av tillgänglighet antydde vi att måtten A1-A5 kan ha olika relevans beroende på valet av tidsperspektiv. Liknande bedömningar gjordes beträffande täthetsmåtten T1-T3. Figur 8 innehåller ett försök till sammanfattning av hur de olika måtten kan tolkas och användas.

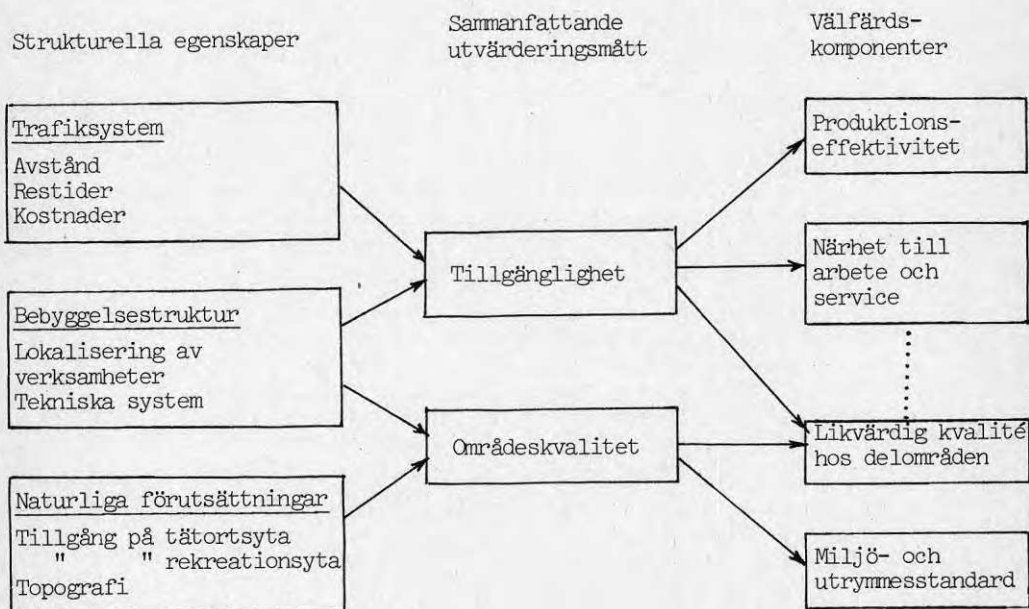
#### Regionstruktur, utvärderingsmått och välfärdskomponenter

Vi har koncentrerat diskussionen av utvärderingsinstrument på två klasser av mått som sammanfattar regionala och lokala kvalitetsaspekter hos bebyggelse- och transportsystem. Dessa två klasser av kvalitetsmått förekommer regelbundet i måldiskussioner inom den översiktliga fysiska planeringen. En genomgång av plandokument från 70-talet bekräftar detta påstående. Däremot är innebörden i både tillgänglighet och lokal områdeskvalité skiftande. Vanligen saknas klara avvägningar mellan olika mål såväl inom som mellan de två måttkategorierna.

De båda utvärderingsmåtten kan ses som ett mellansteg mellan egenskaper hos den fysiska strukturen och enskilda välfärdskomponenter, figur 9. Skilda avvägningar mellan välfärdskomponenter kan översättas till avvägningar inom och mellan de sammanfattande måtten på tillgänglighet och områdeskvalité. Nya sätt att mäta välfärdskomponenter kan kräva nya sätt att mäta t.ex. tillgänglighet. Huvudprincipen bakom den valda uppläggningsen är att vi sökt formulera mått med större hållbarhet än de enskilda målkataloger som vanligen formuleras i en given planeringsituation.

Mått	Åtgärdsinriktad planering Kort sikt (< 3 år)	Medelsiktig planering (3-15 år)	Långsiktig planering (> 15 år)
<u>Tillgänglighet</u>			
Resmönster (A4)	↕ Given struktur	↕ Given syn på regionens funktion	
Tillgångsmått (A2-A3)		⋮	↕ Osäkerhet om framtida mål för regionens funktion
Medelrestid (A5)		↕	
<u>Områdeskvalité</u>			
Boendetäthet (T3)	↕ Given struktur	↕ Given syn på lokal områdeskvalité	
Nettotäthet (T2)	⋮	↕	↕ Osäkerhet om värdering av täthetsaspekter och exakt tätortsavgränsning
Bruttotäthet (T1)			

Figur 8: Utvärderingsmått i olika tidsperspektiv



Figur 9: Samband mellan regionstruktur, utvärderingsmått och välfärds-komponenter.

## 5. Osäkerhet och målkonflikter - handlingsutrymme och handlingsfrihet

I detta avslutande avsnitt om modeller och modellsystem skall vi något beröra användningen av TRANSLOK med hänsyn till de stora osäkerheter och de många målkonflikter som förekommer vid översiktlig planering av bebyggelse- och transportsystem. Avsnittet behandlar användningsaspekter som är gemensamma för många av tillämpningarna i del II.

### Osäkerheter

Redan den översiktliga genomgången av delmodellernas struktur i avsnitt 3 berörde ett stort antal faktorer som måste betraktas som höggradigt osäkra, särskilt i ett långsiktigt perspektiv. Det gäller t.ex.

- omgivning och regionekonomi: befolkning, sysselsättning, branschstruktur, inkomstutveckling, etc.
- beteendenaspekter: bostadsefterfrågan, resmönster, teknikval, etc.
- samhällsorganisation: livsstilar, institutionella förutsättningar, nya teknologier, etc.
- mål och värderingar: innebörd i välfärds mål, avvägningar mellan målkomponenter, etc.

Denna lista visar klart att flertalet av de osäkra faktorerna är av typ "genuin" eller "bred" osäkerhet. Detta innebär att det är svårt eller mindre meningsfullt att söka beskriva de olika utfallen (av t.ex. inkomst, värderingsförskjutningar) med hjälp av sannolikheter. I stället för att sträva efter en regionstruktur som maximerar förväntad välfärd med hänsyn till sannolikhetsuppskattningar av osäkra faktorer, vill vi använda TRANSLOK:s modellsystem för att ta fram alternativa regionstrukturer som svarar mot olika antaganden om osäkra aspekter. Vårt angreppssätt liknar sålunda s.k. scenario-teknik, som innebär generering av möjliga och samstämmiga framtidsbilder svarande mot skilda hypoteser beträffande omgivning, mål och system samband. Behovet av samstämmighet framgår klart av listan på osäkra faktorer; antaganden om alternativ för framtida bostadsefterfrågan och bilinnehav bör t.ex. sättas i samband med antaganden om framtida inkomst- och prisutveckling, hushållsbildning, etc.

### Målkonflikter

Osäkerhet om framtida planeringsmål är i sig en anledning att närmare studera i vilken utsträckning olika välfärds-komponenter står i konflikt med varandra. Även andra skäl talar för att en analys av målkonflikter och samband mellan målkombinationer och regionstrukturer är väsentlig. Under 70-talet har klara politiska skiljelinjer uppstått i synen på Stockholmsregionens framtid. Olika syn på välfärds mål och avvägningar mellan målkomponenter har framkommit. På liknande sätt företräder intressegrupper och myndigheter ofta olika värderingar.

Det finns ett antal sätt att behandla flermålssituationer med hjälp av modeller:

- sök en *sammanvägning* av olika delmål (dvs. en välfärdsfunktion)

Kommentar: att nå enighet om en sådan sammanvägning (även inom ett parti eller en intressegrupp) innan konsekvenserna i form av regionstrukturer föreligger kan synas orealistiskt

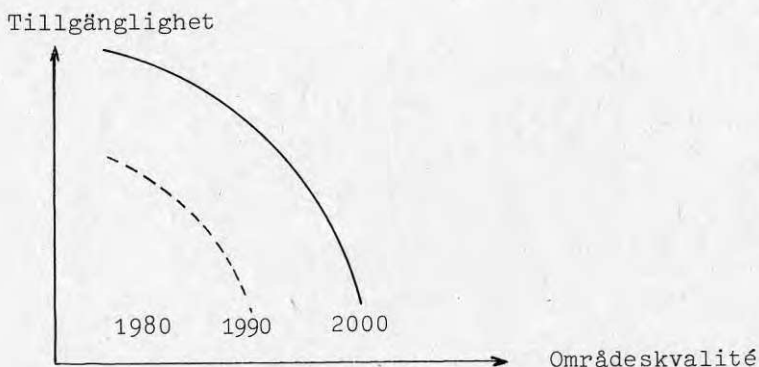
- utforma en *interaktiv* sökmetod som innebär att beslutsfattarens värderingar successivt tillförs genom bedömningar av resultat och revideringar av mål  
Kommentar: att samla en relevant skara beslutsfattare till interaktiva övningar i en så komplicerad process som översiktlig bebyggelse- och transportplanering kan vara svår genomförbart
- använd modellsystemet för att generera *icke-dominerade regionstrukturer*, dvs. planalternativ som inte kan förbättras i termer av en målkomponent utan att resultatet samtidigt försämras i termer av någon annan målkomponent (jfr. begreppet Pareto-effektiva allokeringar inom välfärdsteori)  
Kommentar: mängden av effektiva regionstrukturer kan vara mycket stor och svåröverskådlig

Vi förespråkar den sistnämnda metoden för hantering av målkonflikter vid översiktlig bebyggelse- och transportplanering. Skälet är närmast att en sammanvägning är både svår och inte särskilt önskvärd (målkonflikter riskerar att döljäs), medan den interaktiva metoden är mera lämpad för en eller ett fåtal beslutsfattare med flera mål än för vår situation med både komplicerad beslutsstruktur och osäkerhet om framtida värderingar.

#### Handlingsutrymme

Låt oss anta att vi har full information om modellsystemets restriktioner (regiontotaler, resurstillgång, inomregionala balanskrav) på kort och lång sikt. Vi antar vidare att vi har tillräcklig information för att kunna formulera regionala mått på tillgänglighet och områdeskvalité. Däremot är vi osäkra om framtida avvägningar mellan tillgänglighet och områdeskvalité.

Tillämpning av den ovan föreslagna metoden att generera icke-dominerade (effektiva) regionstrukturer kan illustreras i ett diagram, figur 10. Figuren visar vilka kombina-



Figur 10: Möjliga icke-dominerade målkombinationer på kort och lång sikt

tioner av tillgänglighet och områdeskvalité som är möjliga att uppnå i olika tidsperspektiv genom alternativa sätt att utforma regionstrukturen. Varje punkt på kurvorna svarar mot en viss regionstruktur med dess mått på tillgänglighet och områdeskvalité. Punkter i figurens övre vänstra del representerar således täta och sammanhållna planalternativ, medan punkter i figurens nedre högra del svarar mot glesa och utspridda planalternativ. Näralliggande punkter på kurvorna visar hur mycket förbättrad tillgänglighet (genom marginella förändringar i regionstrukturen) kostar i termer av områdeskvalité. Så länge antalet dimensioner kan begränsas till två (eller möjligen tre) är diagramrepresentation oproblematiske. Om flera än tre målkomponenter beaktas kan ett antal effektiva lösningar (tillsammans med extremlösningarna) presenteras i tabellform, figur 11. I uppställningen visas först resultatet av renodlad maximering av en målkomponent i taget. Denna s.k. payoff-tabell motsvarar alltså extrempunkterna av kurvorna i figur 10. I andra delen av schemat visas ett antal kompromisslösningar baserade på olika avvägningar mellan målkomponenterna (motsvarar punkter på kurvorna i figur 10).

	Maximering av målkomponent				Kompromissalternativ (effektiva lösningar)			
	1	2	...	N				
Målkomponent 1								
Målkomponent 2								
⋮								
Målkomponent N								

Figur 11: Schema för presentation av modellresultat svarande mot olika avvägningar mellan målkomponenter

Användning av modellsystemet för att illustrera handlingsutrymme har åtminstone två fördelar framför traditionella "endimensionella" optimeringsansatser:

- ingen (å priori) information krävs om avvägningen mellan målkomponenter
- planerare och andra intressenter har stor frihet i tolkning och utnyttjande av resultaten

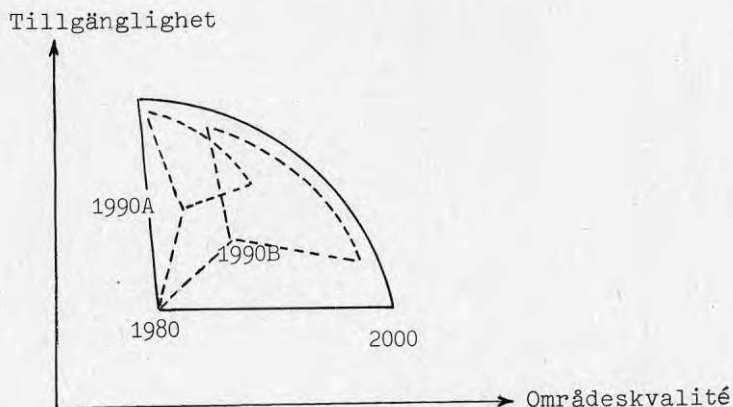
Liknande studier av handlingsutrymme kan göras med avseende på variationer i modellernas restriktionssystem, t.ex. resurstillgång. Genom att noga studera resultaten i form av regionstrukturer kan modellsystemet användas för att dra slutsatser om tröskelvärden på t.ex. resurstillgång och värderingar, vid vilka små värdeförändringar leder till stora strukturella förändringar.



### Handlingsfrihet

Utan att gå in på en generell diskussion av begreppet handlingsfrihet skall vi här endast antyda hur modellsystemet kan användas för att illustrera sambandet mellan kortsiktiga beslut och handlingsutrymmet på längre sikt. En strävan att bevara den långsiktiga handlingsfriheten kan i detta sammanhang översättas till en strävan att välja kortsiktiga beslut som inkräktar så lite som möjligt på det långsiktiga handlingsutrymmet.

Figur 12 visar hur kortsiktiga handlingsalternativ (1990 A och B) begränsar det långsiktiga handlingsutrymmet. Väljes alternativ A bevaras möjligheterna att under 1990-talet uppnå regionstrukturer med mycket goda tillgänglighetsegenskaper. Väljes alternativ B bevaras möjligheterna att fram till år 2000 både uppnå tämligen god tillgänglighet och tämligen god områdeskvalité (jämfört med vad som är möjligt från basåret 1980). Flertalet bedömare torde normalt anse att B innebär större handlingsfrihet än A år 1990 (genom att A utesluter en stor mängd lösningar med god områdeskvalité år 2000).



Figur 12: Samband mellan kortsiktiga beslut och långsiktigt handlingsutrymme

Givetvis ingår många andra aspekter (t.ex. beträffande styrmedel) i en mera fullständig analys av begreppet handlingsfrihet. Genom att modellsystemet utformats med sikte på bred alternativgenerering samt öppen analys av målkonflikter och handlingsutrymme, torde dock modellerna kunna ses som ett steg i riktning mot mera avancerade metoder för strategisk planering.

Vi har kommit till slutet av den allmänna beskrivningen av TRANSLOK:s modeller och modellsystem. I de följande avsnitten (del II) återkommer vi mera i detalj till delmodellernas struktur och användning.



D E L    I I

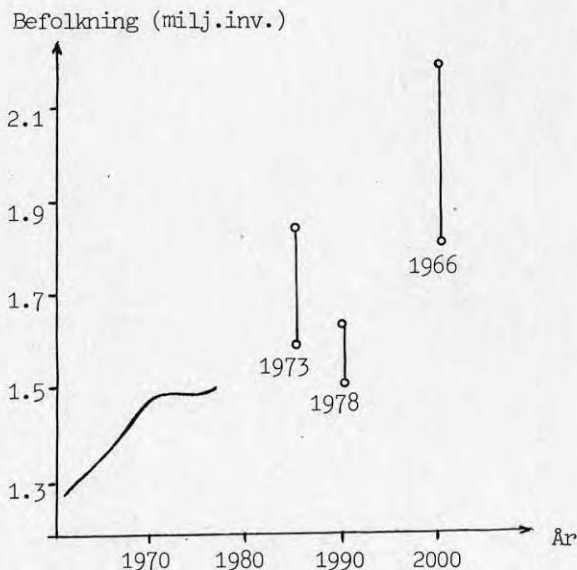
T I L L Ä M P N I N G A R



## 6. Regionala framtidsbilder - MORSE

### 6.1 Syfte

Bedömningarna av Stockholmsregionens framtid har varit mycket skiftande under senaste 15-årsperioden (jfr avsnitt 1.3). Skillnaderna sammanhänger både med förändrade yttre förutsättningar (ekonomi, energi) och med skilda synsätt på Stockholmsregionens roll i den svenska ekonomin. Figur 13 visar hur befolkningsutvecklingen bedömts i olika plandokument.



Figur 13: Stockholmsregionens befolkningsutveckling enligt olika plandokument

Även när det gäller synen på produktion, inkomster och energianvändning torde liknande förändringar ha ägt rum. Såväl befolkningsmässigt som ekonomiskt uppvisar Stockholmsregionen starka ömsesidiga beroenden med andra regioner. Den svenska ekonomin är i sin tur i hög grad beroende av utvecklingen på världsmarknaden.

Som underlag för regionplanering och länsplanering finns det sålunda behov av framtidsbilder för olika regioners utveckling. Dessa framtidsbilder bör vara samstämmiga inbördes och bör bygga på alternativa scenarier för den nationella och internationella utvecklingen. Vi skall i det följande beskriva *en flerperiodig och flerregional input-output modell MORSE* (MOdell för analys av Regional utveckling, Sysselsättning och Energianvändning), vars syfte är att bidra till sådana samstämmiga bedömningar av regional-ekonomiska framtidsbilder. Modellen har utvecklats med stöd av Riksbankens Jubileumsfond. Tillämpningar och fort-

satt forskning kring sambanden mellan internationell, nationell och regional nivå har skett med stöd av Statens Råd för Byggnadsforskning, huvudsakligen inom projektet "Regionplanering och framtida energisystem".

## 6.2 Metodansatser

Den metodik som hittills använts i de svenska långtidsutredningarna (LU) för analys av den regionala utvecklingen har bestått i nedbrytning till regional nivå av nationella, branschvisa sysselsättningsprojektioner. Därvid beaktas trendmässiga förskjutningar i nationellt rörliga sektorer lokaliserad liksom trendmässiga förskjutningar i service-sektorernas regionala sysselsättningsandelar.

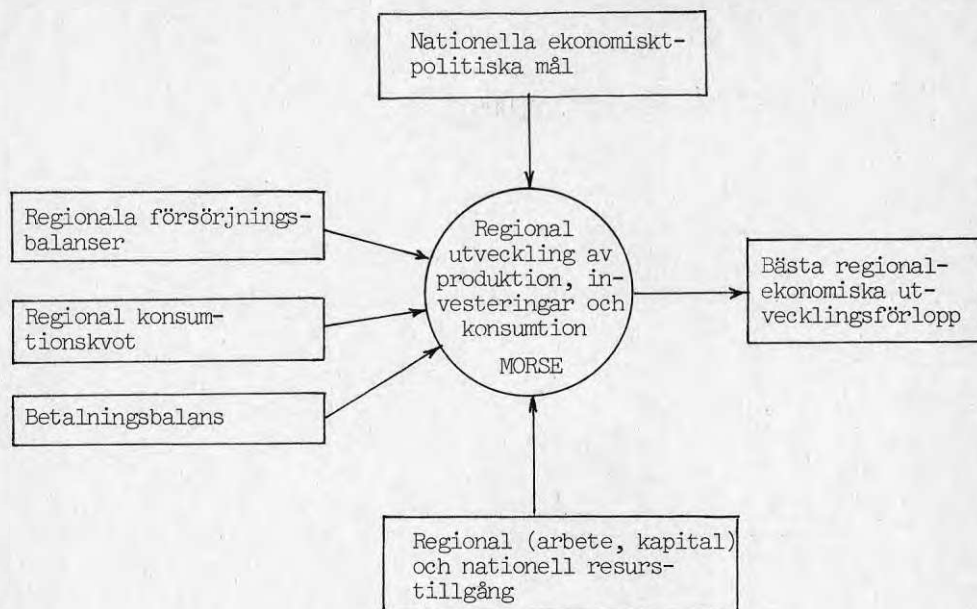
En rakt motsatt teknik har kännetecknat länsplaneringens (LP) sysselsättningsprognoser. Dessa har byggts upp utifrån regionala branschbedömningar och företagsenkäter.

Varken långtidsutredningarnas nedbrytningsmetodik eller länsplaneringens uppbyggnadsmetodik grundar sina sysselsättningsprojektioner på en samstämmig analys av regionala försörjningsbalanser och beroenden mellan dessa. LU:s metod har styrkan i kopplingen mellan internationella marknadsförutsättningar och nationell ekonomisk utveckling. Den regionala sysselsättningsprognosen framkommer som en efterkalkyl eller som en konsekvens av en (samstämmig) nationell analys. LP:s teknik å andra sidan har styrkan i hänsynstagandet till regionala produktionsförhållanden, medan kopplingarna till samstämmiga nationella och internationella framtidsbedömningar är svaga.

Syftet med MORSE är att söka kombinera styrkan i LU:s och LP:s metodansatser. MORSE är en dynamisk flerregional input-output modell. Den ekonomiska utvecklingen byggs upp med utgångspunkt från fullständiga regionala försörjningsbalanser för varje tidsperiod. Försörjningsbalanserna länkas samman av mellanregionala leveranssamband i varje tidsperiod och investerings samband mellan olika tidsperioder. Vidare stipuleras ett nationellt bytesbalanskrav för varje tidsperiod. Modellen medger slutligen att ambitioner beträffande konsumtionstillväxt, sysselsättning och energianvändning kan uttryckas antingen som mål (att optimera) eller som restriktioner (att uppfyllas) eller båda.

## 6.3 MORSE:s struktur

Vi skall i detta avsnitt beskriva MORSE:s struktur mera detaljerat. *Variablerna* i MORSE utgörs av produktion och investeringar i varje sektor, region och tidsperiod, totalkonsumtionen i varje region och tidsperiod, samt totala exporten i varje tidsperiod. Dessa variabler väljs i MORSE så att modellens restriktioner är uppfyllda och så att modellens utvärderingsmål (planeringsmål) uppnår så bra värde som möjligt. Samtliga samband i MORSE är linjära och modellen kan lösas med kraftfulla optimeringsmetoder (linjär programmering). Modellens grundläggande struktur framgår av figur 14.



Figur 14: MORSE:s principiella uppbyggnad

#### Modellens restriktioner

Figur 15 visar hur MORSE:s *försörjningsbalanser* är uppbyggda och hur de kopplas samman i ett enkelt fall med två regioner och två tidsperioder. Varje försörjningsbalans beskriver balansen mellan tillgång och efterfrågan på varor och tjänster i en viss region vid en viss tidpunkt. Ekonomin är uppdelad i ett antal sektorer. För varje sådan sektor anger sålunda försörjningsbalansen hur tillförseln av varor/tjänster sker genom produktion (i egna regionen), import från andra regioner eller genom utrikes import. På motsvarande sätt anger försörjningsbalansen hur denna tillgång av varor/tjänster för varje sektor fördelas på användningsområden: insatsleveranser till varu-/tjänste-produktion i den egna regionen, konsumtion (privat och offentlig) och investeringar i den egna regionen samt leveranser till andra regioner och till andra länder.

*Inrikeshandeln* med varor/tjänster måste definitionsmässigt vara balanserad, dvs. summan av inrikes export från samtliga regioner måste för varje sektor vara lika stor som den totala inrikes importen. Detta uppnås i modellen genom att sektorspecifika andelar av en regions insatsleveranser resp. slutliga användning (konsumtion + investeringar) importeras från andra regioner och denna import fördelas på övriga regioner enligt ett för varje sektor och region givet handelsmönster.





För *utrikeshandeln* gäller ett bytesbalanskrav, som anger att skillnaden mellan export och import av varor/tjänster skall uppgå till ett belopp som för varje tidsperiod är framräknat med utgångspunkt från antaganden om bytesbalansens saldo och transfereringsnettot (innehåller bl.a. rän-  
tor på utlandsskulder och u-hjälp). Utrikesimporten är för varje sektor och region relaterad till produktionens storlek. Exportens totala nivå bestäms av bytesbalanskravet och fördelas på sektorer och regioner med hjälp av skattade exportandelar.

För *produktionen* åtgår insatsvaror, arbete, kapital och energi. Energiåtgången påverkas även av konsumtionsnivån. Användningen av arbete, kapital och energi antas i modellen vara begränsad på något olika sätt:

- den totala sysselsättningen i varje region förutsätts ligga inom ett för varje tidsperiod uppgjort intervall (jfr befolkningsramar och arbetskraftsprognoser inom regionalpolitik och länsplanering)
- kapitalanvändningen måste för varje sektor motsvaras av en minst lika stor kapitalstock, som byggts upp genom investeringar i tidigare perioder
- nationella begränsningar kan införas för användningen av olika energislag i skilda tidsperioder.

*Konsumtionen* sammansätts av privat och offentlig konsumtion. Den privata konsumtionens fördelning på olika sektorer anges i form av regionspecifika konsumtionsandelar. Den totala konsumtionsnivån i varje region och varje tidsperiod bestäms av modellen. MORSE innehåller en möjlighet att införa regionala konsumtionskrav som innebär att totalkonsumtionen inte får understiga en viss andel av regionens totala förädlingsvärde. Dessa restriktioner kan ses som en form av surrogat för en mera detaljerad behandling av inkomstbildning och transfereringar.

### Planeringsmål

Vi har nu kortfattat beskrivit de regionala försörjningsbalanser som utgör MORSE:s kärna och diskuterat de balanskrav och resursrestriktioner som begränsar de "tillåtna" regionala utvecklingsförloppen. Det är nu dags att beröra MORSE:s målsättningar som styr valet av önskvärda framtidsbilder. Ambitionen har varit att representera *ekonomiska, sysselsättningspolitiska och energipolitiska målsättningar* i form av både satisfieringskrav (restriktioner) och optimeringskrav (målkomponenter). Således kan t.ex. den ekonomiska politikens strävanden när det gäller inkomstfördelning, regional balans och prisstabilitet tolkas i termer av modellens balans- och resursrestriktioner. Däremot återstår att representera målet "snabb ekonomisk tillväxt". Detta sker i form av ett optimeringsmål: maximera nuvärdet av totalkonsumtionen över alla tidsperioder. På motsvarande sätt kan målet full sysselsättning formuleras som en strävan att maximera den totala sysselsättningen under planeringsperioden (inom ramen för de "tillåtna" sysselsättningsintervallen i varje region och tidsperiod). Den tredje målkomponenten utgörs av en strävan att minimera energiåtgången under planeringsperioden (totalt eller för vissa

energislåg). Dessa tre målsättningar kan var och en tyckas extrema. Syftet med MORSE är att studera hur olika avvägningar mellan ekonomiska, sysselsättningspolitiska och energipolitiska mål påverkar de regionala framtidsbilderna. Gemensamt för samtliga regionala utvecklingsförlopp som MORSE tar fram är att de uppfyller konsistenskrav och minimikrav på ekonomi, sysselsättning och energihushållning.

#### 6.4 MORSE:s\_dataunderlag

MORSE är en modell för nationell/regional analys som arbetar i reala termer, dvs. alla värdestorheter är uttryckta i ett fast prissystem. Modellen kräver att förutsättningar specificeras för såväl internationella som nationella och regionala förhållanden.

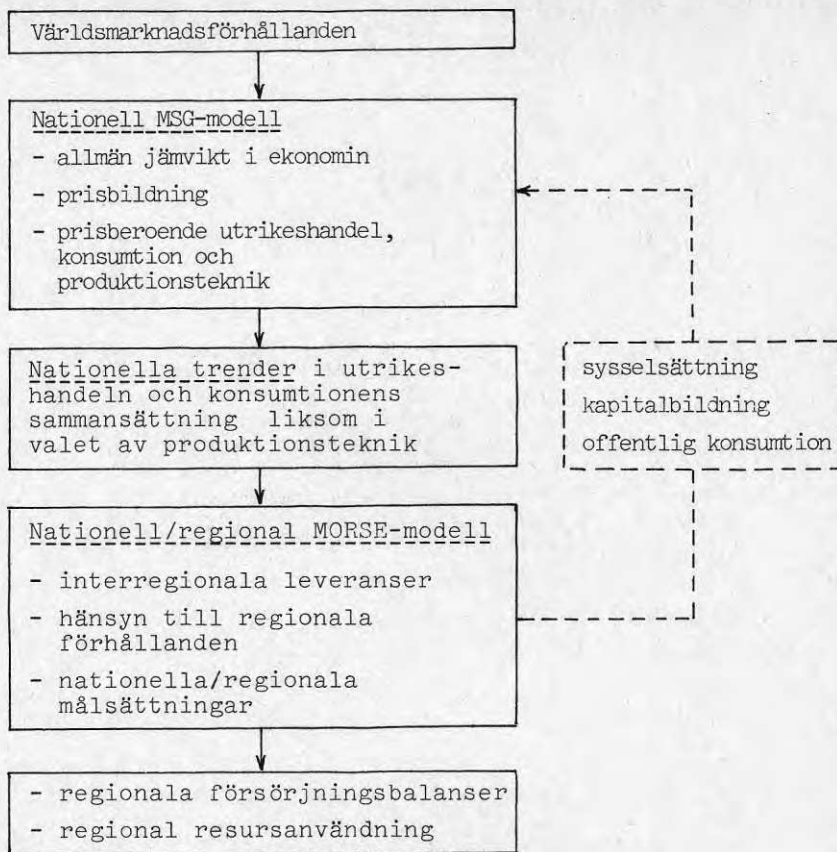
För att generera samstämmiga förutsättningar på nationell nivå har MORSE sammankopplats med en allmän jämviktsmodell för den svenska ekonomin (MSG), utvecklad av Lars Bergman vid Handelshögskolan. MSG innehåller en modell för inhemsk prisbildning som ligger till grund för beräkning av importens, exportens och konsumtionens sammansättning liksom för valet av produktionsteknik. Figur 16 visar hur MSG och MORSE kan användas för att ta fram konsistenta nationella/regionala utvecklingsförlopp. (För att uppnå full samstämmighet kan återföring av vissa resultat från MORSE till MSG behövas: total sysselsättning, kapitalbildning och offentlig konsumtion).

De nationella trenderna i utrikeshandel, konsumtion och teknikval (som kan beräknas på basis av resultat från MSG) appliceras på samtliga regioner i brist på underlag för regionala bedömningar. I två viktiga avseenden saknas tills vidare helt förutsättningar för bedömningar av framtida förändringar: intersektoriella leveranser av insatsvaror (regionala input-output koefficienter) och interregionala leveransmönster antas vara stabila över tiden.

Sektorindelning: Ekonomin är indelad i nio sektorer:

- Geografiskt "bunden" verksamhet (jordbruk, skogsbruk, fiske, gruvor, jord- och stenindustri)
- Energiomvandling (el-, värme-, vattenverk, petroleumindustri)
- Processindustri (trä-, massa-, papper-, kemisk, järn- och stålindustri)
- Tillverkningsindustri (övrig industri)
- Byggnadsindustri
- Samfärdsel
- Bostadstjänster
- Privata tjänster (inkl. varuhandel)
- Offentliga tjänster

För de två första sektorerna bestämmer MORSE endast den nationella produktionsvolymen. Denna fördelas över regionerna på ett i förväg angivet sätt. Produktionen av



Figur 16: Beräkning av prisberoende underlag för MORSE

bostadstjänster och offentliga tjänster antas till 100% levereras till den egna regionen.

Regionindelning: Sverige är uppdelat i åtta s.k. riksområden:

Stockholm	(AB)
Östra mellansverige	(CDETU)
Småland med öarna	(FGHI)
Sydsverige	(KLM)
Västsverige	(NOPR)
Norra mellansverige	(SWX)
Mellersta Norrland	(YZ)
Övre Norrland	(ACBD)

Tidsperioder: Modellens basår är 1975. Perioden 1975-1990 har delats in i tre 5-årsperioder.

## 6.5 Beräkningar

MORSE har använts för att beräkna ett preliminärt referensalternativ för den regionala utvecklingen fram till 1990. Detta referensalternativ bygger på bl.a. följande antaganden:

- maximering av konsumtionen 1975-1990 utan diskontering
- regional konsumtion får ej understiga 70% av resp. regions förädlingsvärde
- betalningsbalansunderskottet elimineras till 1990
- regionala sysselsättningsrestriktioner i enlighet med prognoser i underlag för länsplanering 80
- inga restriktioner på nationell energianvändning
- nationella trender i utrikeshandel, konsumtion och teknikval skattade på basis av Konsekvensutredningens referensalternativ enligt Lars Bergmans MSG-modell

Utgående från referensalternativet har ett antal känslighetsanalyser utförts i syfte att utröna de regionala utvecklingsförloppens känslighet för förändringar i:

- tidspreferenser (olika diskonteringsfaktorer)
- energipriser och energisystem
- interregionala och internationella beroenden
- målsättningar för det regionalekonomiska systemets utveckling

Vi skall i detta sammanhang ägna huvudintresset åt den nationella utvecklingen och Stockholmsregionens utveckling i referensalternativet. Vidare skall vi redogöra för hur ovan skisserade känslighetsanalyser påverkar Stockholmsregionens utveckling.

### Referensalternativet

Tabell 1 visar utvecklingen av de makroekonomiska storheterna på nationell nivå 1975-1990 enligt MORSE och en jämförelse med 1978 års långtidsutredning. Av tabellen framgår att MSG-MORSE ger lägre BNP-tillväxt än 78 års långtidsutredning. En del av skillnaden förklaras av lägre resurstillväxt (arbete, kapital). MORSE förlägger en stor andel av investeringarna till första 5-årsperioden (+2.5%) vilket delvis förklarar nolltillväxten i bruttoinvesteringar mellan 1975 och 1990. Den offentliga sektorns produktion tillväxer betydligt snabbare enligt MORSE än enligt långtidsutredningen. För den privata konsumtionen är förhållandet det omvända. Orsaken står att finna i de regionala sysselsättningskraven. För att dessa skall uppfyllas i MORSE måste den offentliga sektorns produktion (som är mest sysselsättningsintensiv) ökas utöver den miniminivå som stipuleras av konsumtionsandelen.

	MORSE 1975-1990	LU 78 1977-1990
Bruttonationalprodukt	+2.0	+3.2
Privat konsumtion	+0.4	+1.5
Offentlig konsumtion	+2.5	+1.8
Bruttoinvesteringar	-0.0	+3.4
Export	+3.9	+6.2
Import	+2.4	+3.8
Sysselsättning (personer)	+0.5	+0.7
Kapitalstock	+2.2	+2.5
Energianvändning	+1.1	+1.2
Elanvändning	+2.3	+3.8

Tabell 1: Nationell utveckling enligt MORSE (ref.alt.) och LU 78.  
Årlig procentuell förändring.

Tabell 2 och 3 visar Stockholmsregionens försörjningsbalans för 1980 och 1990. Det framgår att vid båda tidpunkterna kan Stockholmsregionens sysselsättningsnivå endast upprätthållas genom en betydande "överproduktion" inom offentliga sektorn. Konsumtionen växer mellan 1980-1990 i takt med bruttoregionprodukten. Stockholmsregionen och Sydsverige är de enda regioner för vilka minimikravet på konsumtionens andel av regionens förädlingsvärde är bindande under hela planperioden.

Referenskalkylens känslighet för en ändring i de regionala konsumtionskraven har undersökts. Om minimala "konsumtionskvoten" (g) sänks till 65% stiger bruttoregionprodukten i alla regioner 1990 (BNP stiger med 2.4%), se tabell 4. Den totala konsumtionsnivån stiger med 7.3% jämfört med referensalternativet men denna ökning är ojämnt fördelad över regionerna. Stockholmsregionen får största delen av ökningen samtidigt som konsumtionsnivån i Sydsverige och Väst-sverige reduceras. Ökad konsumtion i Stockholm (i fallet med sänkt konsumtionskvot) gör att behovet av "extra" offentlig sysselsättning blir lägre än i ursprungliga referenskalkylen.

Tabell 5 sammanfattar sysselsättningsstrukturen 1975 och 1990. MORSE:s resultat för 1990 jämförs med nedbrytningen av 1978 års långtidsutredning. Det framgår att LU:s prognos utvisar betydligt högre efterfrågan på arbetskraft i Stockholmsregionen än MORSE. Detta gäller såväl tillverkningsindustri, byggnadsindustri som tjänsteproduktion (detaljerade jämförelser försvåras av vissa skillnader i sektordefinitioner, bl.a. vad beträffar offentliga tjänster). Konsekvensutredningens arbetsprognos för Stockholm 1990 låg något högre än LU-78 (918000). 1980 års långtidsutredning anger ett sysselsättningsintervall för år 1985 på

Försörjningsbalans		Utr imp		Inr imp		Tillförsel		Insats		Konsumtion		Invest		Utr exp		Inr exp		Tot anv		
Sektor	Produktion																			
1	1031	161	2339	3530	2151	755	8	90	414	3418										
2	6143	4571	397	11111	2748	863	0	205	6155	9970										
3	2124	596	4597	7318	4481	863	99	298	1577	7318										
4	16966	2985	13123	33074	9019	8290	2364	4297	9105	33074										
5	6409	0	1061	7469	1827	0	3756	0	1886	7469										
6	5367	537	972	6876	1648	782	0	1346	3099	6876										
7	3100	0	0	3100	0	3100	0	0	0	3100										
8	14961	2094	8656	25711	10687	2736	0	923	11364	25711										
9	15006	0	0	15006	0	9571	0	0	0	9571										
Totalt	71107	10944	31145	113196	32561	26959	6226	7159	33601	106507										

Bruttoregionprodukt 38513

#### Användning av produktionsfaktorer

#### Begränsningar av faktoranvändning

Sektor	Arbete	Kapital	EL	Flyt br	Övr br	Fj värme	Tot energi		arbete		kapital	
							max	min	max	max		
1	12861	1914	179	1284	205	0	1668	1668	1914	1914	1914	1914
2	7394	5419	817	73	1	0	891	891	5419	5419	5419	5419
3	12396	2998	1321	1486	10	0	2817	2817	2998	2998	2998	2998
4	93722	7680	936	2387	90	0	3414	3414	7680	7680	7680	7680
5	61657	2688	157	317	0	0	474	474	2688	2688	2688	2688
6	66682	18670	748	6809	0	111	7668	7668	18670	18670	18670	18670
7	5428	44016	412	0	0	0	412	412	56761	56761	56761	56761
8	204220	19789	1722	4176	0	501	6399	6399	19789	19789	19789	19789
9	375139	36347	1416	6488	0	959	8862	8862	44538	44538	44538	44538
Priv kons			3396	19768	179	2544	25887	25887				
Totalt	839500	139521	11105	42788	485	4115	58493	58493	839500	854000	160458	160458

Tabell 2: Stockholmsregionens försörjningsbalans och resursanvändning 1980 enligt MORSE:s referensalternativ  
Miljoner kronor, 1968 års priser. Sysselsatta personer. Energi uttryckt i GWh.

## Försörjningsbalans

Sektor	Produktion	Utr imp	Inr imp	Tillförsel	Insats	Konsumtion	Invest	Utr exp	Inr exp	Tot anv
1	1313	195	2574	4082	2298	895	13	146	511	3863
2	7997	5058	475	13530	3292	1023	0	368	7203	11886
3	2572	722	5547	8841	5424	1023	120	406	1869	8841
4	23547	4023	15610	43180	10930	9669	2817	8876	10888	43180
5	4935	0	831	5766	2187	0	2185	0	1394	5766
6	6943	694	1166	8803	1988	927	0	2169	3719	8803
7	3356	0	0	3356	0	3356	0	0	0	3356
8	18055	3250	10802	32107	13788	3085	0	1535	13700	32107
9	16877	0	0	16877	0	11987	0	0	0	11987
Totalt	85596	13942	37004	136542	39905	31964	5135	13501	39284	129789

Bruttoregionprodukt 45663

## Användning av produktionsfaktorer

Sektor	Arbete	Kapital	El	Flyt br	Övr br	Fj värme	Tot energi	arbete		kapital	
								min	max	min	max
1	12330	2943	250	1603	224	0	2078			2943	
2	7320	6778	1103	83	1	0	1188			6778	
3	10083	3854	1610	1547	11	0	3167			3854	
4	89218	12993	1327	3073	103	0	4502			12993	
5	34299	2809	121	212	0	0	333			2809	
6	64936	20347	978	7650	0	193	8821			20347	
7	4245	46705	456	0	0	0	456			48800	
8	218436	32725	2235	4558	0	813	7606			32725	
9	413533	41288	1794	6940	0	1449	10183			41288	
Priv kons			4909	19745	141	4914	29709				
Totalt	854400	170440	14782	45411	481	7368	68041	854400	886600	172535	

Tabell 3: Stockholmsregionens försörjningsbalans och resursanvändning 1990 enligt MOBSE:s referensalternativ  
Miljoner kronor, 1968 års priser. Sysselsatta personer. Energi uttryckt i GWh.

Riksområde	1975		1990 g = 70%		1990 g = 65%	
	Konsumtion	BRP	Konsumtion	BRP	Konsumtion	BRP
AB	36062	35919	31964	45663	38774	47106
CDETU	23517	27106	26445	37778	28417	38646
FGHI	11541	14541	13544	19349	15509	20045
KLM	20209	25311	25272	36102	23733	36512
NOPR	26799	32628	31436	44909	29681	45663
SWX	12874	16045	15244	21777	15467	22257
YZ	6085	7832	7910	9898	9839	10310
ACED	7727	9434	9157	12559	11342	12909
<b>Totalt</b>	<b>144814</b>	<b>168817</b>	<b>160972</b>	<b>228035</b>	<b>172762</b>	<b>233449</b>

Tabell 4: Minimala konsumtionkvotens (g) inverkan på totalkonsumtionens nivå och regionala fördelning 1990.

Sektor	1975	1990 MORSE	1990 LU-78
	Geogr. bunden verks	13704	12330-12727
Energiomvandling	6955	7320- 7341	5400
Processind.	14952	10083-10629	19200
Tillverkningsind.	109028	89218-94417	111700
Byggnadsind.	57189	34299-38159	50500
Samfärdsel	70311	64936-67680	61700
Bostadstj.	8794	4245- 5149	308000**
Privata tj.	214658	218436-228026	
Offentl.tj.	313959	390272-413533	343200**
<b>Totalt</b>	<b>809550</b>	<b>854400*</b>	<b>906000</b>

Tabell 5: Stockholmsregionens sysselsättningsstruktur 1990 enligt MORSE (g=65;70%) och 1978 års långtidsutredning.

\* = undre gränsen för sysselsättningen 1990

\*\* = vissa skillnader i sektorsdefinition jämfört med MORSE

888000 - 898000. Länsplanering 80 uppger en förväntad arbetskraftsefterfrågan 1985 på 888000 sysselsatta i Stockholms län. MORSE:s referenskalkyl anger för 1985 lägre sysselsättning än såväl länsplanering 80 som LU 80 (alt 1-2) för samtliga riksområden utom Sydsverige.



Den strukturuomvandling i Stockholmsregionen (enligt MORSE) som beskrivs i tabell 5 är långsammare än i flertalet andra regioner. Övergången från sysselsättning i varuproducerande sektorer (1-4) till tjänsteproducerande (5-9) är snabbast i Norrland och Sydostsverige. Dessa resultat står i strid med nedbrytningar av LU:s nationella sysselsättningskalkyler.

Stockholmsregionens försörjningsbalans (tabell 2-3) uppvisar (enligt modellresultaten) ett lägre beroende av utrikes import och ett högre beroende av inrikes import än genomsnittet för riket. Regionens utrikeshandelsnetto är negativt medan inrikeshandeln uppvisar ett positivt netto. Totala exportnettot är negativt 1980 men positivt 1990.

### Känslighetsanalyser

Ett antal förändringar av förutsättningarna för MORSE:s referenskalkyl har analyserats närmare. Förändringarna kan ha olika syften:

- utröna resultatens känslighet för osäkra förutsättningar (känslighetsanalys)
- utröna konsekvenserna av en inre eller yttre påverkan av det regionalekonomiska systemet (konsekvensanalys)
- utröna samband mellan regionala utvecklingsförlopp och politiska målsättningar (policyanalys)

För varje alternativ uppsättning modellförutsättningar beräknar MORSE ett regionalt utvecklingsförlopp som beskrivs av regionala och nationella försörjningsbalanser för varje tidsperiod. Vi skall i denna rapport begränsa oss till en redovisning av hur olika förändringar påverkar privat konsumtion, sysselsättning utanför den offentliga sektorn samt total energianvändning inom Stockholmsregionen och inom riket. Följande förändringar av referenskalkylens förutsättningar har studerats:

- DISK: Diskontering av framtida konsumtion till nuvärde med 4% realränta samt uppvärdering av konsumtionsnivån under sista femårsperioden med hänsyn till tiden bortom 1990.
- KONS: Ökade investeringar (regionalt fördelade) och försämring av bytesbalansen 1980-1990 enligt Konsekvensutredningens avvecklingsalternativ 105 TWh.
- BYTE: Försämring av bytesbalansen som en följd av höjda importpriser 1980-1990.
- SJÄLV: En förändring av regionala leveransmönster i riktning mot större regional självförsörjning (25% av skillnaden mellan referenskalkylens självförsörjning och full självförsörjning).
- SYSS: Maximering av totala sysselsättningen 1975-1990 i stället för maximering av konsumtionen.
- ENERGI: Minimering av totala energianvändningen 1975-1990 i stället för maximering av konsumtionen.
- MINIMP: Minskning av internationella leveransberoenden. Importkvoten 1990 antas reducerad med 6% för

process- och tillverkningsindustri och med 3% för övriga utrikeshandlande sektorer (ökad nationell självförsörjning).

Tabell 6 visar att Stockholmsregionens ekonomi är mindre känslig för ändrade förutsättningar än riksgenomsnittet. Ett undantag utgörs dock av fallet med ökad regional självförsörjning som medför en drastisk ökning av utrymmet för privat konsumtion i Stockholmsregionen. Ökningen av industrissysselsättningen i förhållande till referensalternativet uppgår till ca 16 000 sysselsatta 1990. Den låga sårbarheten för ändrade förutsättningar sammanhänger troligen, åtminstone delvis, med att Stockholmsregionens ekonomi enligt MORSE i hög grad styrs av restriktioner på konsumtion och sysselsättning. Vi har tidigare observerat att uppmjukade konsumtionskrav (i alla regioner) påtagligt påverkar Stockholmsregionens konsumtionsutrymme. Slutsatsen av känslighetsanalyserna blir därför att den regionala fördelningen av totalkonsumtionen och de interregionala leveranssambandens styrka synes ha större betydelse för Stockholmsregionens ekonomiska utveckling än övriga undersökta faktorer.

MORSE:s resultat bör i likhet med modellresultat i allmänhet tolkas med omsorg. Sålunda bör t.ex. i fallet med ökad regional självförsörjningsgrad observeras att *endast* leveransmönstren ändrats. Den regionala produktionstekniken förutsätts oförändrad trots att ändrade leveransmönster sannolikt medför ändrad sammansättning av branschernas produktion. Antagandena om minskad import och höjda importpriser (t.ex. oljepriser) har inte heller förutsatts påverka konsumtionsmönster eller produktionsteknik. Arbete med sammankoppling av MSG-MORSE (figur 14) bör leda till förbättrade möjligheter att ta hänsyn till prisbildning och substitutionseffekter.

### 6.6 Slutsatser

MORSE skall i TRANSLOK-sammanhang ses som en metod att ta fram regionala framtidsbilder av produktion, konsumtion, sysselsättning och energianvändning. Dessa informationer utgör viktiga förutsättningar för den inomregionala analysen.

Hittills har MORSE byggt på externa prognoser av befolkning och förvärvsfrekvens. Dessa prognoser har utgjort underlag för modellens restriktioner på varje regions totala sysselsättning. Alternativt kan dessa sysselsättningsrestriktioner baseras på regionalpolitiska målsättningar. Efter en mindre omformulering skulle de regionala sysselsättningsrestriktionerna kunna bytas ut mot en nationell restriktion för varje tidsperiod. MORSE skulle därefter kunna användas för att belysa både den regionala befolknings- och sysselsättningsutvecklingen.

Av ovan redovisade beräkningar med MORSE kan följande slutsatser dras:

- Stockholmsregionens sysselsättning ökar långsammare än långtidsutredningens och länsplaneringens prognoser
- snabbt sjunkande industrissysselsättning medför att utvecklingen av den offentliga sektorn avgör Stockholmsregionens sysselsättningsutveckling.

		Stockholmsregionen			Riket		
		Priv.kons.	Icke-off.syss.	Tot.energi	Priv.kons.	Icke-off.syss.	Tot.energi
DISK	80	+0.1	+0.4	-0.4	-11.0	+1.8	-4.7
	90	+4.5	+0.5	+2.2	+9.2	+0.1	+3.3
KONS	80	-0.0	+0.1	-0.4	-3.5	-0.2	-2.0
	90	-0.2	-0.4	-0.0	-0.2	-0.3	-0.0
BYTE	80	-0.2	-0.5	-0.4	-4.1	-0.2	-2.2
	90	+0.0	-0.0	+0.1	-1.0	-0.3	-0.2
MINIMP	80	+0.1	+0.4	-0.4	-5.9	+0.4	-2.9
	90	-1.0	-2.1	-0.9	-1.7	-1.5	-1.2
SJÄLV	80	+48.6	+7.4	+24.4	+7.1	+4.9	+4.3
	90	+31.3	+6.3	+15.9	+10.2	+5.9	+5.1
SYSS	80	+1.5	+1.5	+1.1	-9.1	+2.3	-2.8
	90	+2.3	+0.6	+2.3	+0.9	-0.2	+1.1
ENERGI	80	+0.0	+0.3	-1.0	-11.8	-0.8	-5.9
	90	-6.7	-15.0	-5.8	-8.6	-15.9	-8.8

Tabell 6: Resultatens känslighet för ändringar i referenskalkylens förutsättningar.  
Procentuell avvikelse från referenskalkylen.

- den långsamma sysselsättningsutvecklingen gäller även i fallet med den för Stockholmsregionen mest positiva framtidsbilden med i förhållande till referensalternativet kraftigt ökad konsumtion (SJÄLV).
- Stockholmsregionens utrymme för privat konsumtion förändras enligt MORSE-kalkylerna med mellan -1% och +1% per år under perioden 1975-1990. Enligt referenskalkylen är konsumtionsutvecklingen negativ. Detta får givetvis konsekvenser för bl.a. bostadsefterfrågan och bilinnehav.
- MORSE kan användas för att ta fram regionala energiprognoser. Elprognosen för 1990 enligt referenskalkylen visar god överensstämmelse med SIND:s elprognos för Stockholms län (1980). Oljeanvändningen ökar under 80-talet men Stockholmsregionens oljeberoende minskar långsamt (enligt referensalternativet).
- Stockholmsregionens ekonomi är mindre känslig för ändrade förutsättningar än riksgenomsnittet. Mest känslig är Stockholmsregionens ekonomi för ändringar i konsumtionens regionala fördelning och ändrade mellanregionala leveransmönster.

Ytterligare arbete behöver läggas ned på både dataunderlag och modellformulering för att specialanpassa modellen till tänkbara användningsområden:

- framtagning av långsiktiga regionscenarier
- analys av samstämmighet mellan långtidsutredningarnas och länsplaneringens resultat
- analyser av demografiska - ekonomiska samband

- regionala energiprognoser
- mera detaljerade studier av enstaka sektorer eller regioner (t.ex. energiproduktion, transportsektorn, län, etc.)

Inom ramen för projektet "Regionplanering och framtida energisystem" kommer långsiktiga nationella/regionala framtidsbilder baserade på MSG-MORSE att genereras som underlag för den regionala energiplaneringen.

## 7. Långsiktig regionstruktur - SALT

### 7.1 Syfte

Den översiktliga planeringens huvuduppgift är att samordna regionens (kommunens) långsiktiga utveckling när det gäller ekonomi, markanvändning, teknisk försörjning osv. Samordningen siktar till att erbjuda människorna så goda levnadsvillkor som möjligt inom ramen för begränsade resurser. Viktiga förutsättningar för den inomregionala analysen utgörs av nationella och regionala bedömningar av framtida utveckling inom ekonomi, sysselsättning och befolkning (jfr. avsnitt 6).

Långsiktig fysisk översiktsplanering (perspektivplanering) syftar till att samordna bostädernas och arbetsplatsernas lokalisering samt transportsystemens struktur med hänsyn till de starka inbördes beroendena mellan dessa "regionplanelement". Långsiktigheten innebär att osäkerheter om mål, resurser och beteendesamband måste uppmärksammas. Sambanden mellan kortsiktiga utbyggnadsplaner och långsiktiga handlingsalternativ bör studeras som underlag för bedömningar av handlingsfrihet, kritiska vägval, etc.

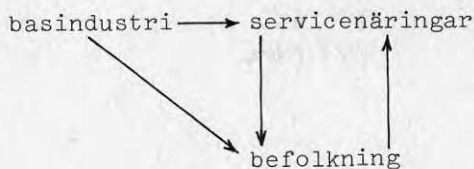
SALT (modell för Samordning Av Lokalisering och Transporter) är TRANSLOK:s delmodell för analys av den långsiktiga regionstrukturen. Modellen hanterade i sin första version endast bebyggelse- och transportsystem men har senare utvecklats för samtidig analys av bostäder, arbetsplatser och transportsystem.

### 7.2 Metodansatser

De flesta markanvändningsmodeller utgår från ett givet transportsystem (struktur, kapacitet). Bostäder och arbetsplatser lokaliseras med ledning av välfärds mål eller prognosorienterade modellansatser.

Ömsesidiga beroenden mellan bostäder och arbetsplatser utgör exempel på systemsamband som innebär att även det renodlade markanvändningsproblemet är svårhanterligt. Enkla linjära matematiska samband är otillräckliga för att beskriva t.ex. kontaktkostnader mellan ömsesidigt beroende verksamheter. Modellerna får ofta en form som gör det omöjligt att enkelt hitta en "bästa" lösning. För att kringgå dessa problem kan t.ex. arbetsplatsernas lokalisering bestämmas utanför modellen. En ytterligare förenkling, som ibland används i lokaliseringsteorin, är att anta en

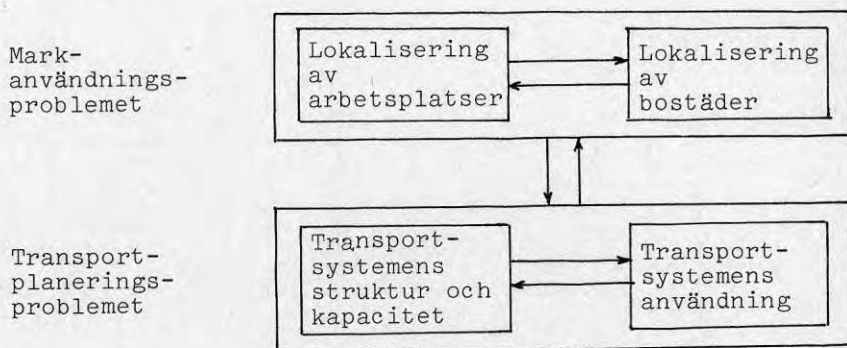
endimensionell stad (linjär eller cirkulär stad) med alla arbetsplatser placerade i stadskärnan. I vissa modeller lokaliserar verksamheterna enligt något iterativt förfarande, t.ex:



Ju längre perspektiv vi betraktar, desto viktigare är det att planeringen (och modellerna) fångar in ömsesidiga beroenden mellan regionens verksamheter utan drastiska förändringar.

Modeller för optimering av transportsystemens struktur (och funktion) utgår vanligen från ett givet lokaliseringsmönster. Modellerna söker bestämma en utbyggnad av transportnäten som minimerar kostnaden för att tillfredsställa en given transportefterfrågan eller som maximerar något mått på välfärd (nytta - kostnad). Även med givet lokaliseringsmönster är detta problem i allmänhet så svårt att det kräver ytterligare förenklingar för att vara praktiskt lösbart. Bland sådana förenklingar kan nämnas: väglänkarna antas ha en kapacitet som kan varieras kontinuerligt, transportbeteendet antas "systemoptimalt" (dvs. trafiken fördelas så att samhällets totalkostnad minimeras snarare än den enskildes privata uppostring), interaktionen mellan kollektivtrafik- och biltrafiksystemen antas ske på ett förenklat sätt, investeringskostnadsfunktionen förutsätts vara välartad (linjär, konvex), osv.

Vi kan sammanfatta diskussionen om modellansatser i en figur, se figur 17. Figuren illustrerar funktionella beroenden mellan delsystem som i praktiken ofta planeras av skilda myndigheter (kommuner, länsstyrelse, vägverk, trafikbolag, etc).

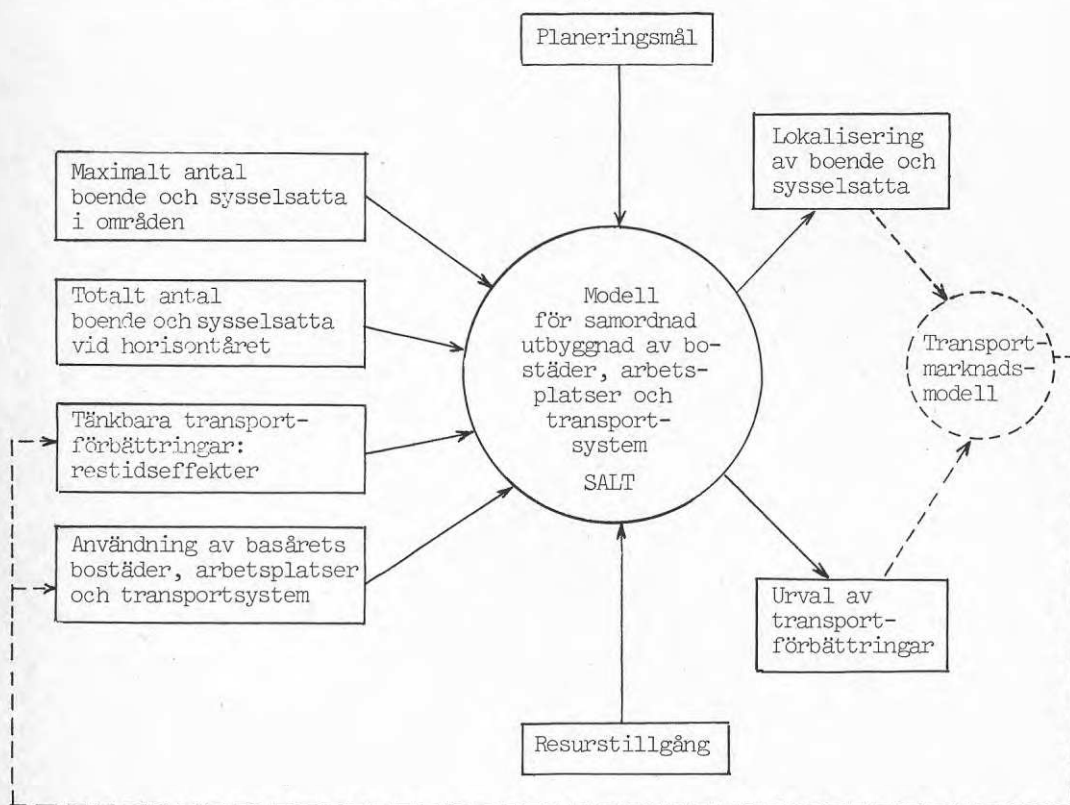


Figur 17: Ömsesidiga beroenden i långsiktig översiktlig planering.

Syftet med SALT är att i ett modellsteg behandla de grundläggande ömsesidiga beroendena mellan bostädernas och arbetsplatsernas lokalisering och transportsystemens kvalitet. Både problemets långsiktiga karaktär och dess svårighet har gjort att transportsystemens användning måste hanteras på ett förenklat sätt. För att kontrollera rimligheten i förenklande beteendeantaganden kan resultaten från SALT matas in i en transportmarknadsmodell av t.ex. TRAMA:s typ, se avsnitt 10.

### 7.3 SALT:s struktur

SALT lokaliserar boende och sysselsatta (bostäder och arbetsplatser) och gör ett urval bland potentiella transportförbättringar på ett sådant sätt att modellens planeringsmål uppnår "bästa" värde. Varje utbyggnadsstrategi skall utgå från förväntad användning (vid horisontåret) av basårets regionstruktur, skall innehålla prognosticerade totalantal boende och sysselsatta vid horisontåret och skall ta hänsyn till att antalet boende och sysselsatta i varje delområde är uppåt begränsat. Varje utbyggnadsstrategi skall också vara genomförbar med hänsyn till tillgången på knappa resurser (t.ex. kapital, arbete, investeringsramar, driftskostnader). Se figur 18.



Figur 18: SALT:s principiella uppbyggnad

Det finns ett flertal tänkbara kopplingar mellan SALT och de regionala framtidsbilderna från MORSE. Uppenbarligen utgör totalbefolkning och totalsysselsättning i regionen vid horisontåret en sådan direkt koppling. Likaså kan MORSE ge underlag (totalproduktion, byggnadsproduktion, totalsysselsättning) för bedömningar av resurstillgången. Konsumtionsutvecklingen är väsentlig för prognoser av resebeteende och bostadsefterfrågan. Även utvecklingen av relativa priser (enligt MSG) är relevant för efterfrågebilden.

SALT:s *variabler* utgörs av antalet boende och sysselsatta i varje delområde vid horisontåret samt en variabel för varje potentiell transportförbättring som anger om transportförbättringen skall genomföras eller ej. SALT söker värden på dessa variabler som dels uppfyller modellens restriktioner och dels ger så bra värde som möjligt på modellens utvärderingsmått (planeringsmålen).

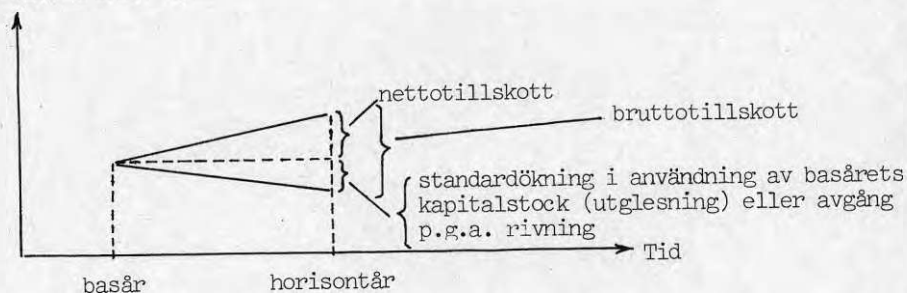
#### Modellens restriktioner

SALT:s restriktioner är matematiskt lätthanterliga (linjära samband). De är av tre slag:

- *totala antalet boende resp. sysselsatta* vid horisontåret måste vara lika med summan av resp. verksamheter i regionens delområden.
- *totala åtgången av olika resursslag* för byggande och/eller drift av bostäder, arbetsplatser och transportsystem får inte överstiga tillgången på resurser.
- *mängden boende resp. sysselsatta i varje delområde* begränsas nedåt av prognosticerad användning vid horisontåret av återstående delar av basårets bostäder och arbetsplatser. De områdesvisa verksamhetsvolymerna begränsas uppåt av lokala kapacitetstak, som kan härröra från marktillgång, tekniska försörjningssystem eller politiskt beslutade maximala exploateringsstal.

Modellen arbetar med andelar av de olika verksamheternas totala bruttotillskott i regionen, se figur 19. Därigenom uppfylles automatiskt den första gruppen av restriktioner samt de undre begränsningarna i den tredje gruppen. De övriga restriktionerna måste kontrolleras när modellen successivt söker lokalisera verksamheter (andelar av de totala

Total verksamhetsvolym



Figur 19: Definition av verksameters bruttotillskott.

bruttotillskotten) till olika delområden samtidigt som olika kombinationer av transportsystemförbättringar prövas. Endast tillåtna (enligt restriktionerna) kombinationer av lokaliseringsmönster och transportsystem blir föremål för utvärdering med modellens mått på måluppfyllelse.

### Planeringsmål

SALT syftar till att välja ut önskvärda långsiktiga regionstrukturer. Modellens restriktioner medger i allmänhet ett mycket stort antal "tillåtna" planalternativ. Genom att göra successiva utvärderingar av alternativa regionstrukturer söker modellen en "bästa" design. Planeringsmålen kan specificeras på många olika sätt. De måste dock bygga på den grundläggande information om regionstrukturen som är tillgänglig i modellen:

- antalet boende i regionens delområden,
- antalet arbetsplatser i regionens delområden,
- genomsnittlig restid (vägd bil- och kollektivrestid) mellan regionens delområden (kan ersättas av generaliserad reskostnad),
- ytterligare information om delområdenas attraktivitet (t.ex. yttillgång, naturförhållanden, etc.).

Det är viktigt att åter understryka modellens perspektivplanekaraktär. Planeringsperioder på 20-40 år är inte ovanliga i långsiktig markanvändningsplanering. Bedömningar av långsiktiga regionstrukturer måste med nödvändighet bli mera översiktliga än de detaljerade analyser som är möjliga vid jämförelser av kortsiktiga utbyggnadsalternativ. Detta beror bl.a. på stora osäkerheter om framtida livsstilar, teknologi, institutionell struktur. Även vid perspektivplanering med intuitiva metoder måste bedömningarna ske översiktligt och baseras på tillgänglig information av ovan angiven typ.

Vi har i tidigare avsnitt (se avsnitt 4) utförligt behandlat skilda kategorier av utvärderingsmått. Vi konstaterade att två klasser av mått förefaller rimliga att beakta: mått på *tillgänglighet* och mått på *lokal områdeskvalité*. Vidare noterade vi att den exakta formuleringen av dessa mått är situationsberoende, dvs. beror på planeringsförutsättningar och planeringsperiodens längd.

De modellkalkyler med SALT som vi skall redovisa hänför sig till Stockholmsregionens utveckling under perioden 1975-2005. Mot bakgrund av 70-talets planeringsdebatt har tre *kontaktkostnadsmått* formulerats. De utnyttjar i samtliga fall information om bostädernas och arbetsplatsernas lokalisering och restider mellan regionens delområden.

$M(i,j)$  = genomsnittlig *restid* mellan verksamhet  $i$  och verksamhet  $j$  (medelrestiden beräknas med avseende på *samtliga potentiella kontakter* mellan verksamheterna  $i$  och  $j$ . Detta innebär t.ex. att från varje bostad beräknas medelrestiden till samtliga arbetsplatser i regionen, jfr. A5 i avsnitt 4).



$U(i,j)$  = genomsnittligt mått på *låg tillgång* till verksamhet  $j$  från verksamhet  $i$  (utgående från verksamhet  $i$  i ett visst område mäts inverterade värdet av *totala utbudet* av verksamhet  $j$  inom en angiven restid (jfr. A2 i avsnitt 4); måttet kan under vissa förutsättningar (beträffande uppkomsten av kontaktmöjligheter) tolkas som medelväntetiden för att t.ex. en ledig plats skall uppstå inom en viss restid).

$K(i,j)$  = genomsnittligt mått på *låg åtkomlighet* till verksamhet  $j$  från verksamhet  $i$  (utgående från verksamhet  $i$  i ett visst område mäts inverterade värdet av det med hänsyn till konkurrensen från andra delområden *åtkomliga utbudet* av verksamhet  $j$  inom en angiven restid (jfr. A3 i avsnitt 4); måttet kan under vissa förutsättningar tolkas som medelväntetiden för att ett erbjudande om t.ex. arbete skall uppkomma inom viss restid).

De tre måtten har olika egenskaper. I allmänhet ger dock  $M$  och  $U$  en likartad bild av kontaktkostnadskillnaderna medan  $K$  uppvisar ett annorlunda kontaktkostnadsmönster. Skillnaderna mellan de tre kontaktkostnadsmåtten beror givetvis på vilka restidsgränser som används i  $U$  och  $K$  och sättet att beräkna konkurrens-effekten i  $K$ . Generellt sett uppnår  $M$  sina lägsta värden i områden som ligger "nära" regionens tyngdpunkt. I Stockholmsfallet innebär detta (med realistiska värden på andelen bilpendlare) de halvcentrala områdena i nordväst och sydväst.  $U$  uppnår låga värden i centrala och halvcentrala områden, medan  $K$  antar särskilt höga värden för områden som dels har relativt få arbetsplatser inom restidsgränsen och som dels konkurrerar om dessa arbetsplatser med många andra bostadsområden. Ett totalt kontaktkostnadsmått kan formuleras genom att väga samman kontaktkostnaden ( $M, U$  eller  $K$ ) för olika verksamhetspar (bostäder - bostäder, bostäder - arbetsplatser, arbetsplatser - arbetsplatser).

Minimering av kontaktkostnaden leder till en koncentration av utbyggnaden till ett fåtal områden och likaledes till en koncentrerad satsning på förbättring av transportmöjligheterna mellan de tunga bebyggelseområdena. Därigenom uppstår tätexploaterad bebyggelse och hög trafikintensitet. Den lokala *områdeskvalitén* riskerar därför att bli oacceptabel (trängselfenomen, brist på närströvområden, miljöstörningar), se vidare avsnitt 4. Ett sätt att förhindra oacceptabel täthet är att göra antaganden om exploateringsgrad i olika delar av regionen och införa restriktioner på tillgänglig yta. Detta förutsätter dock att den grundläggande avvägningen mellan kontaktkostnad och exploateringsgrad hanteras utanför modellen. Ett sådant förfarande måste betraktas som mindre lämpligt i samband med långsiktiga perspektivstudier, ty såväl avgränsning av bebyggbar yta som fastläggande av exploateringsgrad kräver bedömningar på mycket detaljerad nivå.

I enlighet med diskussionen i avsnitt 4 formulerar vi därför grova mått på delområdenas *kvalité* genom att mäta

områdenas *täthet*. Två mått har använts. De utnyttjar uppgifter om lokaliseringsmönster och uppskattad yttillgång:

$N(k)$  = område k:s *nettotäthet*, dvs. verksamhetsvolym (t.ex. mätt i antal personer) i relation till tätortsytan,

$B(k)$  = område k:s *bruttotäthet*, dvs. verksamhetsvolym i relation till total yta.

Vi hänvisar för övrigt till framställningen i avsnitt 4 beträffande motiveringar för dessa mått på områdeskvalité och synpunkter på vilka ytterligare komponenter som skulle kunna inkluderas (åtminstone vid kortsiktig planering). Ett totalt täthetsmått kan formuleras genom beräkning av den genomsnittliga tätheten i regionens delområden.

Det samlade planeringsmålet utgörs av en sammanvägning av regionens genomsnittliga kontaktkostnad och regionens genomsnittliga områdestäthet. Genom att variera avvägningen mellan dessa två grundläggande målkomponenter kan regionstrukturer med mycket olika tillgänglighets- och täthetsegenskaper genereras.

#### 7.4 SALT:s dataunderlag och användningssätt

Behovet av indata till SALT kan i stort sett grupperas i tre kategorier:

- prognosticerade uppgifter om *genomsnittliga restider* (bilrestider, kollektiva restider, färdmedelsval) på *direktlänkar i transportsystemet*. Med direktlänkar avses i detta sammanhang områdespar där restiden inte kan beräknas genom summering av restider mellan andra områdespar. Restidsprognosen skall gälla för fallet med basårets transportsystem och horisontårets lokalisering-mönster. Eftersom detta delvis bestäms av modellen bör restidsantagandena i efterhand prövas med någon lämplig trafikprognosmodell, jämför figur 17. Detsamma gäller antagandena om färdmedelsval.
- prognosticerade *effekter av potentiella transportförbättringar*. För varje "projekt" anges vilka direktlänkar som berörs (förbättring av existerande direktlänk eller införande av ny direktlänk) samt resulterande effekter på genomsnittliga restider på dessa länkar. Dessa antagna restidseffekter bör i efterhand kontrolleras med en trafikprognosmodell, jämför figur 17. För varje transportförbättring skall också kostnader anges (investeringskostnader och/eller driftskostnader). Modellen gör det möjligt att vid beräkning av täthetsmättet korrigera för transportprojektens inkräktande på yttillgången. Transportprojektens ytbehov inklusive eventuella buffertzoner måste då specificeras.
- *områdesvisa uppgifter* beträffande undre gränser för antalet boende och arbetande (svarande mot användning vid planeringshorisonten av basårets fysiska struktur), övre gränser för antalet boende och/eller antalet arbetande (svarande mot kapacitetsbegränsningar), yta för beräkning av täthetsmått samt eventuella uppgifter om kost-

nader för bostäder och arbetsplatser (byggande och/eller drift inklusive följdinvesteringar).

- *regiontotaler* avseende antalet boende och antalet sysselsatta vid planeringshorisonten samt tillgång på olika sorters resurser under planeringsperioden.
- vissa ytterligare *parametrar* som behövs för att definiera restidsgränser i kontaktkostnadsmåtten, valet av kontaktkostnadsmått i olika kontaktrelationer (t.ex. bostadsarbete), de olika kontaktrelationernas relativa vikt samt avvägningen mellan kontaktkostnad och täthet.

SALT kan användas på flera olika sätt. Modellen kan utnyttjas för följande huvudsyften:

- A. Samtidig lokalisering av bostäder och arbetsplatser samt förbättring av transportsystemen under planeringsperioden.
- B. Lokalisering av bostäder och arbetsplatser mot bakgrund av givet transportsystem (specificerad restidsmatrix eller utbyggnadsplan).
- C. Förbättring av transportsystemen mot bakgrund av givet lokaliseringsmönster (specificerad lokalisering av bostäder och arbetsplatser).
- D. Utvärdering av given regionstruktur (specificerad lokalisering av bostäder och arbetsplatser samt given utbyggnad av trafiksystemen).

Modellen utför normalt uppgifterna A - D för slutåret av en given planeringsperiod. Genom att välja olika horisontår kan önskvärda utbyggnadsstrategier på kort- och lång sikt beräknas. Modellen erbjuder också en möjlighet att dela upp planeringsperioden i två delar: en första del vars utbyggnad specificeras utanför modellen och en andra del vars utbyggnad behandlas enligt något av alternativen A - D. Detta användningssätt är speciellt anpassat för analys av hur den långsiktiga handlingsfriheten påverkas av kortsiktiga utbyggnadsplaner.

SALT är matematiskt en mycket komplicerad modell. Den har lösts med en s.k. heuristisk metod (trädsökning), som inte med absolut säkerhet ger upphov till "optimal" regionstruktur. En tämligen noggrann uttestning av metoden och hit-tillsvarande erfarenheter av skilda tillämpningar har dock visat att modellen fungerar på ett tillfredsställande sätt. Sannolikheten att hitta den optimala lösningen förefaller stor. Denna sannolikhet kan dessutom påverkas genom att modellen erbjuder olika val av sökstrategi: antalet genom-sökta lokaliseringsmönster kan styras liksom antalet beräkningar av nya transportnät och graden av approximation vid design av nya transportnät.

## 7.5 Beräkningar

Användningen av SALT skall i det följande illustreras med ett antal beräkningar. Dessa representerar olika stadier i modellutvecklingen och har skett med skilda syften. Vi skall redovisa resultaten av modelltillämpningarna under tre huvudrubriker:

- målkonflikter och handlingsutrymme
- inomregionala obalanser i måluppfyllelse
- osäkerhet och handlingsfrihet

Beräkningarna behandlar Stockholmsregionens utbyggnad under perioder på 15-30 år. Regionen har i de olika tillämpningarna delats in i 10-20 delområden och antalet potentiella transportförbättringar har varierat mellan 13 och 25.

### Målkonflikter och handlingsutrymme

I del I av rapporten (avsnitt 5) förespråkade vi en metod för analys av handlingsutrymme inom bebyggelse- och transportplanering. Vi hävdade att i ett läge med flera målkomponenter och osäkerhet om framtida värderingar är en studie av icke-dominerade s.k. effektiva, regionstrukturer av stort intresse som planerings- och diskussionsunderlag. Metoden ger information om "frihetsgrader" i planeringsproblemet och om målkonflikternas karaktär utan att a priori kräva information om avvägningen mellan olika målkomponenter.

Vi skall här illustrera hur en analys av handlingsutrymme kan te sig på (a) en *mycket översiktlig nivå* (Stockholms län, exkl. Norrtälje och Nynäshamn, delas upp i 10 delområden; 13 potentiella transportförbättringar beaktas). Vi skall också (b) redovisa några långsiktiga regionstrukturer, som beräknats på en *mera detaljerad nivå* (20 delområden, 22 transportförbättringar). Dessa senare resultat togs fram på uppdrag av Regionplanekontoret som ett led i förarbetet till Regionplan 78. De illustrerar ungefär den maximala detaljeringsgrad som i dagens läge (dvs. utan ytterligare effektiviseringar av lösningstekniken) kan hanteras utan orimligt höga kostnader för datorkörningar.

- a) Vid modellberäkningarna på *mycket översiktlig nivå* användes renodlade kontaktkostnadsmått M, U eller K samt bruttotäthetsmåttet B. Detta innebär att ett och samma kontaktkostnadsmått användes i samtliga kontaktrelationer (bostad - arbete, bostad - bostad, arbete - arbete) i en given modellkalkyl. Vidare tillordnades de olika kontaktrelationerna samma relativa vikt. Områdesindelning och potentiella transportförbättringar redovisas i figur 20. Basåret för beräkningarna var 1975 och modellen utnyttjades för att beräkna samordnade regionstrukturer 1990 och 2005. Dataunderlaget hämtades till stor del från förarbetet på Regionplan 78 (planeringsperiod 1975-1990). Restidsdata aggregerades från restidsmatriser på detaljerad geografisk nivå. Potentiella transportförbättringar erhöles genom inventering av större kollektivtrafik- och vägprojekt i regionen. För varje "projekt" specificerades investerings- och/eller

driftskostnader. Däremot antogs samma resursåtgång för lokalisering av bostäder och arbetsplatser i olika delområden. Modellens resursrestriktion påverkade därför enbart valet av transportförbättringar. Yttillgången antogs begränsa tillskottet av bostäder i regionens centrala del.<sup>1</sup>

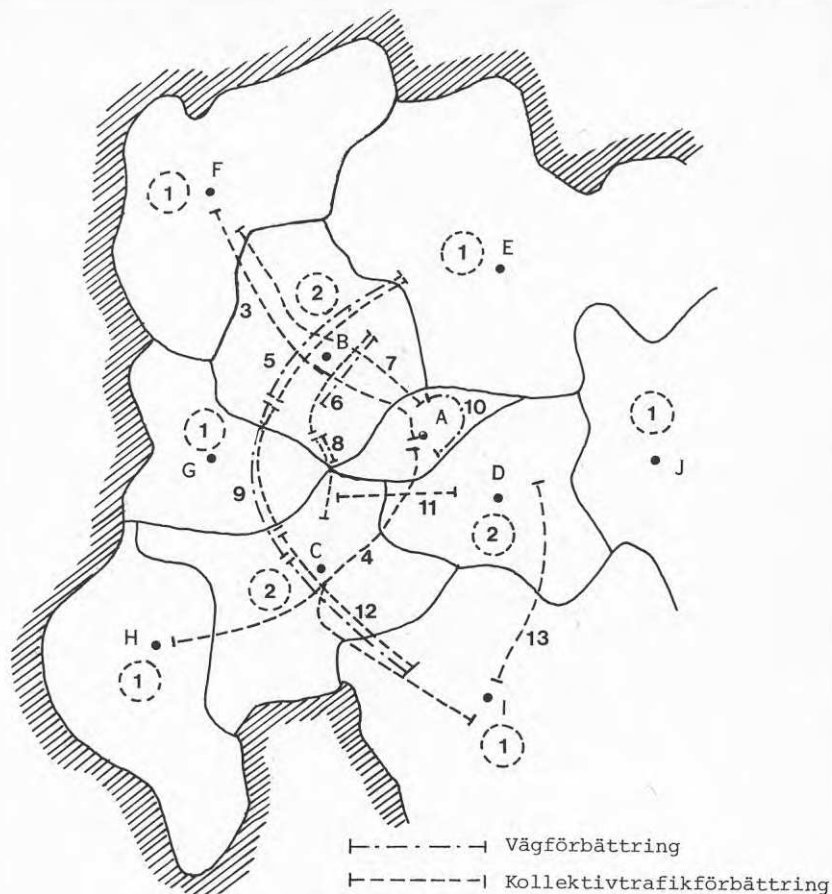
I enlighet med framställningen i avsnitt 5 (jfr. figur 11) skall först en s.k. payoff-tabell redovisas. Tabell 7 visar hur ensidiga minimeringar av modellens målkomponenter (M,U,K,B) påverkar samtliga mått på måluppfyllelse. Som påpekades i avsnitt 5 illustrerar tabellen extrema gränser för de kompromisslösningar som är av intresse inom den översiktliga fysiska planeringen. I denna mening kan tabellen sägas representera handlingsutrymmets gränser (givetvis inom ramen för modellens förenklade verklighetsbild). Tabell 7 ger en bild av målkonflikternas karaktär. Således bekräftas vårt tidigare påstående att medelrestidsmättet (M) och tillgångsmättet (U) är närbesläktade, medan åtkomlighetsmättet (K) ger upphov till en betydligt mera decentraliserad regionstruktur. Detta innebär att handlingsutrymmet är snävare och målkonflikterna mindre uttalade om avvägningar mellan låg åtkomlighet och bruttotäthet studeras än om medelrestid/låg tillgång ställs mot bruttotäthet. Med viss tydlighet framgår detta av figur 21, som visar lokalisering av tillkommande bostäder och arbetsplatser samt urval av transportförbättringar i de fyra fallen med ensidig minimering av målkomponenterna M, U, K och B.

Minimering av	Värde på medelrestidsmättet (M)	Värde på olägenheten av låg tillgång (U)	Värde på olägenheten av låg åtkomlighet (K)	Värde på bruttotäthetsmättet (B)
Medelrestid (M)	2.996	11.165	6.462	0.957
Låg tillgång (U)	3.160	11.606*	5.963	0.958
Låg åtkomlighet (K)	3.584	15.596	4.980	0.804
Bruttotäthet (B)	3.895	19.398	7.678	0.776

Tabell 7: Payoff-tabell för fyra regionala planindikatorer år 2005.

\*markerar ett fall där modellen uppenbarligen ej funnit bästa lösningen (som ej borde överstiga 11.165).

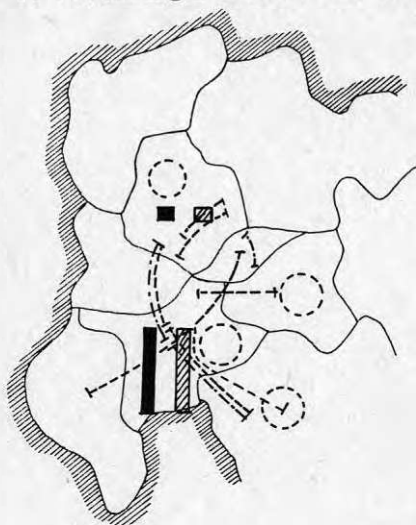
<sup>1</sup> För en mera fullständig redovisning av beräkningsförutsättningarna hänvisas till rapporter enligt referenser i Appendix 1.



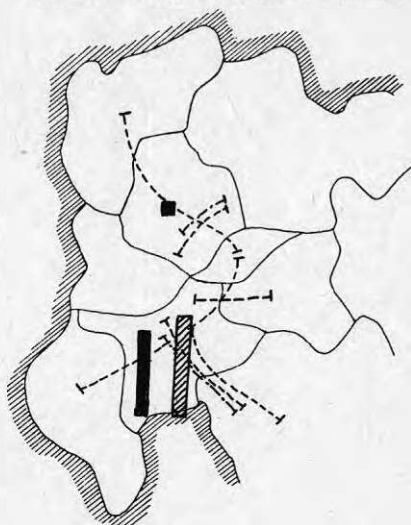
Figur 20: Områdesindelning (A-J) och potentiella transportförbättringar (1-13) vid översiktlig analys av handlingsutrymme på lång sikt.

Figur 21 visar således de fyra utbyggnadsprinciper som motsvarar extremfallen med full prioritering av antingen tillgänglighet (M,U eller K) eller områdeskvalité (B). Resultaten utgörs av mycket kompakta eller mycket utspridda lokaliseringmönster. Genom att välja tillgänglighetsmått som använder sig av *olika* indikatorer i *olika* kontakterelationer (bostad-bostad, bostad-arbete, arbete-arbete) och genom att studera olika avvägningar mellan tillgänglighet och områdeskvalité kan mindre extrema planalternativ beräknas. I själva verket visar det sig i fallet med två planindikatorer lätt att beräkna mängden av icke-dominerade (s.k.(Pareto-) effektiva planalternativ. Denna alternativmängd (ibland kallad Paretomängd) ger en mera fullständig bild av målkonflikter och handlingsutrymme än den tidigare nämnda payofftabellen.

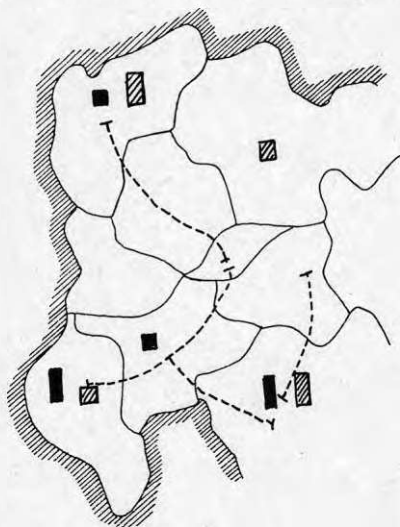
1. Minimering av medelrestid M



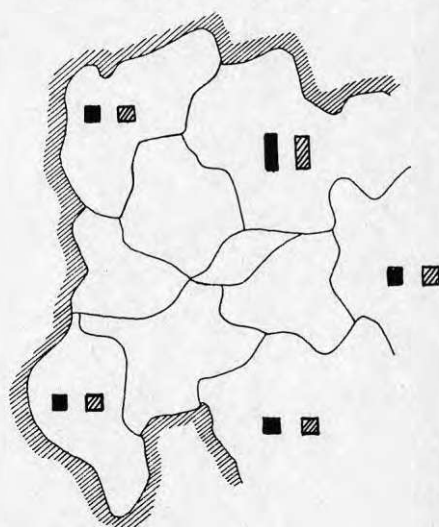
2. Minimering av låg tillgång U



3. Minimering av låg åtkomlighet K



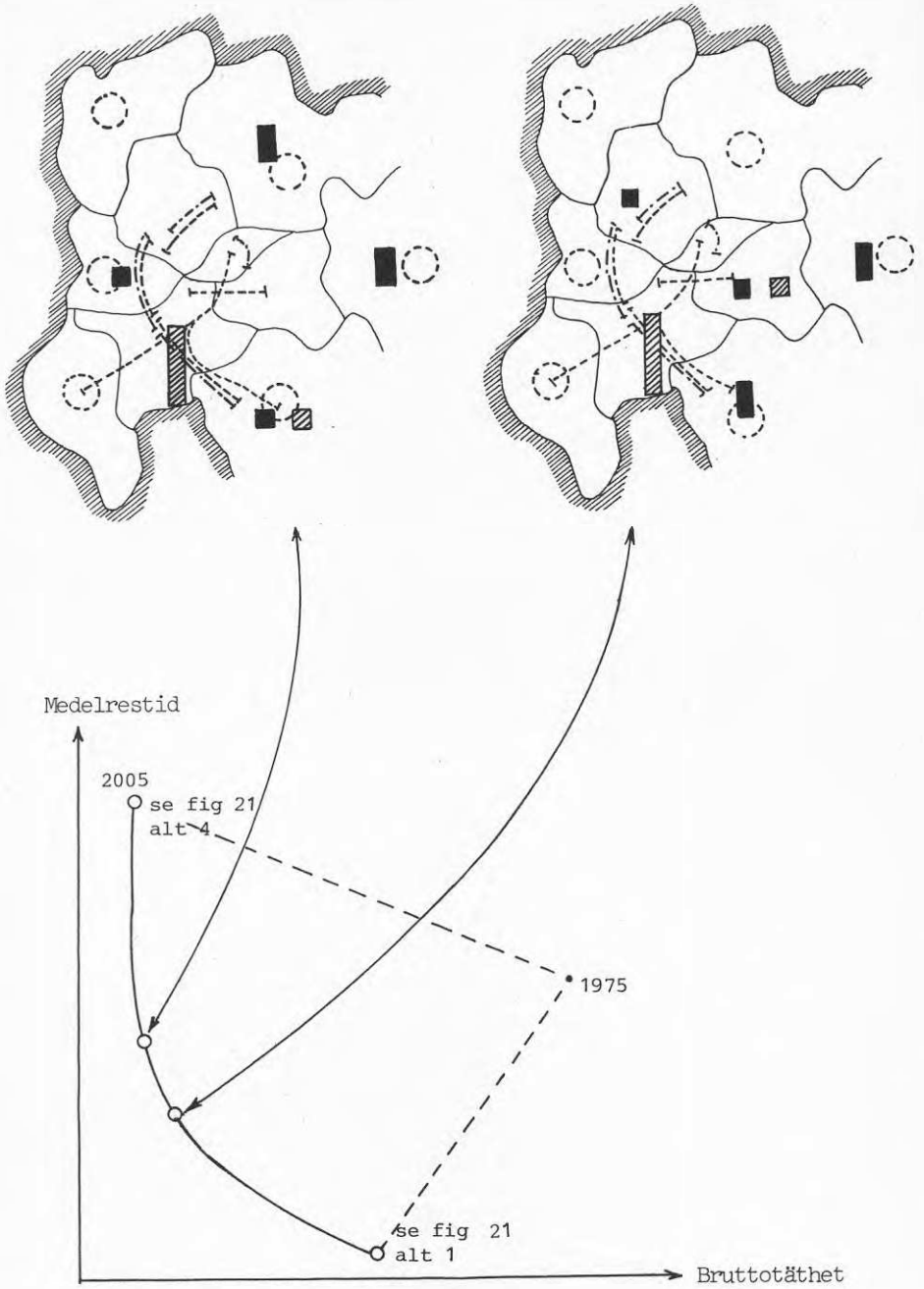
4. Minimering av bruttotäthet B



Beteckningar:

- 63 000 boende (1/6 av totala bruttotillskottet)
- ▨ 8 150 sysselsatta (1/6 av totala bruttotillskottet)
- Vägförbättring
- Kollektivtrafikförbättring

Figur 21: Förändringar i regionstrukturen under perioden 1975-2005 vid ensidig minimering av de fyra planindikatorerna M, U, K och B.



Figur 22: Effektivitetskurva (icke-dominerade lösningar, Pareto-mängd) och exempel på tänkbara kompromiss-alternativ. Beteckningar: se figur 21.



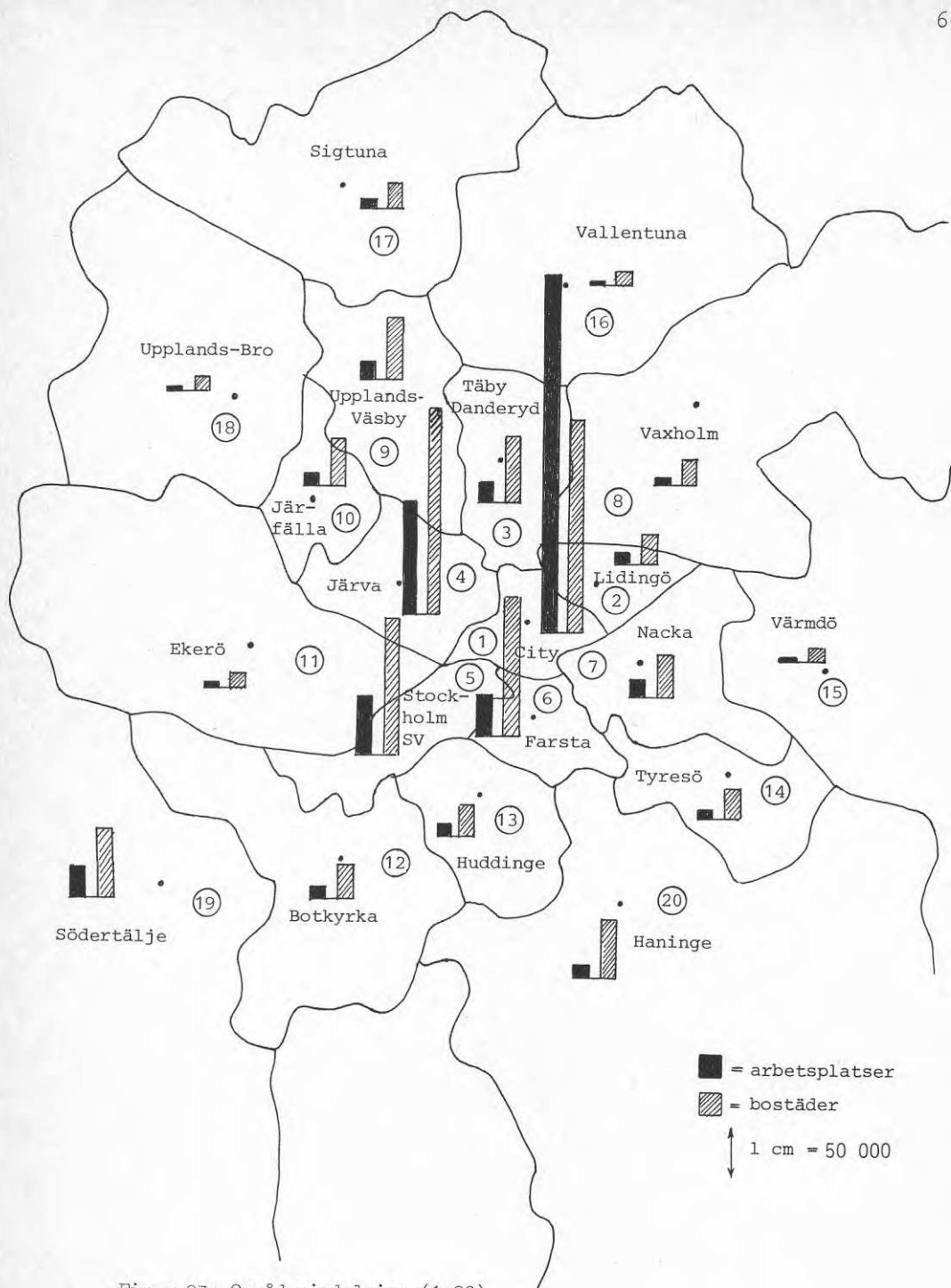
I figur 22 redovisas ett "effektivitets-diagram" utvisande resultatet av olika avvägningar mellan minimering av medelrestid (M) och bruttotäthet (B) tillsammans med två planalternativ vilka kan betraktas som kandidater till kompromisslösningar. Effektivitetsdiagrammets extrempunkter svarar mot planalternativen 1 och 4 i figur 21.

Vi har antytt ovan hur SALT kan användas för att illustrera handlingsutrymme och målkonflikter i ett mycket långsiktigt perspektiv. Vi menar att denna form av modellanvändning är av stort intresse för praktisk planering, speciellt i situationer med många målsättningar som är inbördes motstridiga och med stor osäkerhet om samhällets framtida utveckling och värderingar. Metoden kan givetvis tillämpas på planeringsperioder av olika längd. Därigenom kan inverkan av resursbegränsningar och mer eller mindre starka läsningar till basårets fysiska struktur belysas. Mera därom följer senare i detta avsnitt.

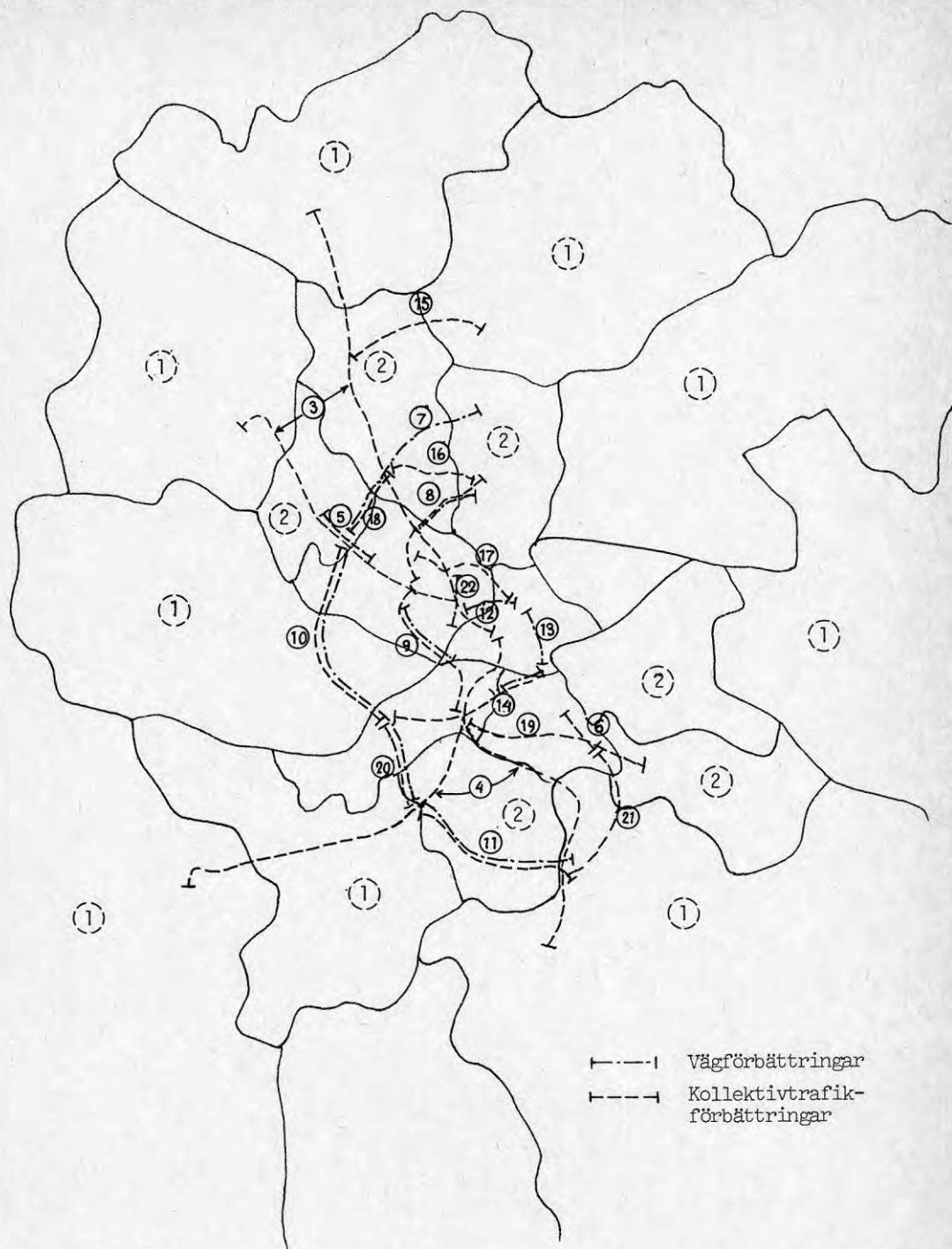
- b) Vid modellberäkningarna på *mera detaljerad nivå* var Stockholms län, exkl. Norrtälje och Nynäshamn, indelat i 20 delområden och antalet potentiella transportförbättringar var 22, se figur 23-24. Liksom i den översiktliga analysen ovan antogs bebyggelsens lokalisering inte påverka resursåtgången. Resursbegränsningarna blev därmed renodlade restriktioner för valet av transportförbättringar. Tillkommande lokalisering av bostäder och arbetsplatser antogs begränsad av tillgången på exploateringsbar mark. Sålunda förutsattes med ledning av delområdenas yttillgång att bostadsbyggandet i innerstaden och närmaste kransområdena ej får överstiga 0, 10 eller 20% av totala bruttotillskottet. Tillskottet av arbetsplatser i innerstaden antogs på motsvarande sätt begränsat till högst 20%. Totala arbetsplatsvolymen antogs växa betydligt snabbare än i ovan redovisade kalkyler på översiktlig nivå.

De viktigaste skillnaderna mellan beräkningsförutsättningarna i a) och b) består i olika formuleringar av planeringsmålen:

- på den detaljerade nivån användes två *tillgänglighetsmått*. I båda utnyttjades tillgångsmåttet (U) för att mäta kontaktkostnad mellan arbete - arbete och bostad - bostad. För relationen bostad - arbete användes som mått på kontaktkostnaden i ena fallet medelrestiden (M) och i det andra fallet åtkomlighetsmåttet (K). Vi kallar de båda tillgänglighetsmåttarna UM resp. UK. Vid sammanvägningen av de olika kontaktrelationerna utnyttjades följande uppskattning av kontakternas relativa frekvenser: bostad - arbete 3.5, arbete - arbete 1.8 och bostad - bostad 1.0. Kontaktkostnadsmåtten UM och UK baserades vidare på tre skilda antaganden om färdmedelsfördelningen: 1) sammanvägning av bil- och kollektivtrafikrestider grundad på observerat färdmedelsval, 2) bil- eller 3) kollektivrestider.
- *täthetsmåttet* definierades med hjälp av ett antagande om den potentiella tätortsytan: bebyggd + bebyggbar mark upp till 7500 ha + 10% av områdets totalyta. Om detta värde överstiger totalytan användes i stället denna som mått på

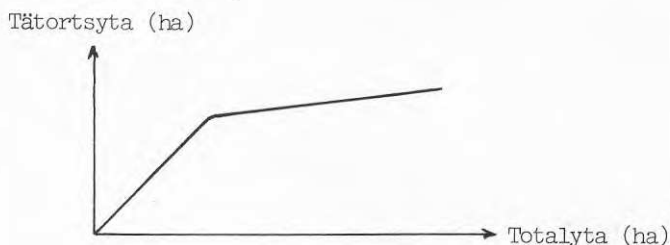


Figur 23: Områdesindelning (1-20)  
Förväntad användning  
av 1975 års bebyggelse  
år 2005.



Figur 24: Möjliga transportsystemförbättringar (1-22).

potentiell tätortsyta. Detta sätt att beräkna "väl-färdsskapande" yta medför att täthetsmättet närmar sig vad vi tidigare lagt in i begreppet nettotäthet.



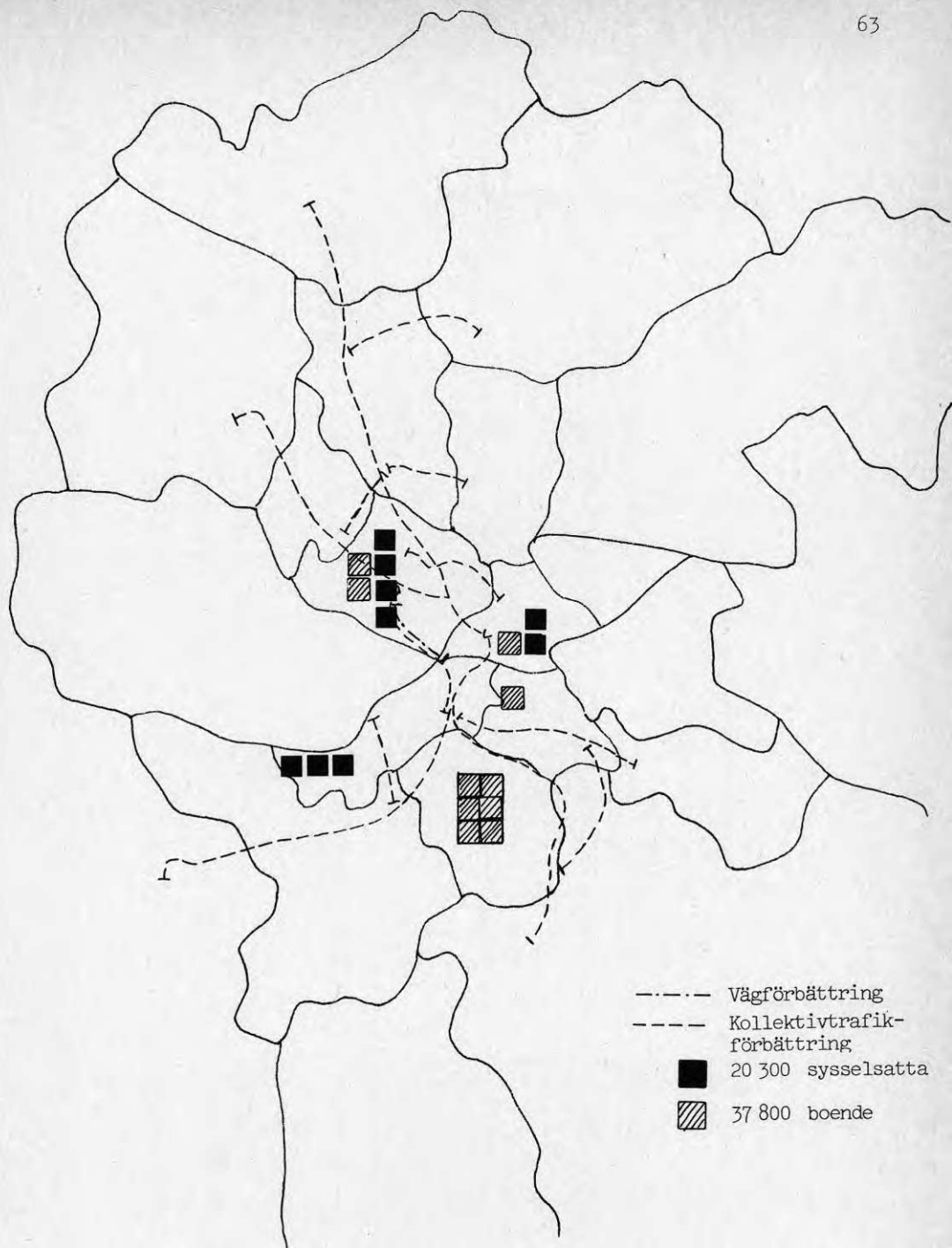
Vi väljer att redovisa resultatet av fyra beräkningar med olika tillgänglighetsmått och olika prioritering av tillgänglighet och områdeskvalité (yttillgång) enligt följande tabell:

Tillgänglighetsmått	UM	UK
Prioritering av		
kontaktkostnad	Alt. 1, figur 25	Alt. 3, figur 27
nettotäthet	Alt. 2, figur 26	Alt. 4, figur 28

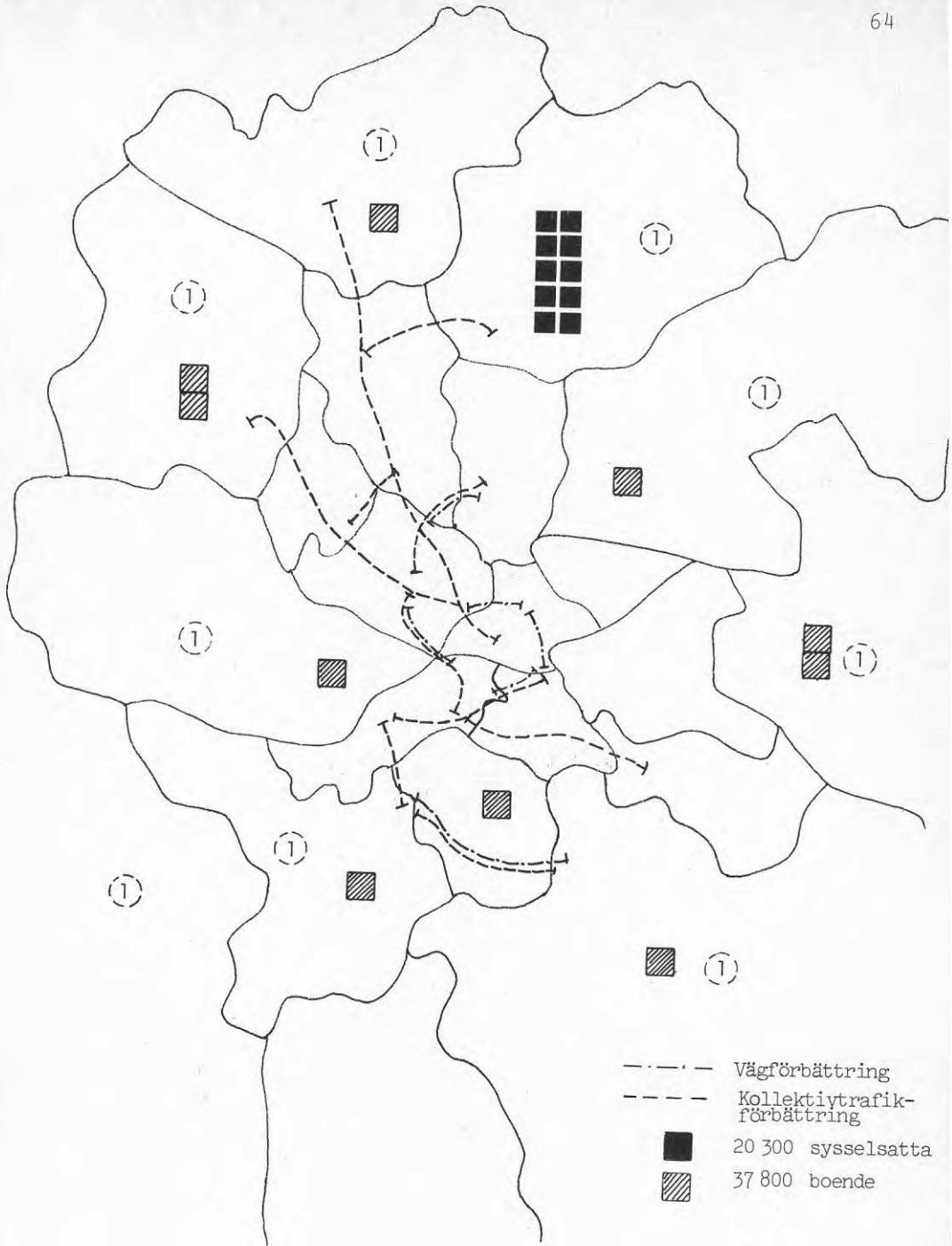
Det bör understrykas att beräkningarna avser extremfall och därför närmast bör jämföras med figur 21 i resultatredovisningen under a) ovan. Vid sådana jämförelser måste dock skillnaderna i utvärderingsmåttens sammansättning beaktas.

Vid jämförelse av de *kompakta regionstrukturerna* baserade på kontaktkostnadsmåtten UM resp. UK (figur 25,27) framgår att UM tenderar att ge bostäder en mera sydlig och arbetsplatser en något mera nordlig lokalisering än UK. Skillnaderna i transportsystemen består framför allt i att UM prioriterar förbättringar av radiella spårförbindelser i regionens södra del framför förbättrade tvärförbindelser i söder och mellan regionens norra och södra del.

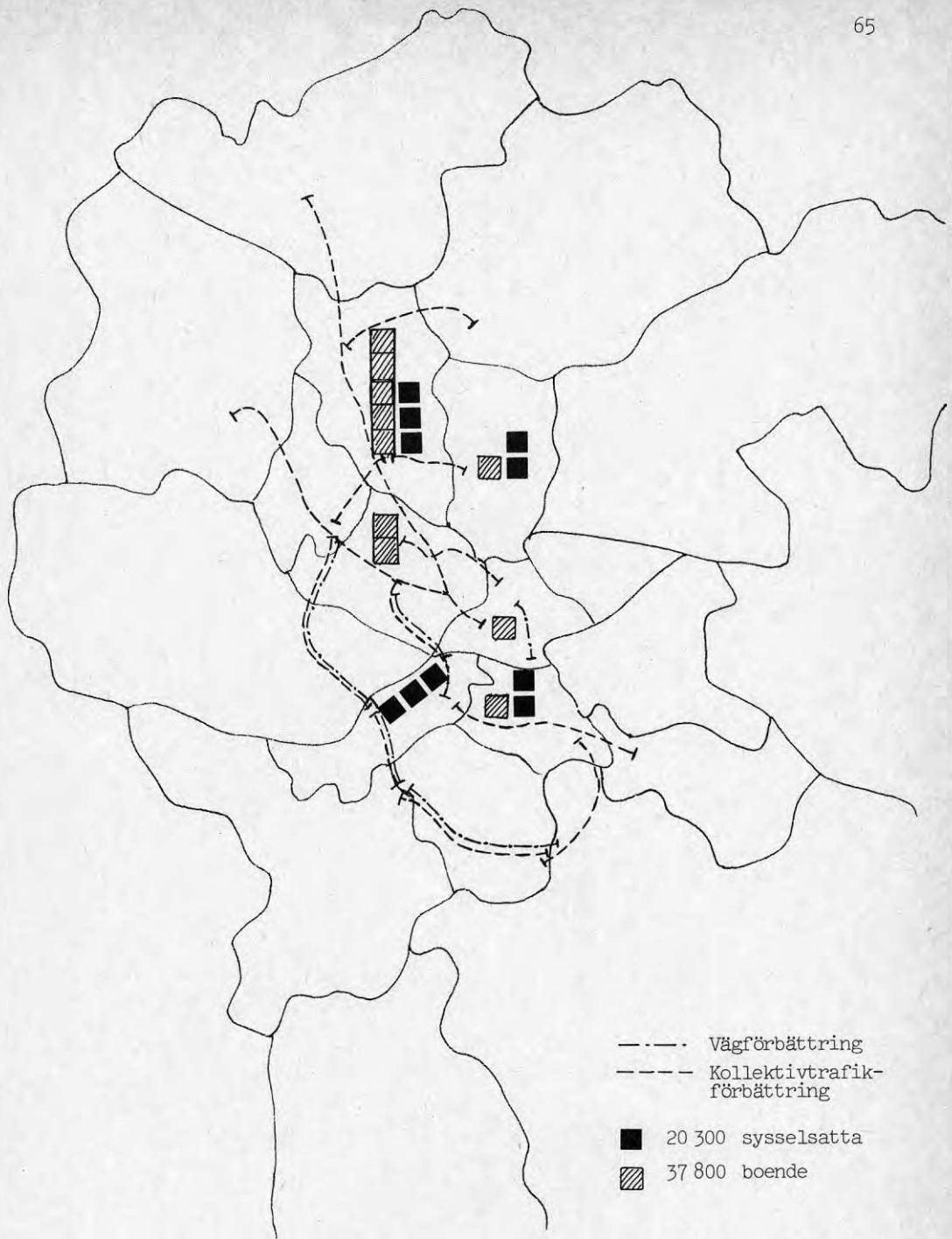
Motsvarande jämförelse av de *glesa regionstrukturerna* visar likartade mönster (figur 26,28). UM samlar arbetsplatser i norra regiondelens glesbygder medan UK leder till en mindre koncentrerad och mera sydlig arbetsplatslokalisering. Bostädernas lokaliseringsmönster skiljer sig endast marginellt. Även i fallet med glesa regionstrukturer prioriterar UM andra transportförbättringar före den (av UK föredragna) yttre tvärleden mellan regionens norra och södra del. Valet faller i stället på tvärleder nära innerstaden samt lokala transportförbättringar i regionens ytterområden.



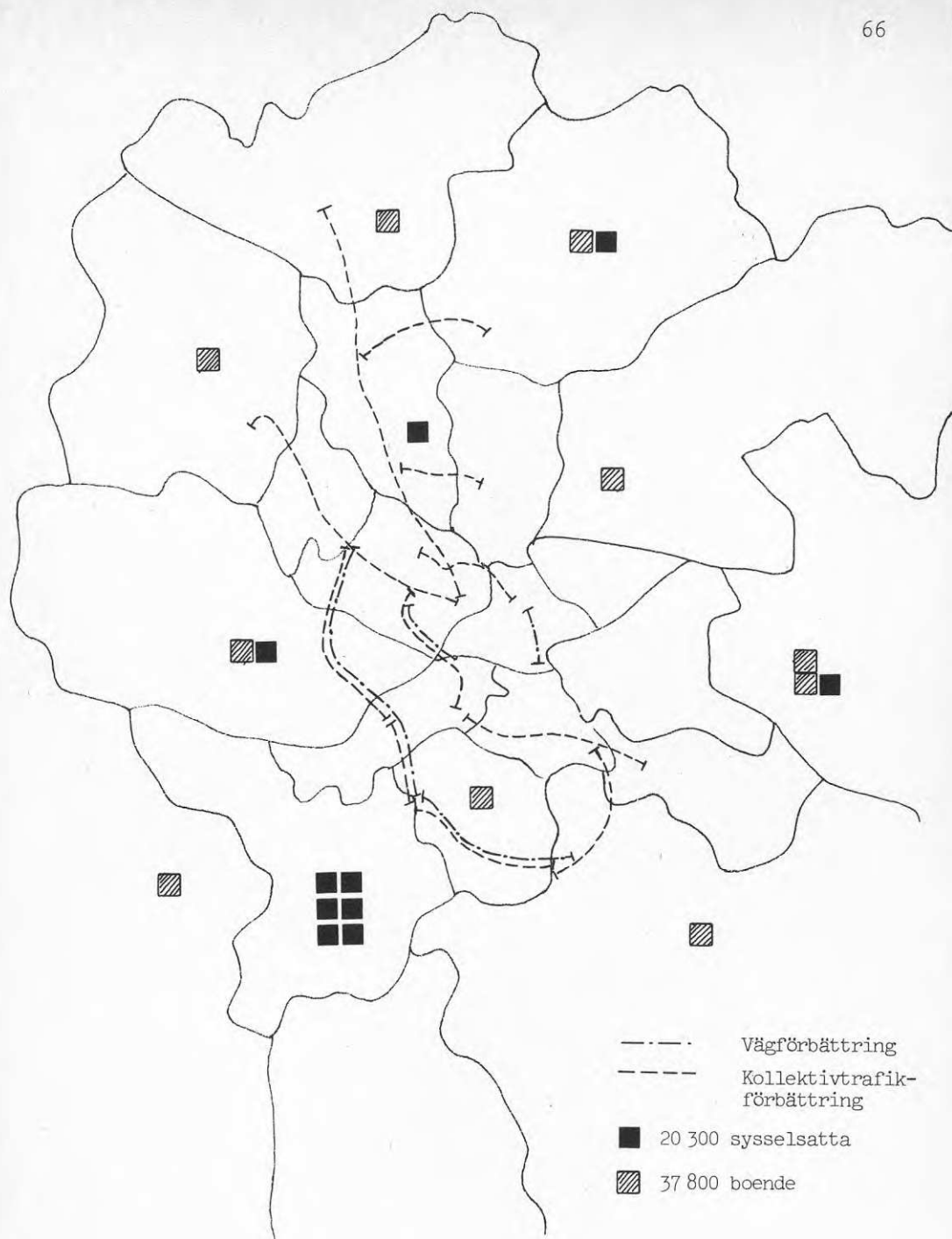
Figur 25: Utbyggnad 1975-2005  
 Alternativ 1: Kontaktkostnadsmått UM  
 Prioritering av låga kontaktkostnader



Figur 26: Utbyggnad 1975-2005  
 Alternativ 2: Kontaktkostnadsmått UM  
 Prioritering av låg nettotäthet



Figur 27: Utbyggnad 1975 - 2005  
Alternativ 3: Kontaktkostnadsmått UK  
Prioritering av låg kontaktkostnad



Figur 28: Utbyggnad 1975 - 2005  
 Alternativ 3: Kontaktkostnadsmått UK  
 Prioritering av låg nettotäthet



En genomgång av de fyra extrema alternativen visar att vissa transportförbättringar återfinns i samtliga regionstrukturer. Ytterligare några transportförbättringar är gemensamma för de två beräkningsresultat som bygger på UK. Om kontaktkostnaden mäts med måttet UK förefaller behovet av en samordnad planering av regionens transport- och bebyggelsestruktur vara litet. Planeringsprocessen skulle kunna delas upp i två etapper: utformning av transportsystemet och lokalisering av bostäder/arbetsplatser. Om kontaktkostnaden däremot mäts med måttet UM synes behovet av en samordnad planering vara större. Utbyggnaden av transportsystemet och lokaliseringen av bostäder och arbetsplatser kan här inte separeras i två av varandra oberoende planeringssteg.

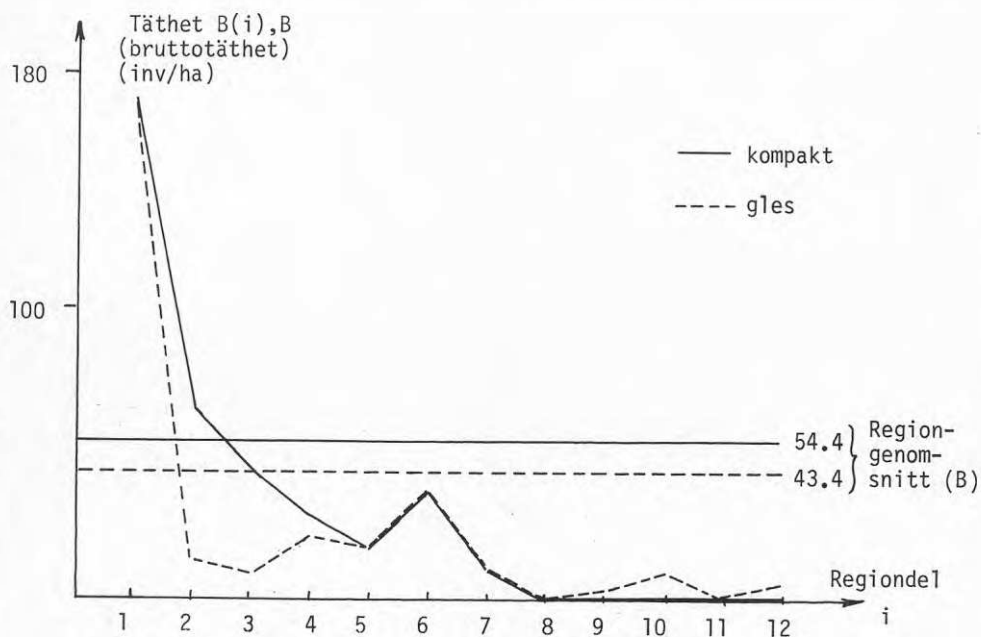
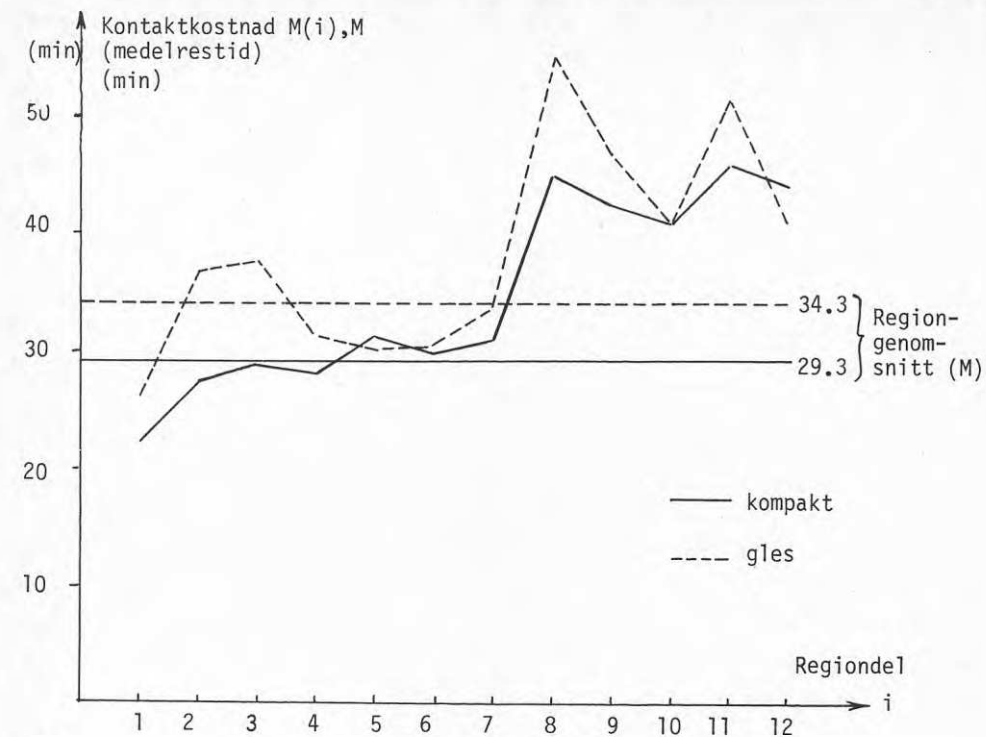
Känslighetsanalyser med avseende på kraftigt ändrad färdmedelsfördelning visade att lokaliseringen av tillkommande bostäder och arbetsplatser var mycket stabil i UM-fallet. Vid användning av UK och prioritering av kontaktkostnadsmåttet ledde dock en övergång till rena bilrestider till en vridning av ytbyggnadsriktningen mot södra regiondelen. På liknande sätt visade känslighetsanalyser med avseende på planeringsperiodens längd att konflikterna mellan olika tidsperspektiv allmänt sett verkar måttliga. Dock finns tecken på sådana konflikter när det gäller transportsystemets utformning och arbetsplatsernas lokalisering (i glesa regionstrukturer). Den mindre resursramen för transportförbättringar på kort sikt utesluter dyrbara men på längre sikt lönsamma projekt.

Vi kan sammanfattningsvis konstatera att avvägningen mellan kontaktkostnad och täthet bestämmer regionens struktur längs en skala kompakt - gles; valet av kontaktkostnadsmått bestämmer utbyggnadsriktning och graden av integration mellan bostäder och arbetsplatser; ofta är basårets bebyggelse starkt styrande för valet av önskvärda transportförbättringar men även tillkommande bebyggelse har i många fall betydelse, dvs. det finns i allmänhet skäl att samordna bebyggelseplanering och trafikplanering; tidshorisonten bör (särskilt) vid transportplanering vara flexibel för att konflikter mellan kortsiktigt och långsiktigt angelägna projekt skall kunna belysas.

#### Inomregionala obalanser i måluppfyllelse

Vi har hittills enbart sysslat med regiongenomsnitt på olika målkomponenter (kontaktkostnad, täthet). Dessa genomsnittsvärden har bildats genom sammanvägning av kontaktkostnad resp. täthet för regionens delområden. För varje planalternativ som tagits fram i syfte att åstadkomma hög genomsnittlig välfärd, kan den inomregionala fördelningen av kontaktkostnad och täthet lätt illustreras, se figur 29. Om fördelningen av delområdenas läges- och kvalitetsegenskaper därvid upplevs som alltför ojämn, kan SALT användas för att beräkna mera "jämlika" regionstrukturer.

En förutsättning är att vi kan stipulera fördelningspolitiskt inriktade målsättningar som ersättning för de tidigare använda regiongenomsnitten. Även fördelningsmål måste uttryckas med hjälp av modellens regionbeskrivning, dvs. avstånd,



Figur 29: Inomregional fördelning av kontaktkostnad och täthet vid central resp. perifer lokalisering av tillkommande bebyggelse 1970-1985 (kompakt resp. gles regionstruktur).

ytor och verksamhetsvolymmer. Två sätt att använda områdesvisa mått på kontaktkostnad och täthet är tänkbara:

- välj ut de delområden som har högsta och lägsta värden på kontaktkostnad resp. täthet. Sök regionstrukturer som maximalt förbättrar kontaktkostnad (alternativt täthet) för det delområde som har det sämst. Eller sök regionstrukturer som gör skillnaden mellan högsta och lägsta kontaktkostnad så liten som möjligt.
- formulera sammanfattande mått på delområdenas kvalitet genom att väga samman områdesvisa mått på kontaktkostnad och täthet. Sök regionstrukturer som ger så bra samlat värde på olägenheten för det delområde som har det sämst. Eller sök regionstrukturer som gör skillnaden mellan delområden med hösta resp. lägsta olägenhet så liten som möjligt.

Vi skall redovisa hur SALT har använts för att illustrera den andra av ovan skisserade ansatser. Beräkningarna avser lokalisering av bebyggelse (ingen uppdelning i bostäder och arbetsplatser) och förbättring av transportsystemen i Stockholmsregionen under tidsperioden 1970-1985. Utbyggnaden av regionstrukturen begränsades av tillgången på kapital och arbetskraft inom byggnadssektorn. Skattningen av det områdesvisa olägenhetsmättet byggde på antagandet att regionen år 1970 befann sig i jämvikt, dvs. alla delområden hade samma totala nivå på det samlade olägenhetsmättet. Vidare antogs att måttet var av Cobb-Douglas typ<sup>1</sup> Figur 30 visar att de områdesvisa kontaktkostnads- och täthetsvärdena med rimlig approximation kan sägas uppfylla antagandet om jämvikt med den ansatta olägenhetsfunktionen.

Genom att beräkna ett genomsnittligt värde på delområdenas olägenhetsmått ( $O_i$ ) kan ett mått på regionens samlade olägenhet ( $O$ ) bildas<sup>1</sup>. Ur totalregional synpunkt är det naturligt att söka minimera detta regionala kostnadsmått. Ur fördelningssynpunkt är det däremot som redan framhållits naturligt att söka minimera olägenheten för det område som har det sämst eller att minimera skillnaden i olägenhet mellan de områden som har det sämst resp. bäst:

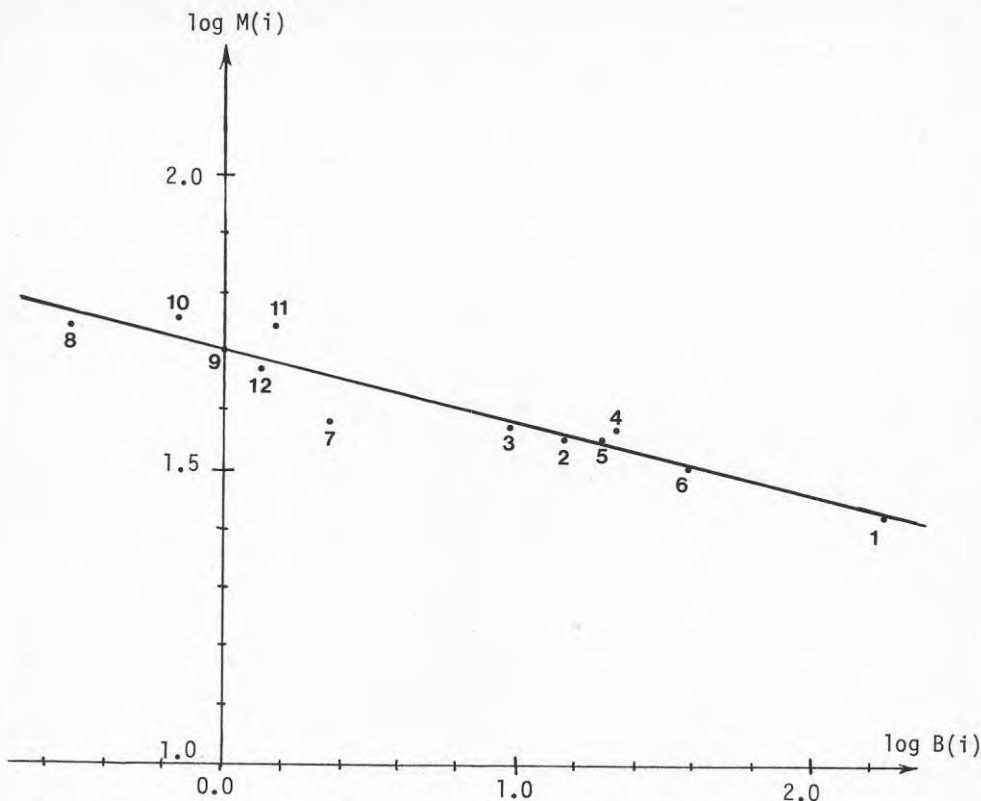
$$\begin{matrix} \text{Min} \{ \text{Max } O(i) \} \\ R \quad i \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \text{Min} \{ \text{Max } O(i) - \text{Min } O(i) \} \\ R \quad i \quad i \end{matrix}$$

R = tillåtna utbyggnader av bebyggelse och transportsystem

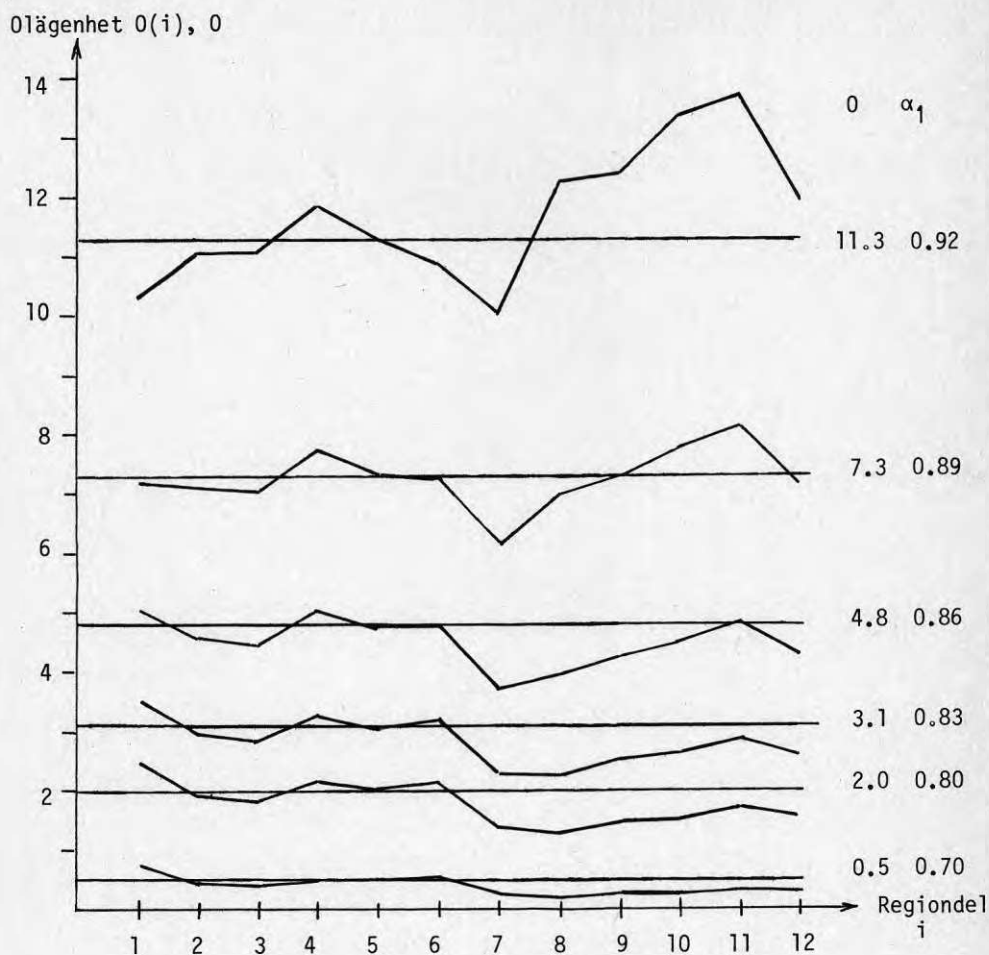
<sup>1</sup>

Om område  $i$ :s medelrestid och bruttotäthet betecknas  $M(i)$  resp.  $B(i)$  innebär antagandet att den samlade olägenheten formulerades som  $O_i = k \cdot M(i)^{\alpha_1} \cdot B(i)^{\alpha_2}$  med  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ ,  $k =$  konstant. Estimerat värde på  $\alpha_1 = 0.89$



Figur 30: Områdesvisa kontaktkostnads- och täthetsvärden för basåret som underlag för skattning av det samlade olägenhetsmättet.

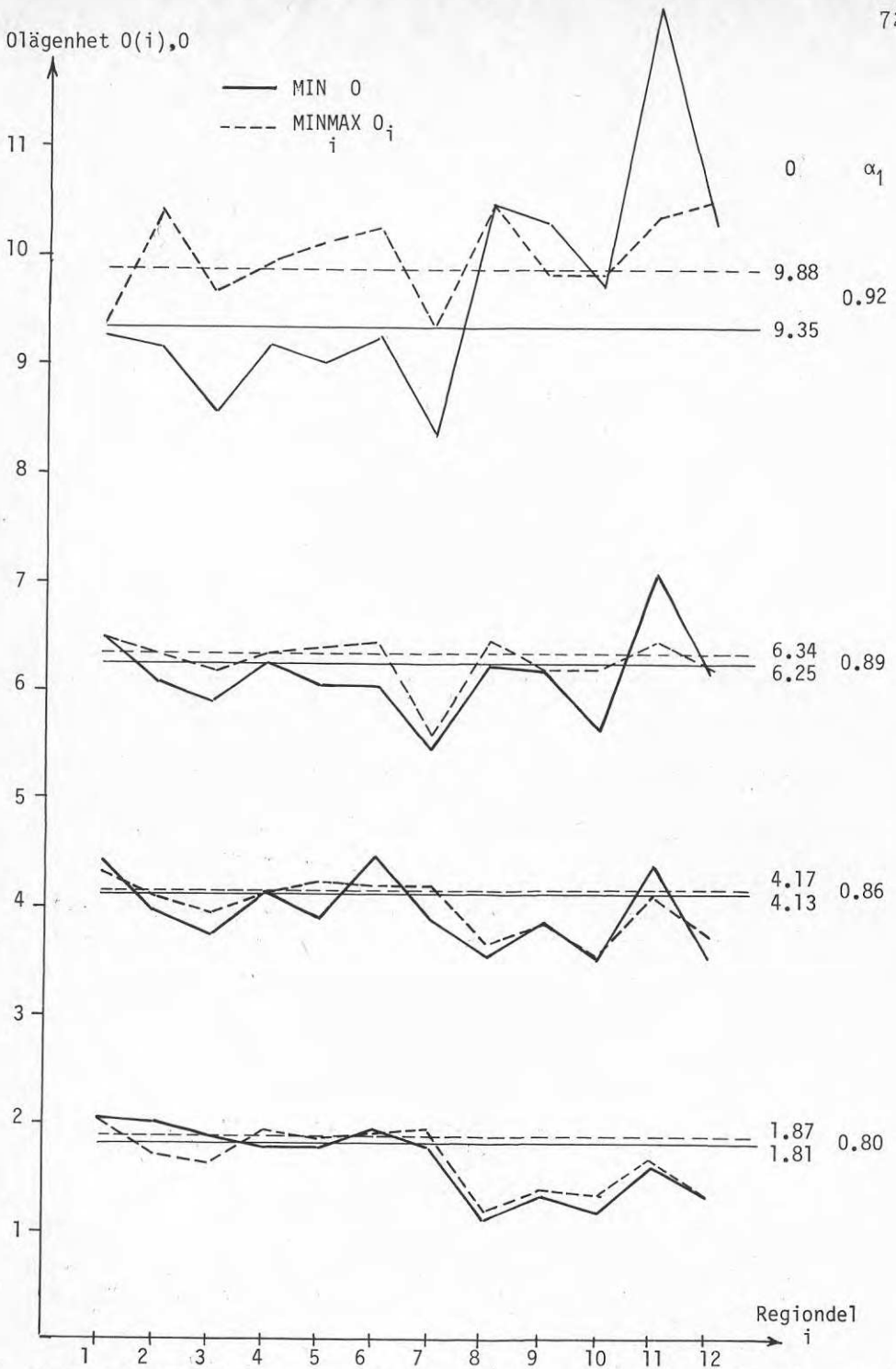
En utvärdering av basårets regionstruktur redovisas i figur 31. Det framgår att vid det estimerade  $\alpha_1$ -värdet uppvisar område 7 (östra regiondelen) lägsta och område 11 (sydvästra yttre regiondelen) högsta värde på olägenhetsmättet (jfr. figur 30). Låga  $\alpha_1$ -värden innebär att täthet ges hög prioritet vilket leder till att de centrala delarna av regionen får högre olägenhetsvärden än ytterområdena. Omvändningen gäller vid höga  $\alpha_1$ -värden som innebär att medelrestiden ges stor tyngd i olägenhetsmättet. Vi kan notera att område 7 har låga värden på olägenhetsmättet inom hela det undersökta intervallet av  $\alpha_1$ -värden. Detta innebär att östra regiondelen förefaller attraktiv för lokalisering av bebyggelse vid helt olika avvägningar mellan kontaktkostnad och täthet. I denna mening är östra regiondelen ett robust lokaliseringsalternativ.



Figur 31: Basårets inomregionala fördelning av olägenhet vid olika avvägning mellan kontaktkostnad och täthet ( $\alpha_1$ ).

Figur 32 visar den inomregionala fördelningen av olägenhet för regionstrukturer, som dels minimerar regionens genomsnittliga olägenhet ( $O$ ) och dels minimerar olägenheten för det område som har det sämst ( $\max\{O_i\}$ ). Varje heldragen resp. streckad kurva i figuren svarar mot en viss beräknad regionstruktur år 1985. Vi kan göra följande observationer:

- vid höga  $\alpha_1$ -värden ( $\alpha_1=0.92$ ) kan en betydande utjämnning av inomregional olägenhet åstadkommas genom att region-



Figur 32: Inomregional fördelning av olägenhet (och genomsnittlig olägenhet) för regionstrukturer som motsvarar totalregionala resp. fördelningsinriktade målsättningar. Olika avvägningar ( $\alpha_1$ ) mellan kontaktkostnad och täthet.

strukturen utformas i enlighet med fördelningspolitiska strävanden. Den maximala olägenheten kan minskas med 14.7% jämfört med fallet min 0. Utjämnningen sker dock till priset av en ökning (+5.7%) av den genomsnittliga olägenheten (jämfört med dess minsta värde). Vi har således en *klart uttalad konflikt mellan hög total måluppfyllelse och jämn inomregional fördelning av måluppfyllelse.*

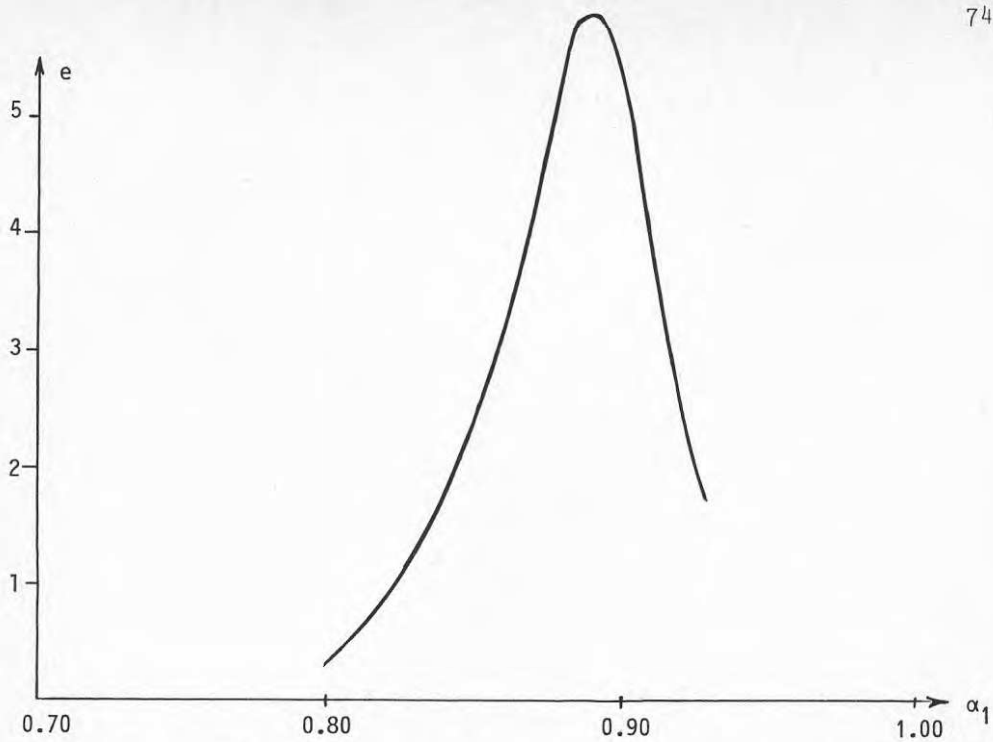
- vid det estimerade  $\alpha_1$ -värdet (0.89), dvs. den avvägning mellan kontaktkostnad och täthet som närmast svarade mot 1970-års struktur, står fortfarande klara fördelningspolitiska vinster att hämta. Här är även uppoffringen i form av förlorad total olägenhet mätlig.
- vid låga  $\alpha_1$ -värden (0.80-0.86) är minskning av olägenheten för det område som har det sämst knappast möjlig genom ändrat utbyggnadsmönster. Det beror på att tätheten dominerar olägenhetsmättet och ger höga värden i centrala regiondelar huvudsakligen på grund av basårets bebyggelsestruktur.

Av ovanstående observationer framgår att de fördelningsriktade strävandena ger störst utbyte (i förhållande till kostnaderna) i närheten av det estimerade jämviktsvärdet på  $\alpha_1$ . Vid såväl höga som låga  $\alpha_1$ -värden ger varje procents uppoffring av genomsnittlig olägenhet lägre utdelning i form av procentuell reduktion av maximala olägenhetsvärdet. Denna s.k. elasticitet finns illustrerad i figur 33.

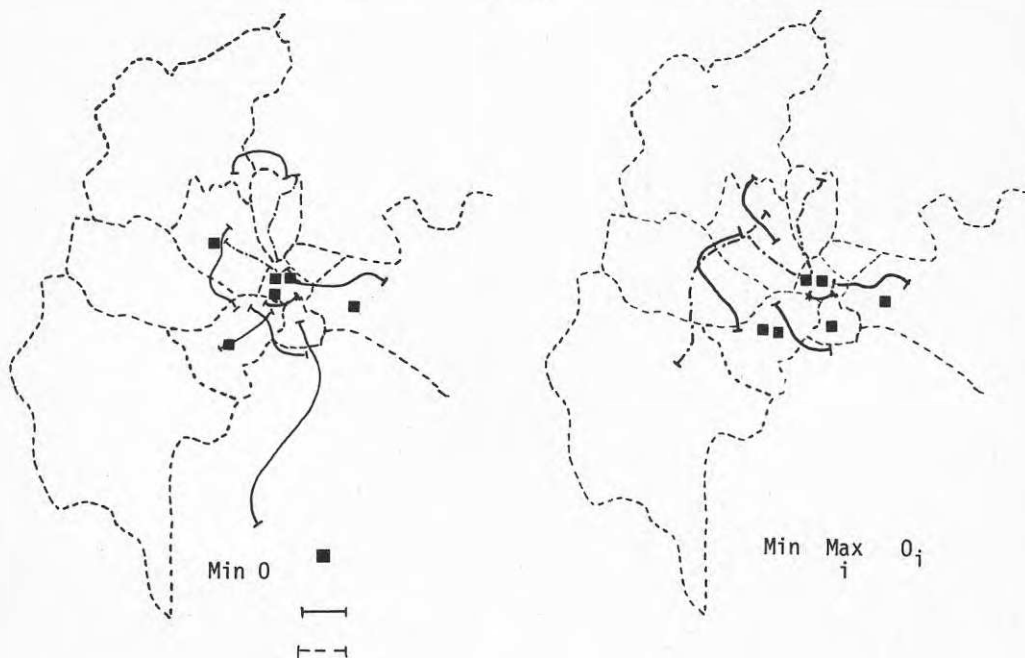
En närmare granskning av de regionstrukturer som ligger till grund för figur 32 visar klara skillnader i såväl bebyggelselokalisering som val av transportförbättringar mellan totaloptimerande och fördelningsinriktade lösningar. I figur 34 har utbyggnadsmönstren angivits för fallet med det estimerade  $\alpha_1$ -värdet. Det kan vara av intresse att konstatera att skillnaden i val av transportförbättringar överensstämmer med tidigare redovisade resultat på mera detaljerad nivå (jfr. sid. 62). Det fördelningsorienterade urvalet innehåller en starkare betoning av tvärleder mellan regionens norra och södra delar på bekostnad av framför allt radiella förbättringar i södra regiondelen.

#### Osäkerhet och handlingsfrihet

Vi har hittills behandlat handlingsutrymme över en viss tidsperiod i situationer med konflikter mellan två eller flera planeringsmål. Analysen har inriktats mot handlingsutrymme *dels* på grund av förekomsten av motstridiga mål och svårigheten att a priori bestämma avvägningen mellan dessa och *dels* på grund av osäkerheten om framtida värderingar. Som vi tidigare påpekat (avsnitt 5) är det naturligt att i långsiktig planering söka belysa hur handlingsutrymmet ter sig i olika tidsperspektiv och hur kortsiktiga beslut påverkar den långsiktiga handlingsfriheten. Bakgrunden är att osäkerheten om ett visst framtida år i allmänhet reduceras med tidsavståndet: vi kan förmodligen uttala oss med större säkerhet om förhållandena år 2000 som tio år än vi kan idag. Därför är det av intresse att studera beslut under 80-talet som är så lite bindande för 90-talets planering som möjligt. Givetvis måste vinsterna i form av ökad



Figur 33: Förhållandet ( $e$ ) mellan procentuell minskning i  $\text{Max } 0_i$  och procentuell ökning i  $0$  vid olika värden på  $\alpha_1$ .



Figur 34: Regional utbyggnad 1970-1985 vid minimering av total resp. maximal olägenhet.  $\alpha_1 = 0.89$ .



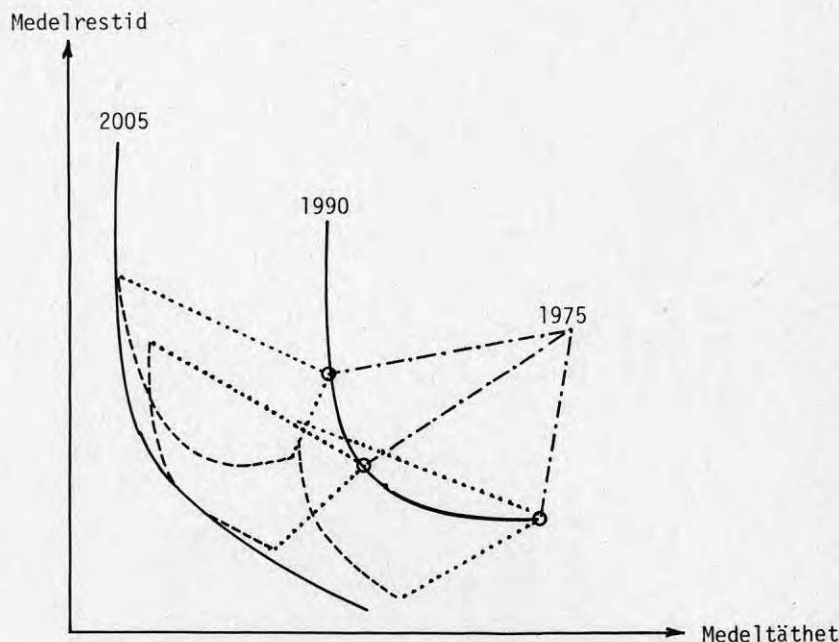
handlingsfrihet vägas mot eventuella avvikelser från det kortsiktigt mest önskvärda planalternativet.

För att illustrera ovanstående principdiskussion skall vi först återvända till den förut redovisade tillämpningen av SALT på mycket översiktlig nivå, sid. 54-59. I fallet med medelrestid som kontaktkostnadsmått (jfr. figur 22) har effektivitetskurvan beräknats för såväl tidsperioden 1975-1990 som 1975-2005. Vidare har handlingsutrymmet under perioden 1990-2005 undersökts för tre kortsiktigt effektiva utbyggnadsprinciper med helt olika inriktning.

Figur 35 visar tydligt att ju extremare (kompakta eller glesa) regionstrukturer som väljs på kort sikt, ju mera begränsas de långsiktiga möjligheterna att nå god måluppfyllelse om värderingarna ändras. Detta resultat är föga oväntat. Det illustrerar principen "lägg inte alla ägg i en korg": jämfört med ensidiga lösningar på kort sikt håller i allmänhet väldifferentierade kortsiktsplaner öppet för flera långsiktigt intressanta alternativ.

En tillämpning av SALT gjordes 1978 på uppdrag av Trafikkontoret i syfte att belysa de långsiktiga konsekvenserna av två föreslagna regionplaneförslag. Bakgrunden utgjordes av följande formulering i programmet för Regionplan 78:

"Regionplanen skall avse perioden fram till och med år 1990. I planhandlingarna skall därutöver redovisas vissa alternativ för utvecklingen på längre sikt (20-30 år) vilka planen håller öppet för."



Figur 35: Handlingsutrymme på kort och lång sikt. Begränsning av långsiktig handlingsfrihet genom val av utbyggnad på kort sikt.

I denna tillämpning av SALT var Stockholmsregionen indelad i 12 regiondelar och 25 potentiella transportförbättringar beaktades. Yttillgången uppskattades genom att använda tätbebyggd yta 1970 + 20% av total yta i varje regiondel (om summan översteg totalytan användes denna). Antagandena om tillväxt av befolkning och sysselsättning samt utglesning (boendetäthet) anpassades till regionplaneförslagen för tiden 1975-1990 och "förlängdes" till perioden 1975-2005.

Två kontaktkostnadsmått användes. Det renodlade *medelrestidsmättet*  $M$  byggde på att  $M(i,j)$ <sup>1</sup> utnyttjades för alla kontaktrelationer  $i-j$  (bostad-bostad, bostad-arbete, arbete-arbete). Det kombinerade *kontaktolägenhetsmättet*  $UK$  utnyttjade tillgångsmättet  $U(i,j)$ <sup>1</sup> för kontakter bostad-bostad och arbete-arbete samt åtkomlighetsmättet  $K(i,j)$ <sup>1</sup> för kontakter bostad-arbete. I båda fallen ( $M$  resp.  $UK$ ) bildades sammanvägda kontaktkostnadsmått på basis av uppskattningar av de olika kontaktrelationernas relativa vikt (jfr. sid. 59).

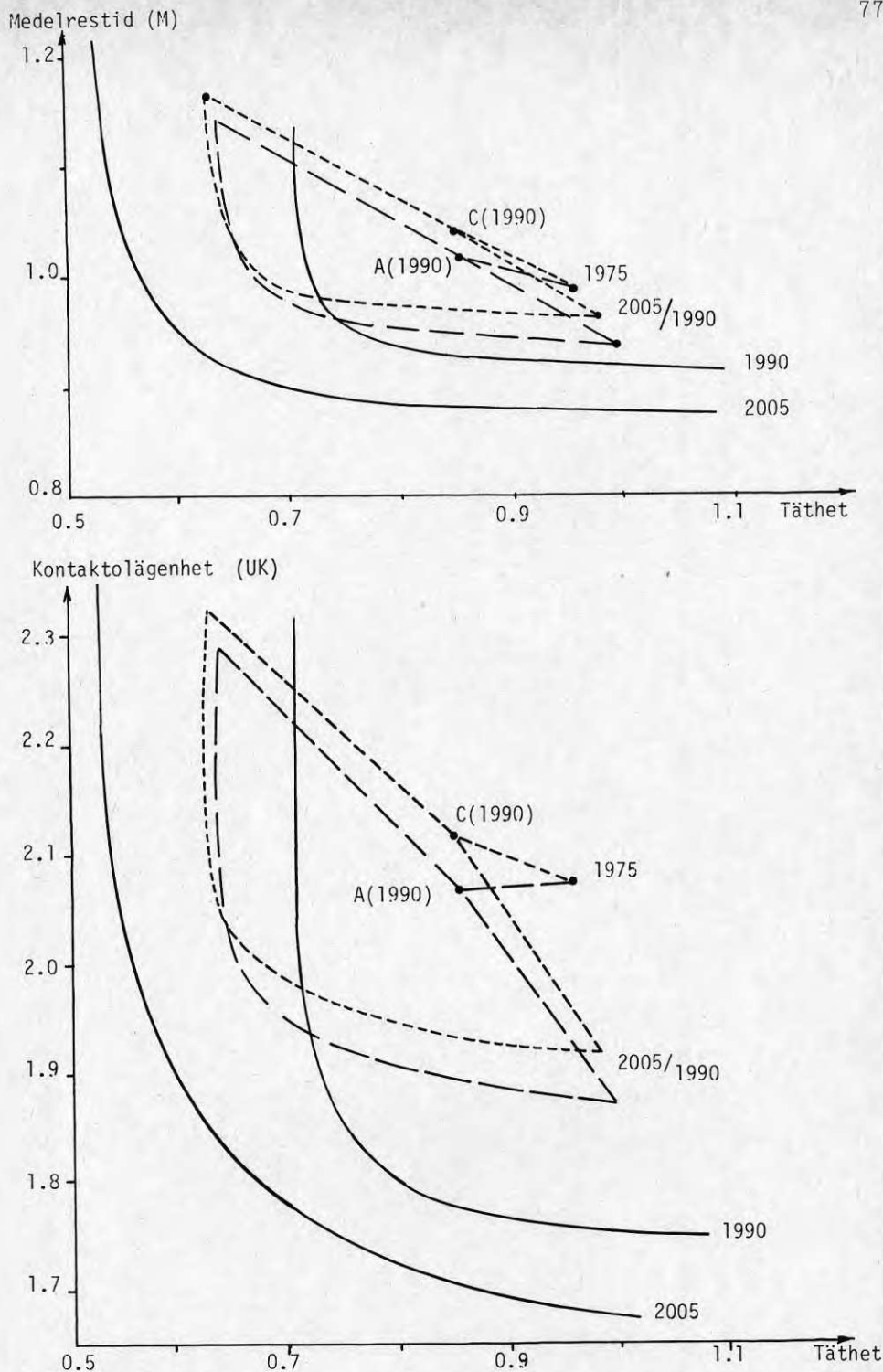
Vi skall nöja oss med att redovisa utvärderingar av basåret och de två regionplaneförslagen (A och C) för 1990 samt beräknade effektivitetskurvor för 1990 och 2005. Resultaten framgår av figur 36. De två diagrammen svarar mot användning av kontaktkostnadsmåtten  $M$  res.  $UK$ . Figurerna ger anledning till ett antal observationer:

- båda regionplanealternativen framstår i modellens mening som icke-effektiva, dvs. de kan förbättras både i termer av kontaktkostnad och täthet inom ramen för givna resurser. Naturligtvis beror detta på att hänsyn tagits till faktorer som inte täcks in av SALT (social integration, kommunal ekonomi, kommunala planer, lokala balanskrav)
- det långsiktiga handlingsutrymmet är (genom den ganska extrema prioriteringen av låg täthet) i båda regionplaneförslagen beskuret jämfört med mera balanserade kortsiktiga planalternativ. Genom att välja något av alternativen A eller C 1990 avstår vi således från möjligheter att senare (genom ändrad inriktning) uppnå restidsbesparande regionstrukturer år 2005. I denna mening är dock alternativ A mindre restriktivt än alternativ C.

I Trafikkontorets remissyttrande över regionplaneförslagen understryks betydelsen av långsiktiga bedömningar i regionplaneringen inte minst som underlag för planering av transportinvesteringar. Trafikkontoret avslutar sin sammanfattning av modellresultaten med en rekommendation att denna typ av analyser av den långsiktiga handlingsfriheten bör genomföras i det fortsatta regionplanarbetet.

Vi återkommer i avsnitt 10 med analys av pendlingsmönster och trängseffekter baserade på en av de långsiktiga regionstrukturer som beräknats med SALT.

<sup>1</sup> För definition av  $M(i,j)$ ,  $U(i,j)$  och  $K(i,j)$  se sid. 50-51.



Figur 36: Utvärdering av regionplaneförslagen med hänsyn till långsiktig handlingsfrihet.

## 7.6 Avslutande kommentar

Vi skall inte ytterligare sammanfatta resultaten av beräkningarna med SALT. Avslutningsvis skall endast några principiellt viktiga förhållanden understrykas:

- SALT är en modell för översiktlig och långsiktig *samplanering* av bostäder, arbetsplatser och transportsystem.
- ju långsiktigare problemställning vi betraktar, ju viktigare är det att väsentliga *ömsesidiga beroenden* representeras utan drastiska förenklingar.
- modellresultaten måste bedömas mot bakgrund av SALT:s uppbyggnad och dataunderlag. Liksom vid långsiktiga bedömningar i allmänhet måste en modell för perspektivplanering koncentrera sig på *väsentliga strukturella egenskaper* på bekostnad av detaljfrågor.
- SALT:s uppbyggnad möjliggör såväl samplanering av bebyggelse *och* transportsystem som suboptimeringar av bebyggelse *eller* transportsystem. Vidare kan modellen användas för utvärdering av manuellt framtagna planalternativ och för analyser av kortsiktiga utbyggnaders inverkan på långsiktiga handlingsmöjligheter.
- vid beräkningarna har lagts stor vikt vid analys av *handlingsutrymme* i skilda tidsperspektiv och inverkan av kortsiktiga beslut på den *långsiktiga handlingsfriheten*. Bakgrunden är förekomsten av målkonflikter, svårigheter att finna grund för avvägningar mellan målkomponenter samt stora osäkerheter om framtida förhållanden.
- beräkningarna har givit klara antydningar om *samband mellan regionstruktur och planeringsmål*, t.ex. vad gäller avvägningar mellan tillgänglighet och områdeskvalité, val av tillgänglighetsmått samt användning av regiongenomsnitt eller fördelningsinriktade målsättningar. Vi har också konstaterat att i allmänhet finns det skäl att samordna bebyggelseplanering och transportplanering. Det finns likaså anledning att variera planeringshorisonten för att studera inverkan på (främst) valet av transportförbättringar.
- vi har kunnat notera i tillämpningarna att en uppsättning regionstrukturer ofta innehåller gemensamma inslag i form av bostadslokalisering, arbetsplatslokalisering och/eller val av transportförbättringar. Förekomsten av sådana *robusta* alternativ innebär alltså att vissa beslut för den närmaste framtiden kan fattas utan att vi "bygger fast" oss på längre sikt. Att hitta robusta beslutsalternativ kan utgöra ett led i utformningen av *adaptiva* planeringsstrategier.
- vid framtagning av *effektiva* (icke-dominerade) regionstrukturer krävs ingen a priori information om avvägningen mellan olika målkomponenter. Vi behöver endast en procedur för beräkning av regiontotaler för var och en av målkomponenterna, t.ex. medelvärdesbildning. I våra fördelningsinriktade beräkningar har vi däremot bildat en välfärdsfunktion (eller olägenhetsfunktion) genom att för varje delområde väga samman medelrestid och täthet. En sådan ansats, som bygger på att värderingarna kan

mätas enligt en absolutskala, kräver betydligt mera information och starkare förutsättningar om samhällets värderingar än övriga redovisade beräkningar.

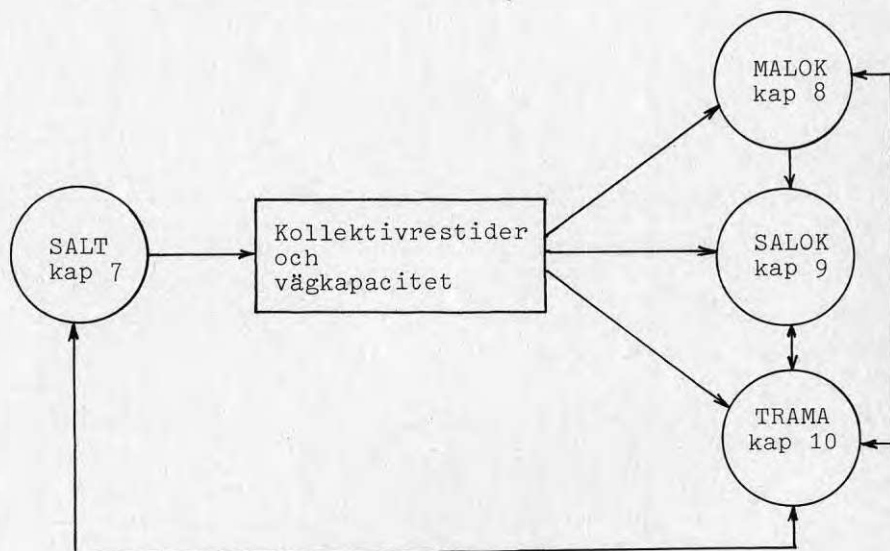
## 8. Samtidig lokalisering av flera verksamheter - MALOK

### 8.1 Syfte

I föregående kapitel har vi behandlat de långsiktiga samordningsproblemen när det gäller transportsystem och bebyggelsestruktur. Vi tvingades då utgå från förenklingar i följande avseenden:

- högst två verksamheter (bostäder, arbetsplatser)
- grov geografisk uppdelning (högst 20 regiondelar)
- förenklad behandling av transportmarknaden (restider baserade på antaganden om hastigheter på väglänkar).

I detta och de två följande kapitlen skall vi söka lätta på dessa begränsningar i tur och ordning. Det kan endast ske till priset av att transportsystemens struktur och kapacitet antas fixerade. Figur 37 visar det inbördes beroendet mellan olika delmodeller. I och med att transportsystemens "utbudssida" fixeras kommer den följande analysen att inriktas mot "efterfrågesidan", dvs. olika verksamheters lokalisering, samt jämvikt mellan utbud och efterfrågan på transporter.



Figur 37: Samband mellan TRANSLOK:s delmodeller.

MALOK (modell för Multipla Aktiviteteters LOKalisering) är TRANSLOK:s delmodell för *samtidig lokalisering* av ett flertal verksamheter. I termer av figur 17 (sid. 47) behandlar MALOK det renodlade markanvändningsproblemet. Såväl transportsystemens struktur och kapacitet (SALT) som deras användning (TRAMA) betraktas sålunda som utifrån givna. På basis av det fixerade transportsystemet (restider eller generaliserade reskostnader) bestämmer MALOK lokaliseringsmönstret för ett antal (ömsesidigt beroende) verksamheter vid en eller flera framtida tidpunkter. Uppdelningen av rummet (antalet delområden) och tiden (antalet tidsperioder) bestämmer hur många verksamheter som kan hanteras samtidigt.

## 8.2 Metodansatser

Ett stort antal markanvändningsmodeller har utvecklats under de senaste 20 åren. Man kan grovt skilja mellan två sorters modeller: välfärdsorienterade eller jämviktsorienterade modellansatser. Dessa kan i sin tur grupperas med ledning av hur rummet behandlas (ändligt antal zoner eller kontinuum).

Välfärdsmaximerande modellansatser syftar till att finna en markanvändning som ger så bra värde som möjligt på ett samlat välfärdsmått. I vissa kvalitativt orienterade analyser bildas välfärdsmåttet genom att summera individuella (eller områdesvisa) mått på nytta (ev. med fördelningspolitiskt motiverade sammanvägningar). I de flesta fall saknas dock underlag i praktiken för strikta tillämpningar av den ekonomiska välfärdsteorin. I stället definieras på makronivå regionala välfärds- eller kostnadsmått. Välfärdsansatser brukar t.ex. motiveras med att stordriftsfördelar, ömsesidiga beroenden eller andra typer av externa effekter stör effektiviteten hos rena marknadslösningar.

Även vad gäller jämviktsorienterade modeller finns en liknande dualism mellan kvalitativt orienterade jämviktsmodeller baserade på ekonomisk mikroteori å ena sidan och olika tillämpningsinriktade programmeringsmodeller å den andra sidan. I de senare simuleras ofta den rumsliga jämvikten med hjälp av makrobetonade fördelningsfunktioner. På senare tid har det gjorts försök att införa mikroantaganden om mark- efterfrågan eller nyttomaximering som förklaringsmekanismer i urbana simuleringsmodeller.

Typiskt för såväl välfärds- som jämviktsansatser är att markanvändningsmodellen ofta kopplas till en transportmarknadsmodell. Orsaken är givetvis de ömsesidiga beroendena mellan markanvändning och resmönster/restider. Syftet med sådana modellpaket för lokalisering- och transportanalys är att finna markanvändningsmönster (välfärdsmaximerande eller jämviktsorienterade) som är förenliga med förväntat resebeteende.

## 8.3 MALOK:s struktur

MALOK lokaliserar boende och produktion så att modellens planeringsmål uppnår "bästa" värde. Vid lokaliseringen tas hänsyn till balanskrav på regional nivå och på regiondelsnivå. Dessa balansvillkor speglar resursbegränsningar,

produktionens utveckling i olika sektorer, samt önskvärdenheten av inomregional balans mellan bostadsmarknad och arbetsmarknad. Bland alla "tillåtna" lokaliseringar av verksamheter över tiden väljer modellen det utvecklingsförlopp som minimerar ett regionalt olägenhetsmått, sammansatt av kontaktkostnad, bruttotäthet och total byggkostnad.

Två varianter av MALOK har utvecklats parallellt. De skiljer sig vad gäller behandling av sambandet bostadsmarknad - arbetsmarknad samt möjligheten att flytta om verksamheter inom befintligt byggnadskapital. Vi kommer att benämna de två versionerna av modellen MALOK 1 och 2. Målformuleringen är gemensam för de två versionerna.

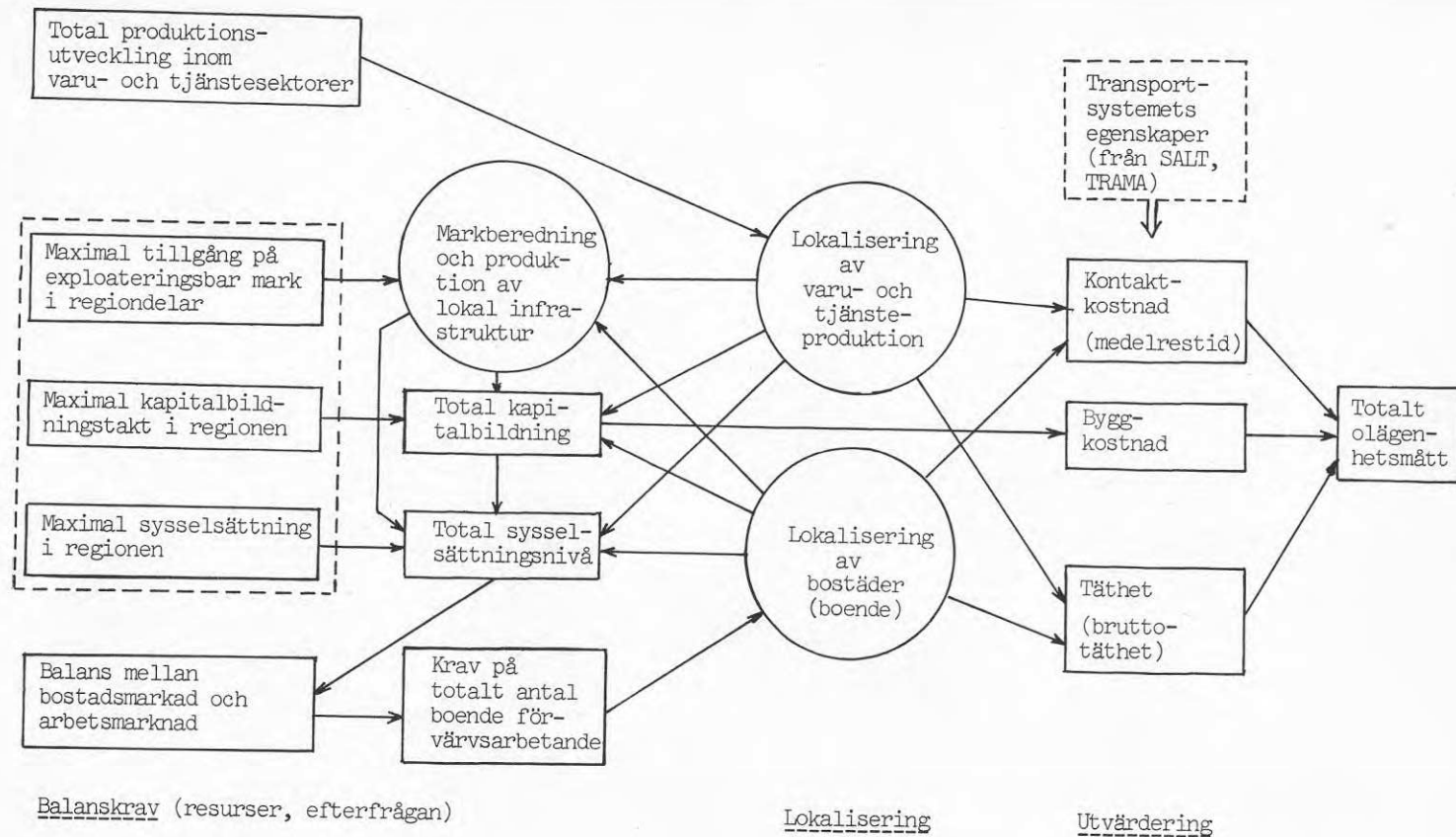
MALOK 1:s struktur illustreras i figur 38. Det framgår att regionens tillväxt drivs av en prognosticerad produktionsutveckling inom varu- och tjänsteproducerande näringar. Lokaliseringen av produktionssektorerna och bostäderna bestämmer behovet av investeringar i lokal infrastruktur<sup>1</sup> och det samlade behovet av kapitalbildning i regionen. Produktionens och bostädernas lokalisering bestämmer också tillsammans med övriga investeringar den totala sysselsättningsnivån. Ett krav på balans mellan arbetsmarknad och bostadsmarknad avgör bostadsbyggandets omfattning. Både den totala kapitalbildningen och den totala sysselsättningen i varje tidsperiod antas uppåt begränsade, dvs. tillgången på reala resurser förutsätts prognosticerad på samma sätt som produktionsvolymerna i varu- och tjänstesektorerna. Här finns naturliga kopplingar till MORSE (kapitel 6) och restriktionssystemet i SALT (kapitel 7). Förutom dessa resursbegränsningar för regionen som helhet är även möjligheterna att producera lokal infrastruktur begränsade av yttillgången i de olika regiondelarna. Ytrestriktionerna tillåter förekomsten av överkapacitet i den lokala infrastrukturen. Överkapacitet i en viss regiondel vid en viss tidpunkt överförs till nästa tidsperiod.

MALOK 1 har formulerats för att även kunna behandla omvandlingen av bebyggelsestrukturen. I varje tidsperiod definieras en viss del av byggnadskapitalet, som "saneringsmogen". Modellen kan välja att ersätta hela eller delar av den saneringsmogna kapitalstocken med nybyggnation varigenom markanvändningen förnyas. Alternativt kan olika "saneringsstrategier" matas in i modellen, som bestämmer optimal omvandling för var och en av dessa saneringsplaner.

MALOK 2:s struktur illustreras i figur 39. Modellen skiljer sig i förhållande till MALOK 1 i två viktiga avseenden:

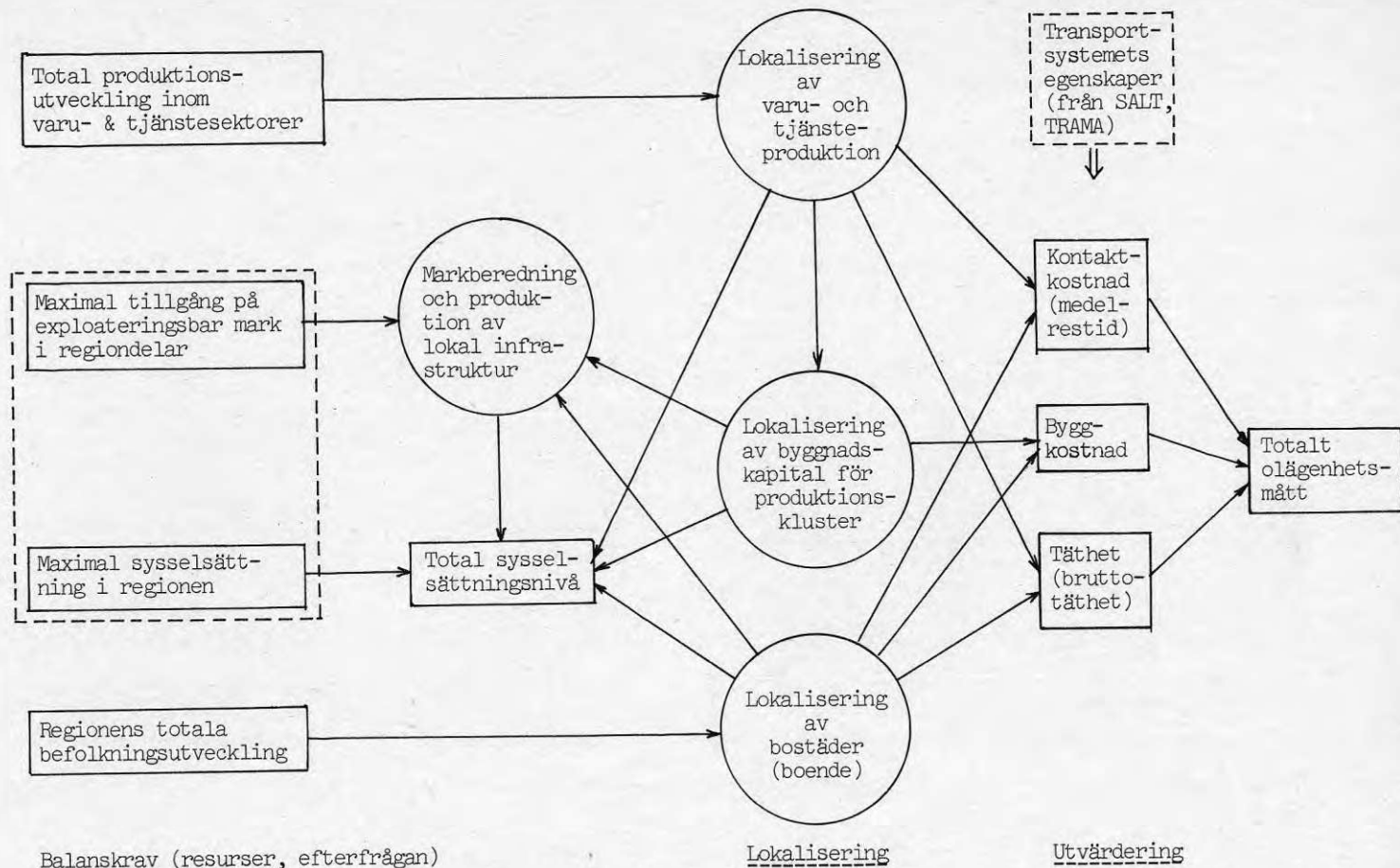
- befolkningsutvecklingen (och därmed i princip även bostadsefterfrågan) är fastlagd utanför modellen. I MALOK 1 bestäms totala antalet boende av en stipulerad balans mellan bostadsmarknad (totalt antal förvärvsarbetande boende) och arbetsmarknad (total sysselsättning).
- produktionen av varor och tjänster antas omflyttningsbar inom ett antal produktionskluster. Detta innebär att verksamheter som tillhör samma "kluster" kan omlokaliseras

<sup>1</sup> Med lokal infrastruktur menar vi investeringar i lokala vägar, vatten och avlopp etc. som krävs för att "öppna" nya områden för bebyggelse.



Figur 38: Principiell uppbyggnad av MALOK 1 (modellens variabler markeras med cirkelar)





Figur 39: Principiell uppbyggnad av MALOK 2 (modellens variabler markeras med cirklar)

inom ramen för tillgängligt byggnadskapital utan att nyinvesteringar behöver göras. I MALOK 1 betraktas varje produktionssektor som ett kluster, dvs. omlokaliseringar är direkt förknippade med ändringar i kapitalstocken (förslitning, sanering, nyinvesteringar).

I övrigt innehåller MALOK 1 och 2 liknande balanskrav och utvärderingsmått. Detta innebär t.ex. att vad som ovan sagts om behandling av överkapacitet i lokal infrastruktur och olika möjligheter att behandla omvandlingsproblematiken i MALOK 1 även gäller MALOK 2.

Planeringsmålen i MALOK 1 och 2 representerar de två huvudklasser av mått som utförligt diskuterades i avsnitt 4 och 7.3. Vi skall här inte upprepa motiveringarna. (Därutöver finns i MALOK möjlighet att även ta hänsyn till totala byggkostnaden). Vid formulering av TRANSLOK-systemets modeller har så stor samstämmighet som möjligt mellan de olika delmodellerna eftersträfvats. Planeringsmålen har uttryckts på likartat sätt för att underlätta samkörningar (mellan t.ex. SALT och MALOK).

Kontaktkostnadsmåttet i MALOK utgör en sammanvägning av den potentiella medelrestiden mellan aktivitetspar. I stället för restider skulle generaliserade reskostnader (sammanvägda transportuppslag) vara att föredra om data vore tillgängliga. De relativa kontaktbehoven (produktionssektor i - produktionssektor j, produktionssektor i - bostäder, bostäder - bostäder) har beräknats med utgångspunkt från input-output samband samt uppgifter om frekvensen av långa service- och besöksresor. Medelrestidsmåttet mäter regional tillgänglighet och utgår således från målsättningen att regionen skall fungera som *en* enhet. För en diskussion av alternativa kontaktkostnadsmått som bygger på andra förutsättningar hänvisas till avsnitten 7.3 och 9.3.

Täthetsmåttet i MALOK kan klassificeras som ett bruttoexploateringsstal. För varje regiondel har totalt använd markyta relaterats till totalt tillgänglig markyta. Dessa bruttoexploateringsstal vägs sedan samman till ett regionalt bruttotäthetsmått med hjälp av befolkningsandelarna i resp. regiondel.

Byggkostnadsmåttet har införts som en ny målkomponent i MALOK (jämfört med SALT). Orsaken till detta är att MALOK erbjuder en betydligt mera detaljerad information om byggnadskapital, infrastruktur och byggnadskapitalets användning. Hänsynstagande till byggkostnader kan ses som ett steg mot en analys av eventuella målkonflikter mellan välfärds mål (tillgänglighet, ytillgång) och kostnadsmål (effektiv användning av byggnadskapital).

Det samlade olägenhetsmåttet bildas genom att tillordna de tre komponenterna olika vikter. Vid summering över tidsperioderna finns möjlighet att införa tidsdiskontering.

#### 8.4 MALOK:s dataunderlag och användningssätt

MALOK är den mest datakrävande av TRANSLOK-systemets delmodeller. Det beror på att (marginella och genomsnittliga) teknologier för ett antal produktionsaktiviteter måste specificeras (användning av mark, kapital, arbetskraft). Vidare skall tillgången på lokal infrastruktur och kostnaden för att bygga ut densamma anges. Basårets byggnadskapital skall fördelas på åldersklasser och prognoser måste finnas för boendetäthetens och förvärvsfrekvensens utveckling i olika regiondelar. De stora datakraven gör att "förmodeller" eller specialskrivna program för generering av indata bör utnyttjas. I våra tillämpningar har vi använt flera specialprogram.

Framtagning av data till MALOK innebär således en betydande "investeringskostnad". Själva modellerna (MALOK 1 och 2) erbjuder annars flexibilitet i användningen. Antalet målkomponenter kan lätt ändras liksom innebörden i t.ex. kontaktkostnadsmaßttet.

Följande användningsområden utgör exempel på analyser där MALOK skulle kunna utnyttjas:

- A. Effekter på lokaliseringssmönster av skilda transportinvesteringar.
- B. Strukturen hos kompakta resp. glesa utbyggnadsalternativ.
- C. Regionstrukturens känslighet för variationer i socioekonomiska eller fysiska förutsättningar.
- D. Bebyggelseomvandling under alternativa saneringsprogram.

#### 8.5 Beräkningar

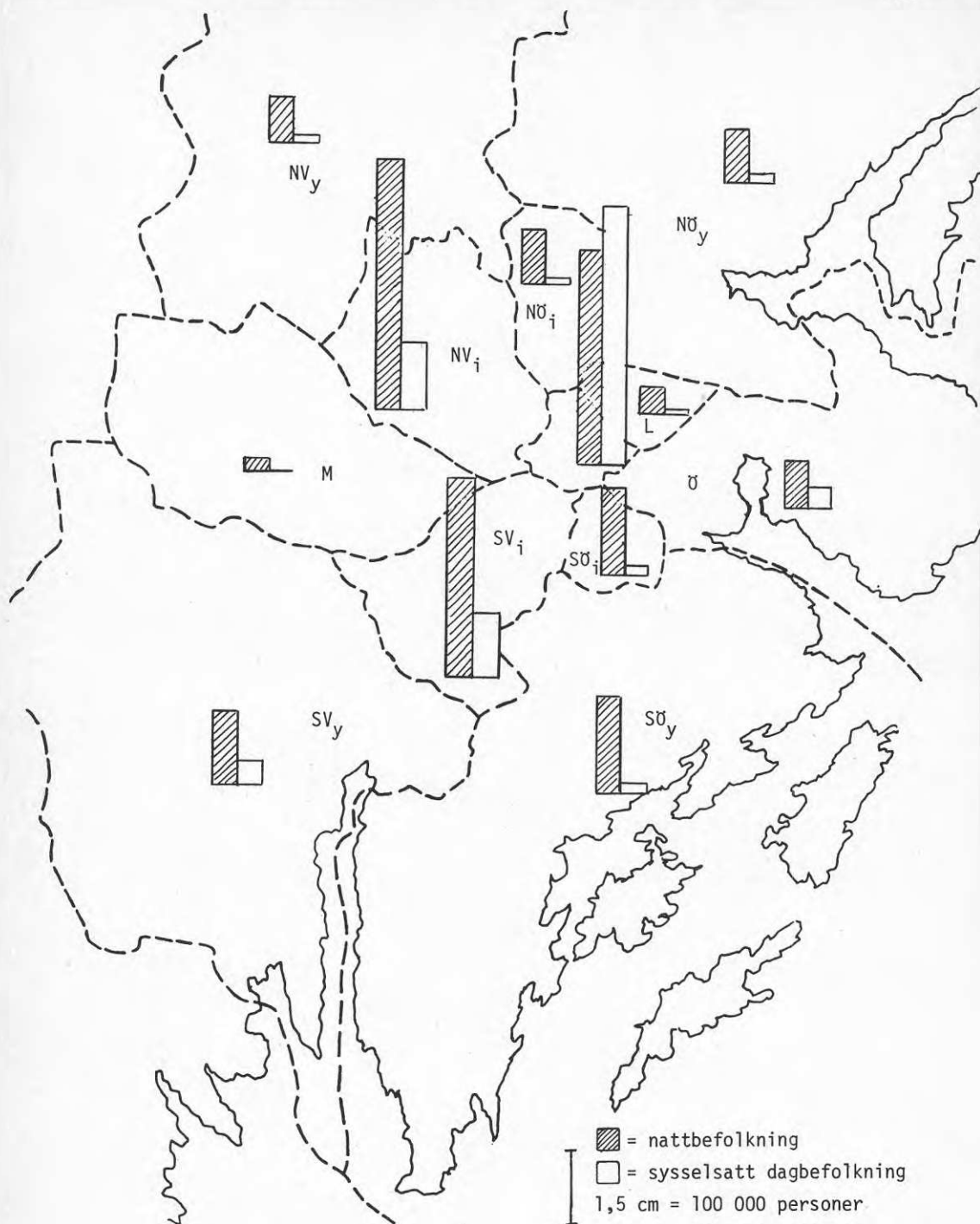
Vi skall illustrera användningen av MALOK med följande tillämpningsexempel:

- Effekter på lokaliseringssmönster av transportinvesteringar.
- Skillnader mellan lokaliseringssmönster framtagna med MALOK 1 och 2.
- Konsekvenser av olika bedömningar beträffande framtida ytillgång; inverkan på regionstrukturen av förändrad markanvändning på Bromma flygfält.

Samtliga beräkningar genomförs för tiden 1972-1990 uppdelad i två perioder 1972-1980 och 1980-1990. Regionen är uppdelad i 12 regiondelar. Figur 40 visar hur basårets dag- och nattbefolkning fördelar sig över regiondelar. Följande 9 produktionssektorer behandlas av MALOK:

1. Lokal infrastruktur (väg- vatten- och linjebyggnadsindustri).
2. Bostadsbyggande.
3. Extraktiv industri, livsmedels- och skogsindustri.
4. Textil- och kemisk industri.
5. Metall- och maskinindustri.
6. Avancerad maskin- och instrumentindustri, FoU.
7. Varuhandel, nöjes- och rekreativ verksamhet.
8. Partihandel, transport- och renhållningsverksamhet.
9. Övriga privata och offentliga tjänster.

Sektorerna 3-6 kommer vi att benämna "Industri" och sektorerna 7-9 kommer sammantagna att kallas "Service".



Figur 40: Fördelning av befolkning och sysselsättning 1972.

### Transportinvesteringar och lokaliseringsmönster

Vi skall först illustrera konsekvenserna av transportinvesteringar i ett översiktsdiagram. Därefter skall effekterna beskrivas mera i detalj för en viss avvägning mellan kontaktkostnad och täthet.

Utgångspunkten är ett fall med inga transportinvesteringar (T0) mellan 1972 och 1990. Restidsmatrisen antas vara konstant under hela perioden och lika med basårets. Både MALOK 1 och 2 körs ett antal gånger med olika avvägning mellan kontaktkostnad och bruttotäthet. I figur 41 har resultaten prickats in i ett diagram, kurvorna M1-T0 resp. M2-T0.

Som kontrast har vi räknat på ett fall med transportinvesteringar hämtade från körningar med SALT. Följande investeringsstrategi (T1) visade sig vara tämligen robust med hänsyn till olika avvägningar mellan kontaktkostnad och täthet:

- 1972-1980: Kungshattsleden (västra delen), Huddingevägen, Norra Järvabanan.
- 1980-1990: Kungshattsleden (södra delen) Värmdövägen, Nynäsvägen, Upplands Väsby-Vallentuna, Täbybanan.

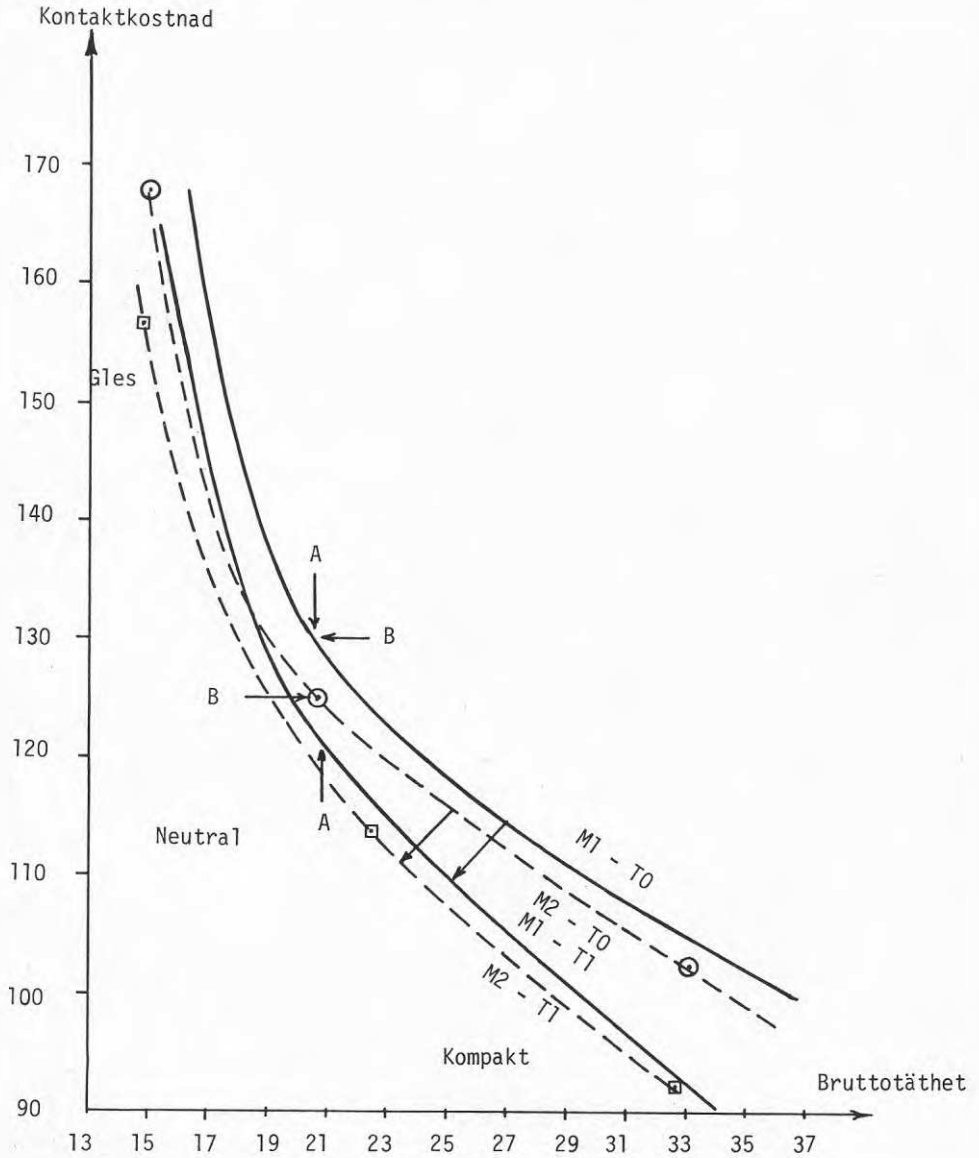
I figur 41 visas läget för de båda effektivitetskurvorna i fallet med ovanstående transportinvesteringar, kurvorna M1-T1 resp. M2-T1.

Vi finner att transportinvesteringarna innebär att kurvan med (Pareto)effektiva regionstrukturer förflyttas snett ned åt vänster. För varje avvägning mellan kontaktkostnad och bruttotäthet innebär således transportinvesteringarna en välfärdsvinst i form av bättre tillgänglighet eller bättre yttillgång eller bådadera. Förskjutningen av kurvorna är störst i nedre högra delen av diagrammet, dvs. den del som representerar kompakta regionstrukturer. Genom restidsförbättringarna kan bebyggelsen i kompakta regionstrukturer omfördelas så att betydligt lägre täthet uppnås utan att medelrestiden behöver öka. I glesa regionstrukturer är möjligheterna till täthetsbesparande bebyggelseomfördelningar mindre.

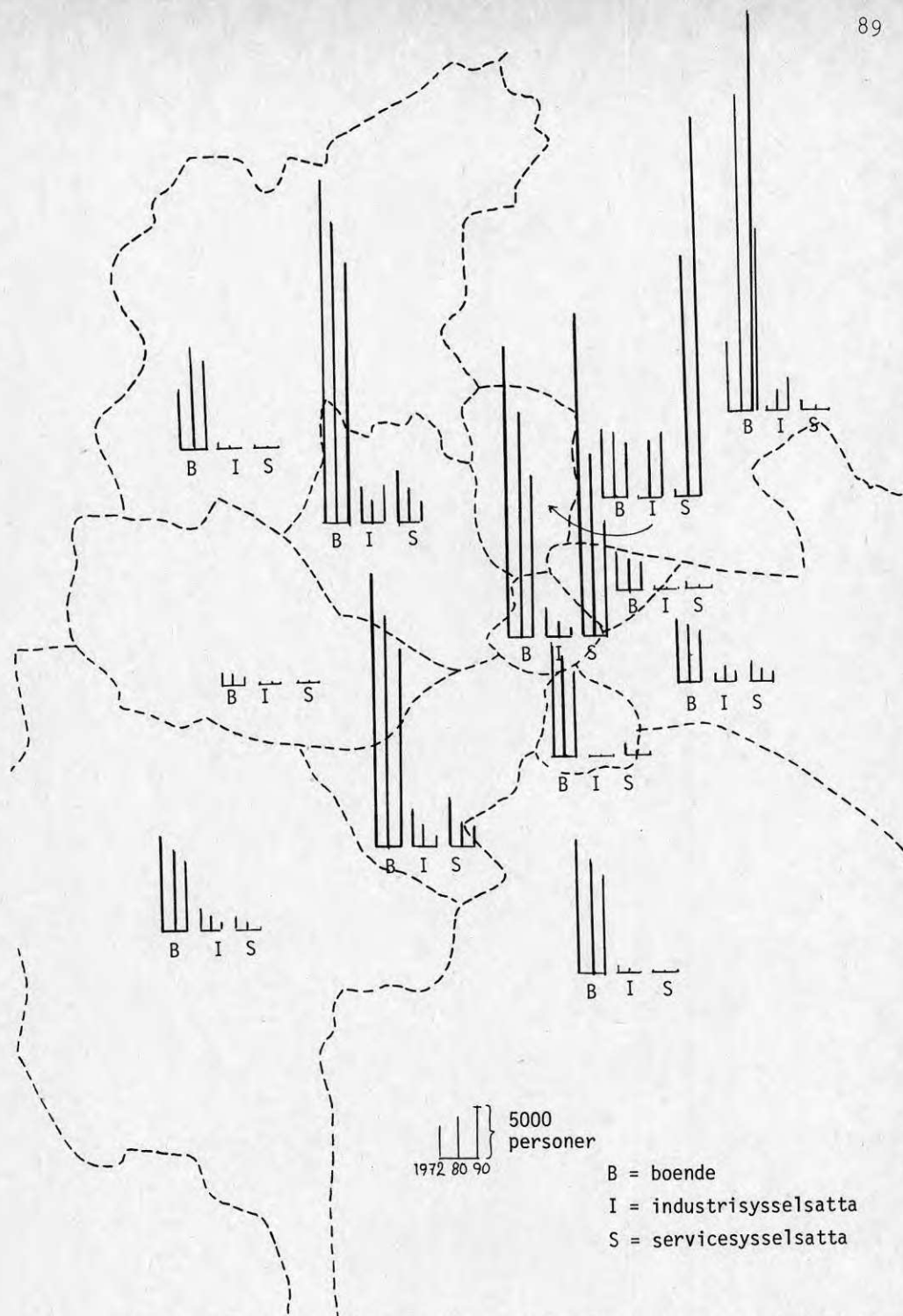
I ett läge med genuin osäkerhet om framtida värderingar av olika planeringsmål kan en analys av den typ som representeras i figur 41 utgöra ett alternativ till traditionell cost-benefit analys. Intäkterna beskrivs i vårt fall av förskjutningen av effektivitetskurvan. Kostnaderna utgörs av uppföringar för att genomföra transportinvesteringarna.

Vi skall närmare undersöka effekterna av transportinvesteringarna vid "neutrala" avvägningar mellan kontaktkostnad och bruttotäthet, se lösningar markerade med A i figur 41. De två utvalda lösningarna med MALOK 1 har i stort sett samma värde på medeltätheten, medan kontaktkostnaden är 7% lägre i fallet med transportinvesteringar.

Figur 42 visar att i fallet utan transportinvesteringar koncentreras sysselsättning till det nordöstra inre området, medan boende företrädesvis lokaliseras till den yttre



Figur 41: Inverkan av transportinvesteringar på den regionala effektivitetskurvan (mängden av icke-dominerade, Pareto-effektiva, lösningar).



Figur 42: Utveckling av den regionala strukturen i fallet utan transportinvesteringar (neutral avvägning mellan kontaktkostnad och täthet).

nordöstra regiondelen. Figur 43 anger hur lokaliseringmönstret ändras av ovan angivna transportinvesteringar. Vi ser att boende och sysselsättning omlokaliseras från de nordöstra till de nordvästra regiondelarna. Även de halvcentrala regiondelarna i sydväst och öster får ökad attraktivitet. Dessa förskjutningar hindrar dock inte att de nordöstra regiondelarna även i fallet med transportinvesteringar framstår som mycket expansiva.

Markanvändningseffekterna visar en intuitivt rimlig samvariation med transportinvesteringarna som i första hand förbättrar tillgängligheten för de inre västra regiondelarna.

#### Skillnader mellan lokaliseringmönster framtagna med MALOK 1 och 2

För att studera hur ovan redovisade skillnader mellan MALOK 1 och MALOK 2 påverkar lokaliseringmönstret väljer vi fallet utan transportinvesteringar och med "neutral" avvägning mellan kontaktkostnad och bruttotäthet (se lösningar markerade med B i figur 41). Som framgår av figur 41 leder den högre flexibiliteten i kapitalanvändningen till bättre regionstrukturer (mätt med kontaktkostnad och täthet). I beräkningarna med MALOK 2 har samtliga sektorer 3-9 antagits fritt rörliga inom en gemensam kapitalstock (dvs. vi har förutsatt endast ett "kluster").

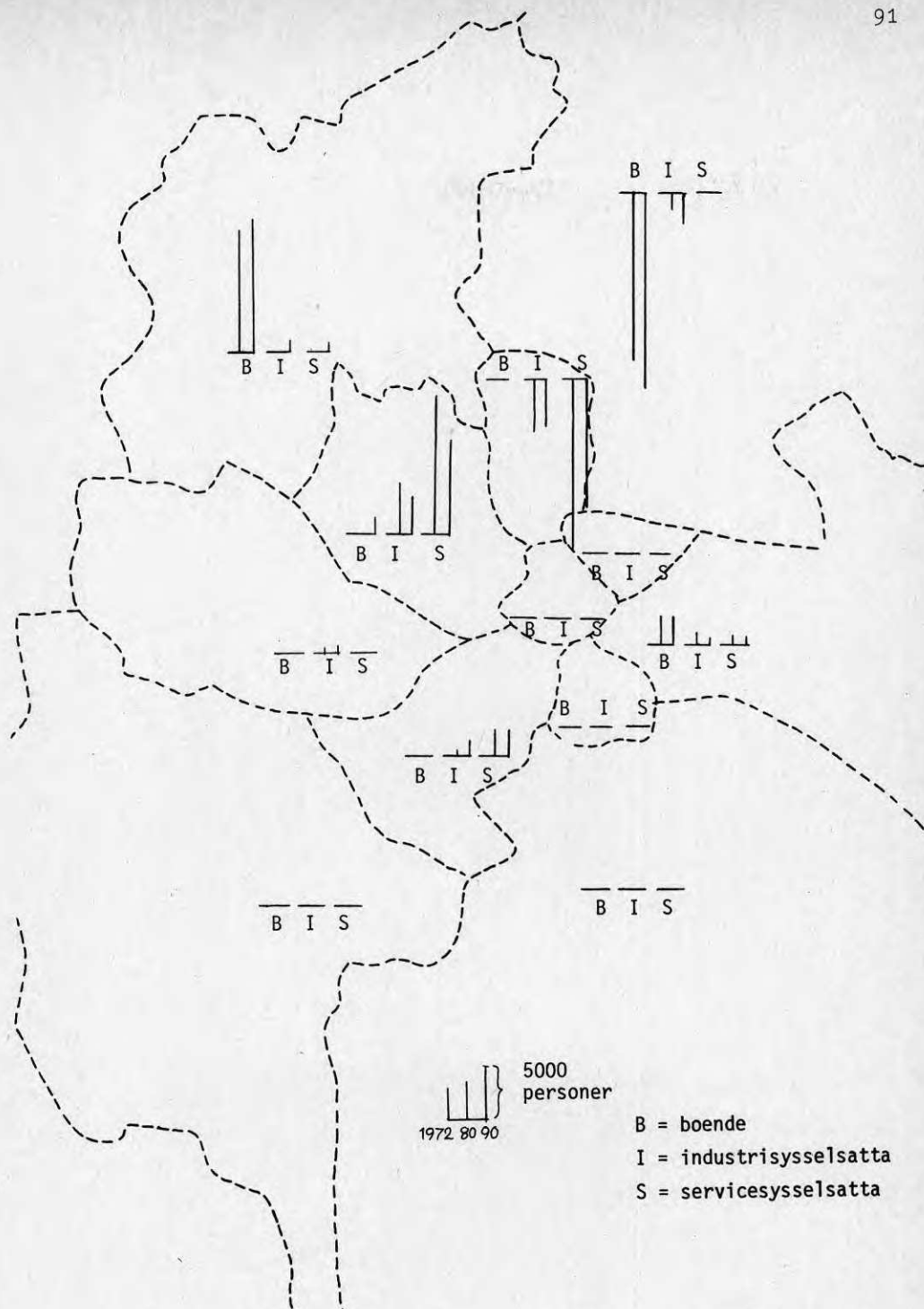
Figur 44 visar att den knappt 4%-iga sänkningen av kontaktkostnaden (enligt figur 41) åstadkommes genom lägre befolkningsantal (specificeras utanför modellen i MALOK 2) samt genom omlokalisering av verksamheter mellan city och nordöstra inre området. Vi observerar att branscherna är mycket lättrorliga mellan regiondelar och att betydande svängningar i lokaliseringmönstret över tiden uppkommer. Dock skall åter understrykas att i föreliggande kalkyl har maximal "rörlighet" förutsatts. Genom att införa flera "kapitalkluster" kan sektorernas rörelsefrihet begränsas, vilket borde leda till mera stabila resultat.

#### Konsekvenser av olika bedömningar beträffande framtida yt-tillgång; inverkan på regionstrukturen av förändrad markanvändning på Bromma flygfält.

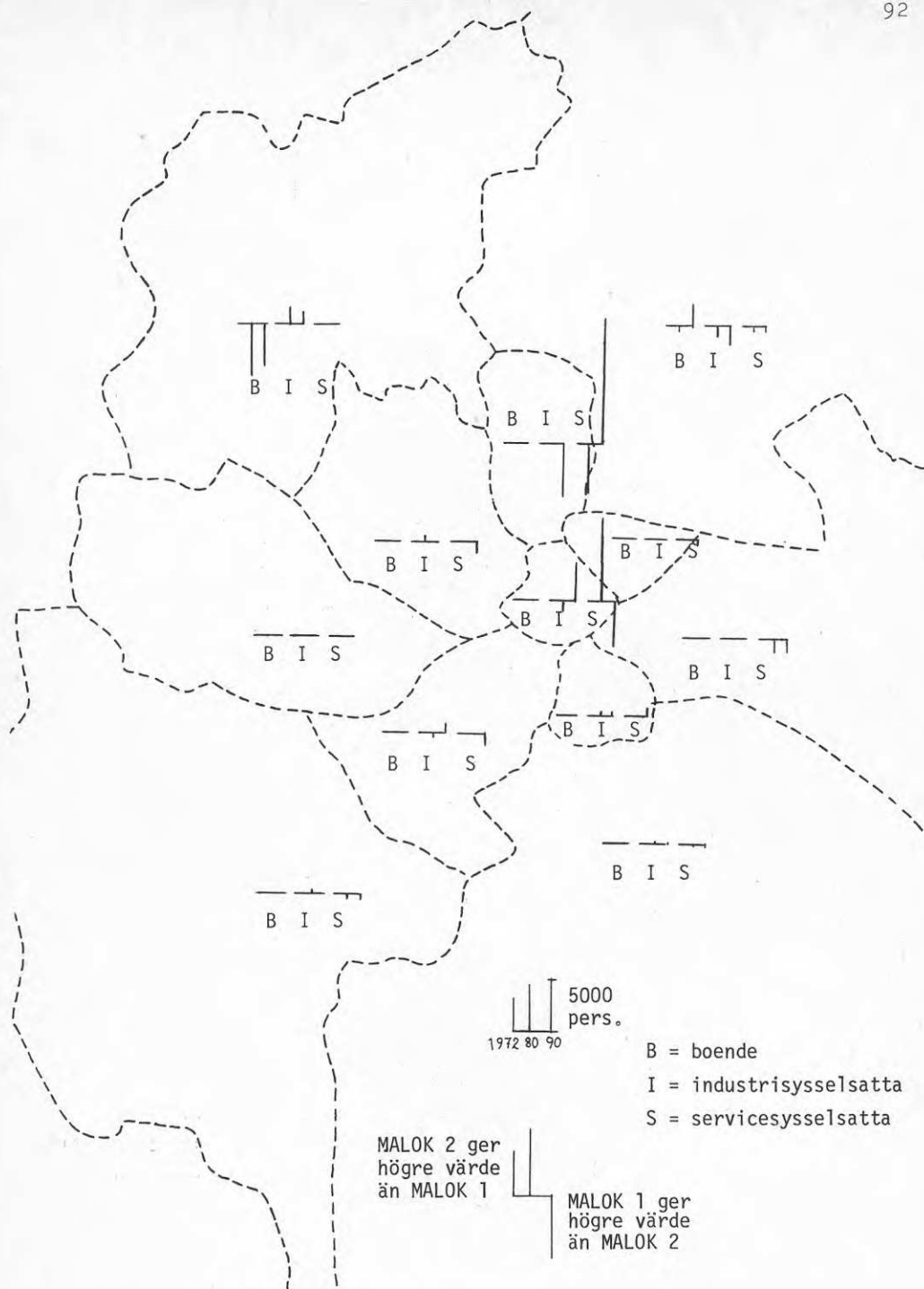
Det sista exemplet på MALOK-beräkningar i denna rapport avser kalkyler som gjordes 1976 på uppdrag av Stockholms Stadsbyggnadskontor. I samband med planerna på nedläggning av Bromma flygplats företogs undersökningar av Brommafältets framtida utnyttjande. Syftet med MALOK-kalkylerna var att belysa Brommas utnyttjande med utgångspunkt från ett regionalt perspektiv. Hur sammanhänger den regionala strukturers utveckling med olika förutsättningar beträffande marktillgången? Hur påverkas den regionala strukturen av ett tillskott på mark motsvarande Bromma flygplats?

Vi sökte besvara denna typ av frågor med hjälp av MALOK 1. På basis av ovan redovisade resultat kunde vi konstatera att valet av transportinvesteringar och valet av avvägning mellan kontaktkostnad och täthet sannolikt har stor betydelse för markkonkurrensen i det nordvästra kransområdet. Vi valde att utgå från enbart beslutade förändringar av transportsystemet. Det innebär att följande projekt inkluderades:





Figur 43: Konsekvenser av transportinvesteringar 1972-1990. Neutral avvägning mellan kontaktkostnad och täthet.



Figur 44: Skillnader mellan lokaliseringmönster framtagna med MALOK 1 och 2. Neutral avvägning mellan kontaktkostnad och täthet.

1972-1980: Hanstavägen och dess förlängning, Värmdövägen, Nynäsvägen, Örbyleden, Huddingevägen, Norra och Södra Järvabanan.

1980-1990: Täbybanan.

Eftersom marktillgången i Bromma i första hand är av intresse vid hög värdering av tillgänglighet har en vikt på kon-taktkostnaden som ligger högre än tidigare redovisade "neut-rala" alternativ använts. Samtidigt är den använda vikten avsevärt lägre än i de mest kompakta alternativen.

För att öka realismen i lösningarna har restriktioner som garanterar en innerstadsbefolkning på ca. 250 000 personer införts (jfr. tidigare redovisade lösningar innebärande en innerstadsbefolkning på 150 000 personer 1990).

Brommas utnyttjande antogs bero på den totala tillgången på mark i regionen och dennas fördelning på regiondelar. Tre huvudalternativ studerades svarande mot olika grad av re- striktivitet i markanvändningen:

Alt.1: Totalt byggbar mark med avdrag för naturvårdsområden, domänreservat, kulturvårdsområden och strandlags- områden.

Alt.2: Som alt. 1 men med avdrag för områden som enligt SOU 1975:75 Hushållning med mark och vatten klassifice- rats som riks- och regionobjekt med stort intresse för det rörliga friluftslivet.

Alt.3: Som alt. 2 men med avdrag för vetenskapligt-kulturel- la naturvårdsområden eller kulturpolitiskt intressan- ta områden av riks- och regionintresse samt lång- siktigt odlingsvärd åker.

De tre alternativen begränsar markutbudet på ett olikfor- migt sätt, tabell 8. Vissa områden berörs endast i ringa utsträckning (L,NV;<sub>i</sub>,Ö) medan i flertalet övriga fall yt- tillgången i alt. 3 är 25-65% av yttillgången i alt. 1.

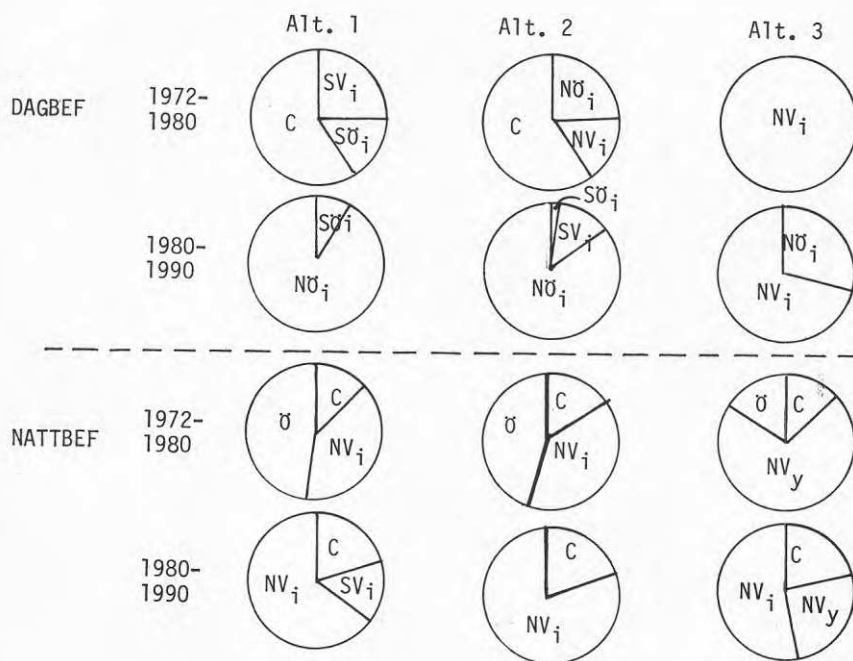
Figur 45 visar hur MALOK 1 allokerar bruttotillskotten av dag- och nattbefolkning 1972-1980 och 1980-1990 i de tre yttillalternativen. I figur 46 beskrivs utvecklingen av region- strukturen i alt. 1. Vi noterar att alt. 2 leder till en mera nordlig utbyggnadsriktning än alt. 1. Särskilt gäller detta arbetsplatsernas lokalisering. I alt. 3 accentueras tyngdpunktsförskjutningen mot norra regiondelen ytterligare. Den dominerande utbyggnadsriktningen blir nordvästlig med arbetsplatser i den nordvästra inre regiondelen och bostä- der längre ut från centrum.

De allmänna tendenserna i regionstrukturens utveckling kan lätt förklaras med hänvisning till yttillgången i de tre alternativen. Den ökade restriktiviteten i markutnyttjandet i alt. 2 jämfört med alt. 1 drabbar i första hand de södra halvcentrala områdena och förklarar förskjutningen av ar- betsplatser mot den norra regiondelen. Alt. 3 medför även minskat markutbud i det nordöstra inre området, vilket för- klarar förskjutningen mot de nordvästra regiondelarna.

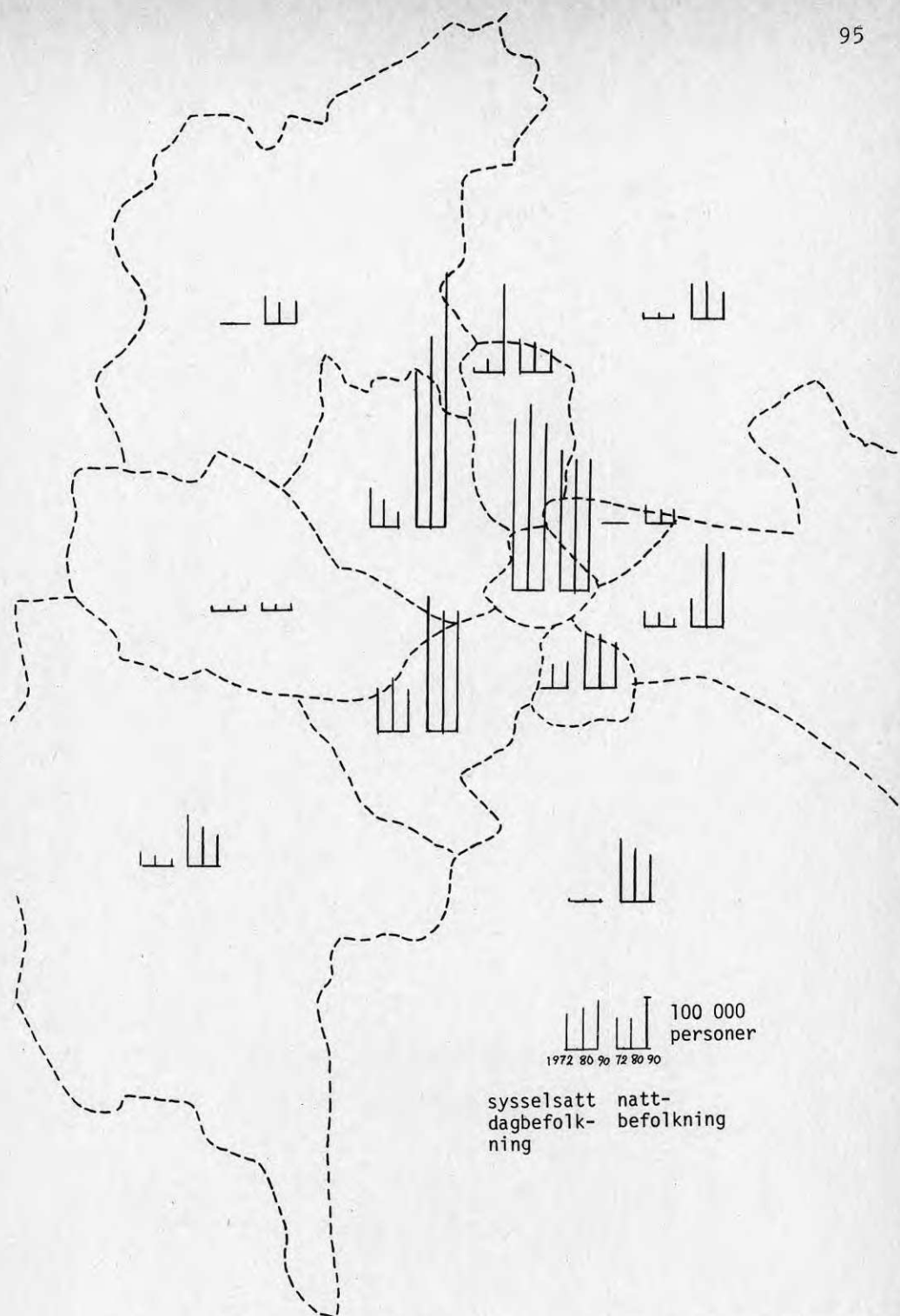
Bromma flygfält antogs öka markutbudet i det nordvästra inre kransområdet med 350 ha (alt.1-2) resp. 185 ha (alt.3). Den ökade yttillgången antogs omedelbart få full effekt på beräkningen av bruttotätheten i modellens utvärdering av regionstrukturen. Halva yttillskottet antogs kunna exploa- teras 1972-1980 and andra hälften 1980-1990.

Område	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
C	408	408	0
L	1369	1369	1369
NÖ <sub>i</sub>	4413	4413	1246
NV <sub>i</sub>	7916	7742	7065
SV <sub>i</sub>	6119	4036	1949
SÖ <sub>i</sub>	1624	675	675
Ö	28099	26299	25521
NÖ <sub>y</sub>	211683	182126	107955
NV <sub>y</sub>	59967	56061	33895
M	15739	7153	213
SV <sub>y</sub>	66409	56589	43708
SÖ <sub>y</sub>	67037	32163	21641

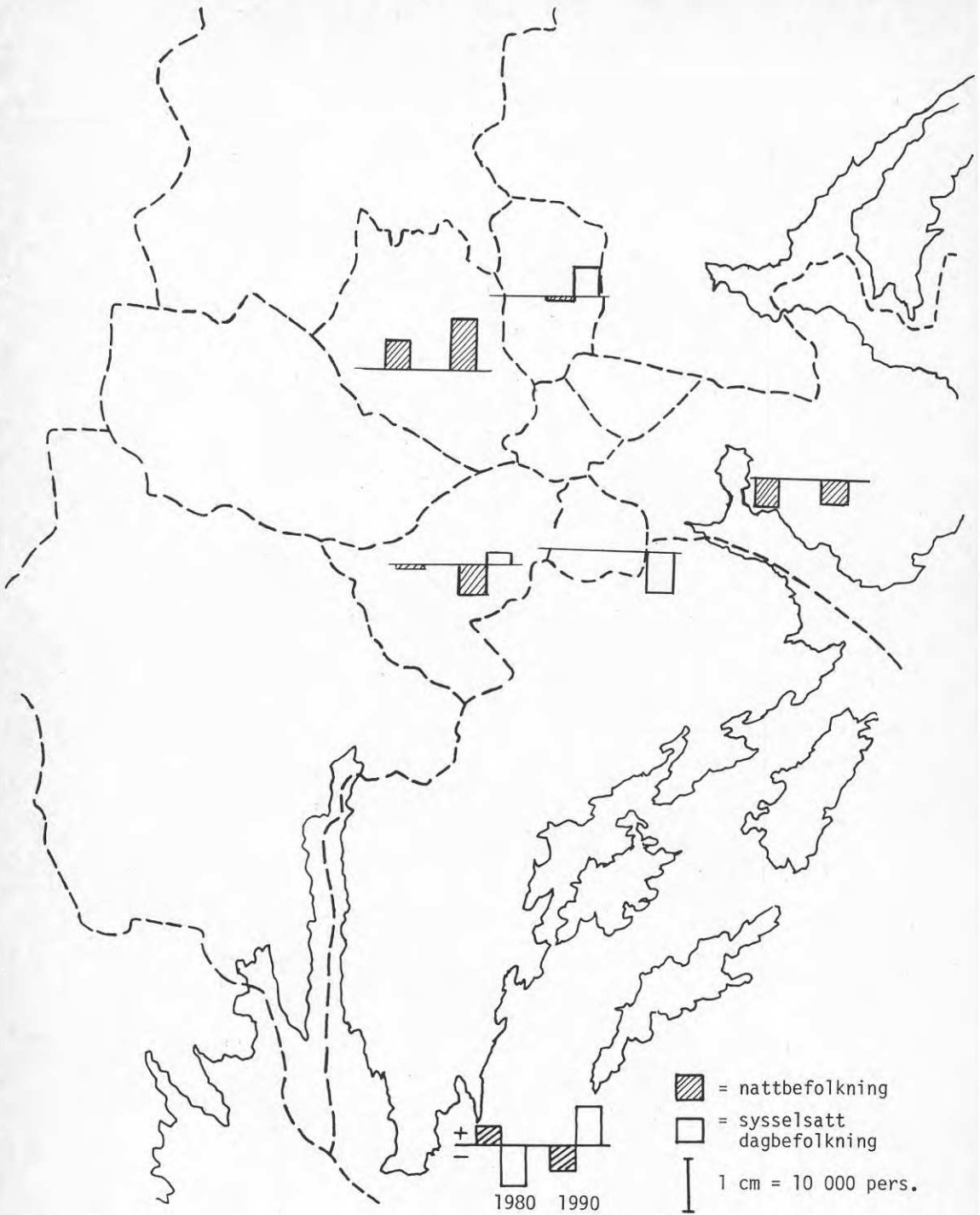
Tabell 8: Tillgänglig bebyggbar mark (ha) enligt alt. 1, 2 och 3.



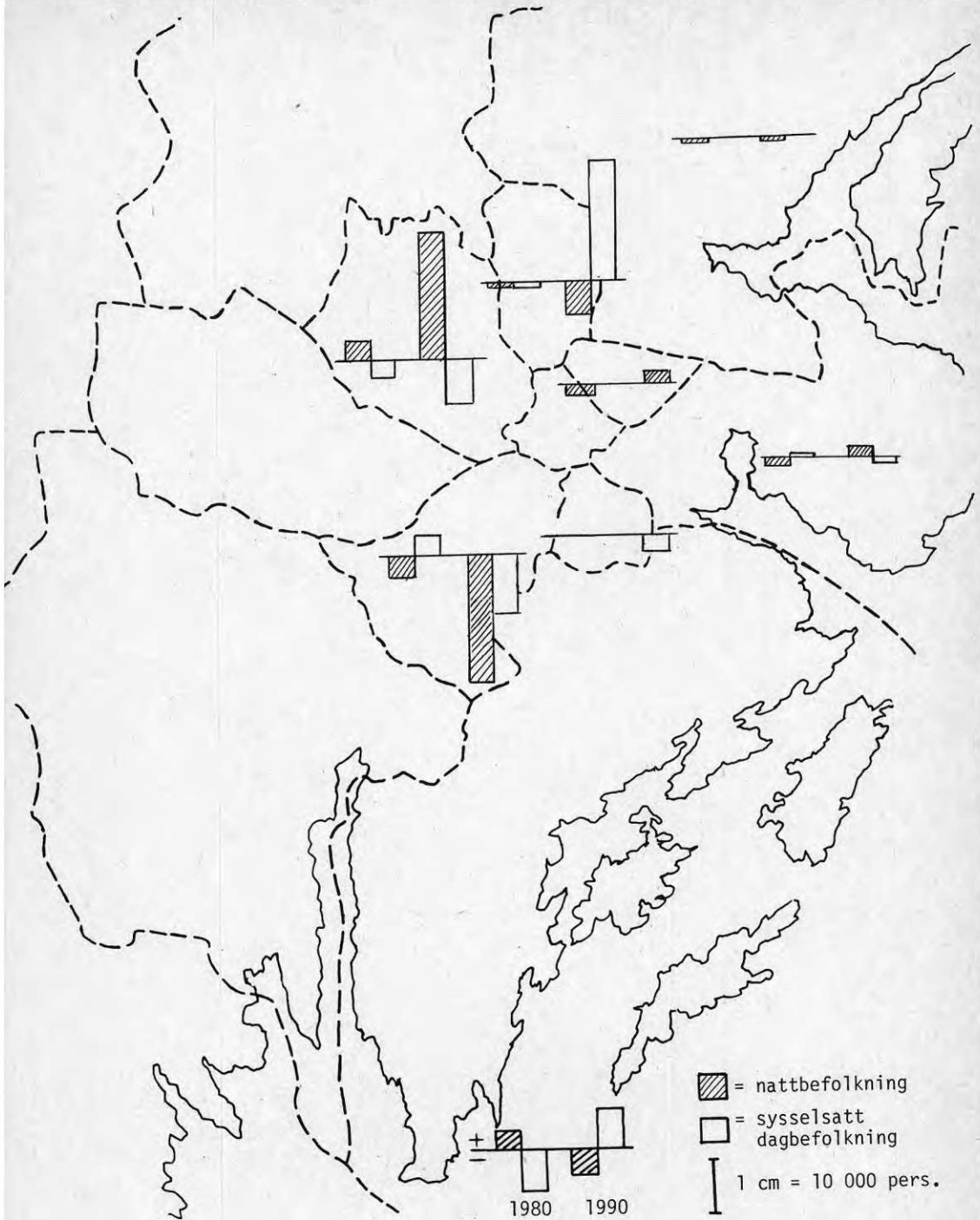
Figur 45: Schematisk representation av huvudsakliga utbyggnadsområden för boende och näringsliv under olika alternativ för yttillgången.



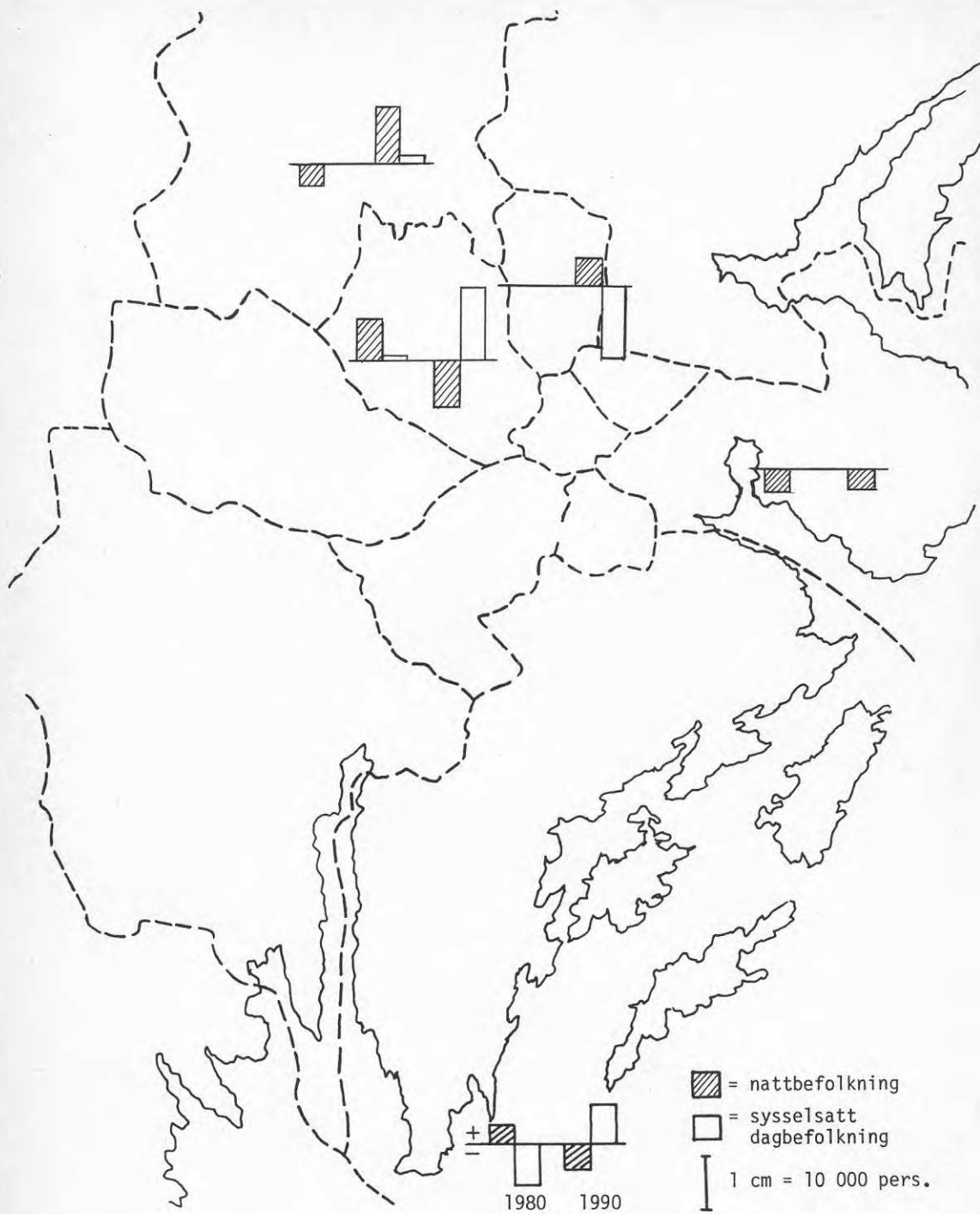
Figur 46: Utveckling av den regionala strukturen enligt ytalternativ 1.



Figur 47: Lokaliseringseffekter av tillskott på mark motsvarande Bromma flygfält. Ytalternativ 1.



Figur 48: Lokaliseringseffekter av tillskott av mark motsvarande Bromma flygfält. Ytalternativ 2.



Figur 49: Lokaliseringseffekter av tillskott av mark motsvarande Bromma flygplats. Ytalternativ 3.



Figur 46-48 visar hur lokaliseringen av bostäder och arbetsplatser påverkades av tillskottet av Bromma-mark i de tre ytalternativen. Några korta kommentarer kan vara motiverade.

I alt.1 utnyttjas det nordvästra inre området för bostadsbyggande. Den direkta effekten av tillskottet av Bromma-mark blir därför att ytterligare bostäder attraheras (från sydvästra inre och östra regiondelarna). En följd effekt blir att även arbetsplatser omlokaliseras från södra till norra regiondelen.

Alt.2 innebär liksom alt.1 att nordvästra kransområdet används företrädesvis för bostadsändamål. Denna tendens förstärks av tillskottet av Bromma-mark. Bostäder omlokaliseras från i första hand det sydvästra inre området samtidigt som arbetsplatser omlokaliseras till den nordöstra inre regiondelen från övriga kransområden.

I alt.3 slutligen utnyttjas det nordvästra inre området både för bostäder och arbetsplatser. Tillskottet av Bromma-mark attraherar bostäder på kort sikt och arbetsplatser på lång sikt. Omlokaliseringarna sker till större delen inom den norra regionhalvan.

I princip kan ett marktillskott inom en viss regiondel leda till två typer av konsekvenser i MALOK:

- markeffekt: Om marktillgången i den aktuella regiondelen begränsar utbyggnadsmöjligheterna kan ett marktillskott innebära ökad bebyggelse på bekostnad av andra mindre attraktiva regiondelar.
- välfärdseffekt: Genom marktillskott minskar den genomsnittliga bruttotätheten i den aktuella regiondelen. Befintliga verksamheter får ökad tillgång på mark och detta förbättrar regiondelens attraktivitet i jämförelse med andra regiondelar.

Det visar sig att i Bromma-fallet är den s.k. välfärdseffekten helt dominerande. Vi kan också notera att de direkta lokaliseringseffekterna (i  $NV_1$ ) är små jämfört med de totala kedjeeffekter som uppkommer i andra regiondelar. Dessa regionala följd effekter sammantagna motsvarar två å tre gånger den direkta effekten.

Sammanfattningsvis kan resultaten sägas innebära:

- att tillskottet av Bromma-mark förstärker de allmänna tendenser beträffande bostädernas och arbetsplatsernas lokalisering som noterats i baslösningarna (figur 45),
- att ett väl avvägt bostadsbyggande på Bromma-marken förefaller vara den mest robusta rekommendationen på basis av MALOK-resultaten,
- att de regionala följd effekterna av Bromma-fältets exploatering (enligt MALOK-kalkylerna) är ej försumbara,
- att tillskottet av Bromma-mark påverkar den regionala balansen (nord-syd) negativt.

## 8.6 Avslutande kommentar

MALOK lokaliserar ömsesidigt beroende verksamheter med hänsyn till deras relativa kontaktbehov, önskemål om låga kontaktkostnader och låg bebyggelsetäthet samt med hänsyn till lokala och regionala balanskrav. Uppdelningen på många verksamheter och hanteringen av balanser (infrastruktur, byggnadskapital, utbud och efterfrågan på arbetskraft) leder till tämligen omfattande krav på indata. I tillämpningarna på Stockholmsregionen fanns vissa data tillgängliga från den s.k. MARKLOK-undersökningen. Andra indata genererades från inomregionala input-output-beräkningar eller specialutredningar.

Med en något grövre uppdelning på verksamheter skulle givetvis datakraven kunna reduceras. Modellen skulle då t.ex. kunna användas för att belysa samspelet mellan bostäder, service- (regional-lokal) och industrisysselsättning i Stockholmsregionens kommuner (ca. 25 områden). Alternativt skulle en reduktion av antalet verksamheter kunna utnyttjas för att studera sanerings- och omvandlingsproblematiken i regional skala.

Planeringsmålen i MALOK formulerades under TRANSLOK-arbetets inledande skede. En anpassning av MALOK:s struktur till arbetet på Regionplan 78 förbereddes men det slutliga valet föll i stället på en vidareutveckling av SALT (se avsnitt 7) för studier av alternativa regionstrukturer på lång sikt.

## 9. Detaljerad lokalisering av en verksamhet - SALOK

### 9.1 Syfte

I föregående avsnitt behandlade vi modeller för samtidig lokalisering av ett flertal verksamheter mot bakgrund av ett transportsystem med fixerad kapacitet och funktion. Den geografiska nivån var fortfarande tämligen aggregerad (10 - 20 områden).

Vi skall i detta avsnitt utgå från att både transportsystemet och arbetsplatsernas lokalisering är fixerad och koncentrera intresset på fördelningen av boende (bostadslokalisering) på detaljerad geografisk nivå. Syftet är således att studera en sektors lokalisering mot bakgrund av en i övrigt förutbestämd regionstruktur. TRANSLOK:s modell för Sektoriell ALLOKering (SALOK) har hittills huvudsakligen använts för lokalisering av boende. Modellen utvecklades ursprungligen för analys av regionala bostadsbyggnadsprogram i Göteborgsregionen. Den har senare i något modifierad form utnyttjats för skilda ändamål i Stockholmsregionen. Arbete pågår för närvarande med vidareutveckling av modellen för anpassning till planeringssituationen i Uppsala kommun.

Modeller av SALOK:s typ kan i princip även användas för att studera arbetsplatslokalisering i relation till givna transportsystem och befolkningsfördelningar. Mycket preliminära modellstudier av arbetsplatslokalisering har genomförts för Stockholmsregionen och för Södertälje kommun. I detta avsnitt skall vi dock endast behandla lokalisering av boende. Information om transportsystemets struktur och

utnyttjande samt om arbetsplatsernas lokalisering kan hämtas från övriga delmodeller i TRANSLOK:s modellsystem (se figur 37) eller från planalternativ framtagna i den normala planeringsprocessen.

## 9.2 Metodansatser

Bostadsmarknaden har företrädesvis analyserats med jämviktsorienterade ansatser. Dessa kan grovt indelas i tre klasser:

- modeller baserade på *allmän jämvikt* på bostads- och transportmarknaden. Dessa ansatser innehåller prisbildning men är p.g.a. beräkningsmässiga svårigheter hänvisade till analyser på en relativt aggregerad nivå.
- modeller baserade på *disaggregerad efterfrågan*. Användning av s.k. logit-modeller för estimering av bostads- och transportefterfrågan har varit ett expansivt forskningsområde under 1970-talet. I kombination med utbudsmodeller (bostadsproduktion) kan utvecklingen av hela bostadsmarknaden simuleras.
- modeller baserade på *aggregerade lokaliseringssamband* av typ tillgänglighet till arbete och service, hushållens värdering av olika hustyper etc. Under vissa förutsättningar kan modeller av denna typ visas uppfylla villkoren för allmän jämvikt.

Under senare tid har intresset för marknader i obalans ökat. Bostadsmarknaden är exempel på en marknad som i flertalet länder är uppdelad i mer eller mindre reglerade delmarknader. Simulering av ojämviktsförlopp på bostads- och transportmarknaden kan förväntas bli ett viktigt forskningsområde.

Den svenska bostadsplaneringen kännetecknas av de kommunala (och regionala) bostadsbyggnadsprogrammets starkt styrande roll. Man kan säga att utrymmet för hänsynstagande till övergripande välfärdsbedömningar är större i Sverige än i många andra länder, där bostadsbyggandets inriktning bestäms av utbud och efterfrågan på marknaden. Det finns därför också behov av modeller för formulering och utvärdering av bostadsbyggnadsprogram. SALOK är en (normativ) planeringsmodell som lokaliserar befolkningen (byggandet) med hänsyn till ett antal välfärds-kriterier. Även kostnader för olika typer av infrastruktur kan beaktas.

Det finns flera möjligheter att koppla samman jämviktsorienterade bostadsmarknadsmodeller med planeringsmodeller för bostadsbyggandets lokalisering. Dels kan planeringsmodellerna utformas som välfärdsteoretiska analysinstrument i strikt mening, innebärande att planeringsmålet byggs upp på basis av individuella nyttofunktioner av samma typ som ingår i jämviktsmodellerna. Dels kan planeringsmodellerna arbeta med planindikatorer som så nära som möjligt ansluter till de välfärds-komponenter som ingår i individernas nyttofunktioner i bostadsmarknadsmodellerna. Slutligen kan marknadsmodeller användas för detaljerad utvärdering av bostadsbyggnadsprogram framtagna med planeringsmodeller.

I litteraturen finns många exempel på försök att hantera de ömsesidiga beroendena mellan transportmarknad och bostads-

marknad. Ofta sker analysen genom iterationer mellan trafikmodeller och bostadsmarknadsmodeller. Det finns dock även mera ambitiösa ansatser där de ömsesidiga beroendena analyseras simultant.

### 9.3 SALOK:s struktur

SALOK utgår från en befolkningsprognos för regionen som helhet. Denna bör vara avstämmd mot totalbefolkningen i andra modeller som eventuellt används för att generera indata till SALOK (t.ex. MORSE, SALT eller MALOK).

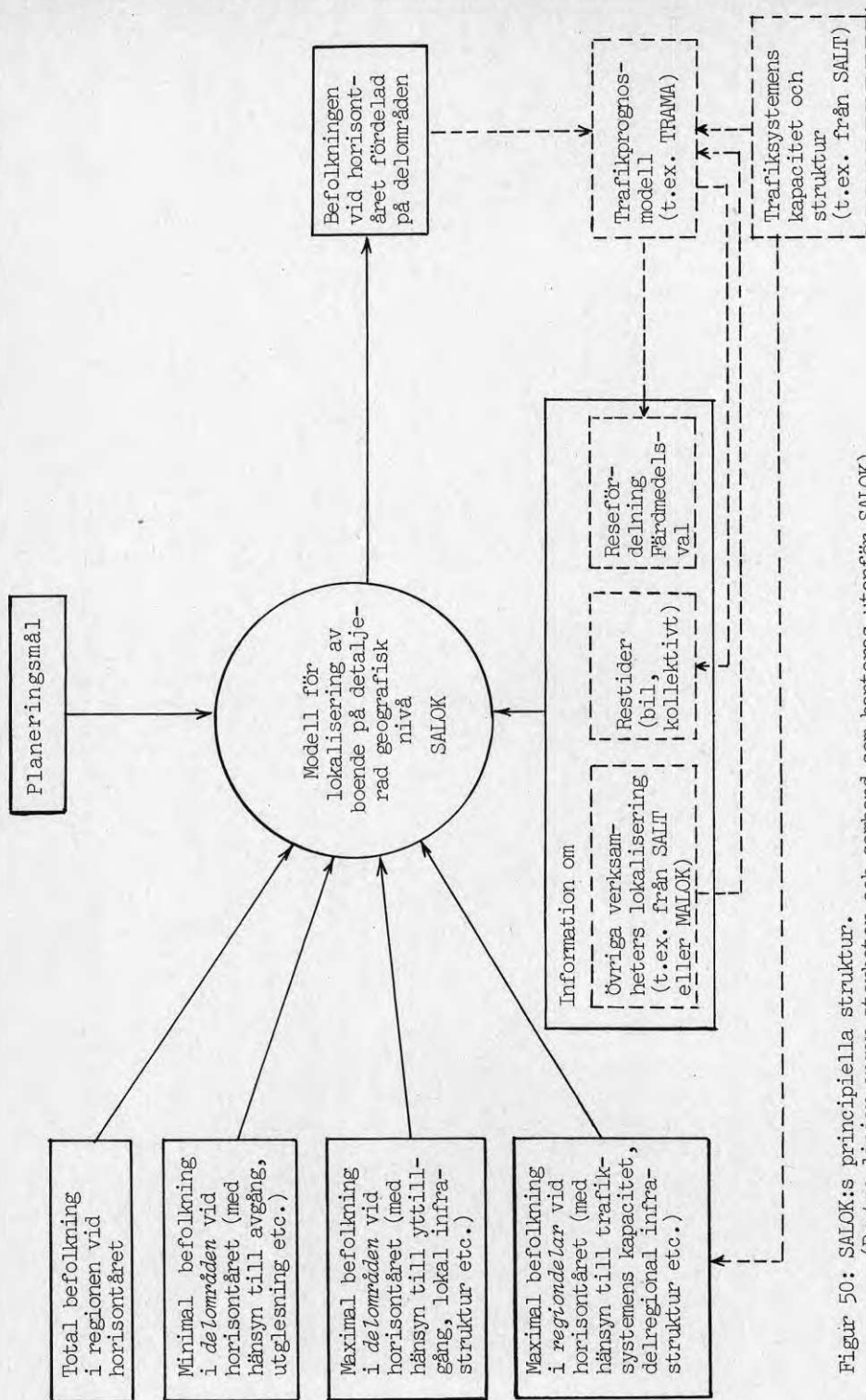
Lokaliseringen av befolkningen (bostäderna) vid planeringshorisonten skall uppfylla två sorters restriktioner:

- på *lokal* nivå skall befolkningen i varje delområde ligga mellan en undre gräns och en övre gräns. De minimala befolkningsnivåerna svarar mot förväntad användning vid horisontåret av den del av basårets bostadsstock som då återstår. För beräkning av dessa undre befolkningsgränser behövs således information om avgång (rivning, omvandling) och utglesning (bostadsefterfrågan uttryckt i boendetäthet) i varje delområde. De maximala befolkningsnivåerna svarar mot det maximala tillskott av bostäder som är möjligt under planeringsperioden i varje delområde med hänsyn till yttillgång, infrastruktur, politiska beslut etc.
- på *delregional* nivå skall befolkningsfördelningen vid horisontåret understiga en övre gräns som svarar mot kapacitetsrestriktioner i infrastrukturen. Hittills har dessa delregionala restriktioner uteslutande härlett från transportsystemen. Syftet är att undvika överbelastning av kritiska länkar i transportsystemen. För varje sådan kritisk länk har ett upptagningsområde definierats och för varje delområde inom upptagningsområdet har sannolikheten att en innevärdare utnyttjar den kritiska länken under rusningstid beräknats. Därvid utnyttjas uppgifter om förvärvsfrekvens, färdmedelsval och resefördelning.

Mot bakgrund av ovan beskrivna restriktioner beträffande totalbefolkning och dennas områdesvisa fördelning lokaliserar SALOK befolkningen till delområden på ett sådant sätt att modellens planeringsmål uppnår "bästa" värde. Varje befolkningsfördelning som uppfyller de lokala och delregionala begränsningarna betraktas av modellen som "tillåten". Bland dessa tillåtna befolkningsfördelningar väljer modellen en "bästa" efter utvärderingar med hjälp av modellens planeringsmål.

En principskiss av SALOK:s uppbyggnad finns i figur 50. Av figuren framgår också kopplingar till externa modeller. Av dessa har trafikprognosmodellen särskild betydelse för att garantera samstämmighet mellan SALOK:s förutsättningar och den resulterande befolkningsfördelningen.

För att modellbeskrivningen skall bli någorlunda fullständig fordras en precisering av modellens utvärderingsinstrument, planeringsmålen. I princip har samma grundläggande



Figur 50: SALOK:s principiella struktur. (Brutna linjer anger storheter och samband som hanteras utanför SALOK)

målkomponenter använts som tidigare redovisats i avsnitten om SALT och MALOK:

- ett *kontaktkostnadsmått*. I den ursprungliga Göteborgs-tillämpningen användes ett kontaktkostnadsmått sammansatt av medelrestid till arbete, medelrestid till service (Göteborgs centrum, närmaste delregionala centrum) samt medelrestid till regionala rekreatiomsområden (närmaste kuststräcka, närmaste större friluftsområdet i inlandet). I senare Stockholmstillämpningar har enbart tillgänglighet till arbete beaktats. Kontaktkostnaden från ett delområde har mätts som medelrestiden till de arbetsplatser som dels utgör en viss andel (t.ex. 40%) av totala antalet arbetsplatser och dels ligger närmast (i restidsmening) det betraktade delområdet. Man kan säga att detta mått mäter närheten till en arbetsmarknad av viss given storlek från varje bostadsområde. Genom att variera storleken på arbetsmarknaden kan måttet spegla olika mål alltifrån tillgänglighet till en lokal arbetsmarknad till medelrestid till hela regionens utbud av arbetsplatser.
- ett *nettotäthetsmått* som anger ett delområdes befolkning i förhållande till dess tätortsyta, dvs. totalt nyttjad mark för bebyggelse, anläggningar och mindre strövområden.

Liksom tidigare hänvisar vi till avsnitt 4 för en utförligare motivering till dessa målkomponenter. Vi har även gjort preliminära försök att inkludera kostnader för serviceförsörjning av bostadsområden. I Stockholmsfallet har hänsyn till kostnader för kollektivtrafikförsörjning utöver nuvarande kapacitet byggts in i modellen. I samarbete med Uppsala kommun pågår ett utvecklingsarbete som syftar till att inkludera flera kostnadskomponenter i modellen (t.ex. kostnader för vattenförsörjning, skolor, daghem).

#### 9.4 SALOK:s dataunderlag och användningssätt

SALOK har hittills använts för beräkningar på Göteborg, Stockholm och Uppsala uppdelade i 45-105 delområden. Modellen kräver följande typer of indata.

- för varje *delområde* vid planeringshorisonten:
  - a) lokalisering av verksamheter: arbetsplatser (Stockholm); arbetsplatser och service (Göteborg). Kan hämtas från SALT, MALOK.
  - b) minimal befolkning: beräknas med hänsyn till förändring (avgång, omvandling) av basårets bostadsstock samt förändring av boendetäthet (inv/lgh). I de senaste Stockholmstillämpningarna har även införts möjligheten att beräkna en genomsnittlig utglesningstakt utifrån pris- och inkomstdata (från MSG/MORSE) eller från information om trolig hushållsbildning.
  - c) maximal befolkning: har uppskattats med ledning av kommunala planer för framtida bostadsbyggande. I Uppsala-fallet beräknades den maximala befolkningen på basis av fem scenarier för det framtida bostadsbyggandet utarbetade på Uppsala kommuns planeringskontor.

- d) tillgänglig tätortsyta: har uppskattas med ledning av kommunala planer (Göteborg), uppgifter om existerande markanvändning (Stockholm) eller undvikits (Uppsala, där i stället för nettotäthet användes storleken av befolkningen inom viss restid).
- för varje *trafiklänk* vars kapacitet bedöms kunna bli överbelastad vid planeringshorisonten:
- e) maximal kapacitet hos trafiklänken (vid acceptabel trängselnivå). Kan hämtas från SALT.
- f) prognos över hur varje delområde belastar trafiklänken per capita. Normalt utnyttjas den kritiska länken (t.ex. en innerstadsinfart) endast av boende inom ett visst upptagningsområde. För prognoser av hur delområden belastar länken krävs uppgifter om förvärvsfrekvens, resefördelning (vid arbetsresor) och färdmedelsfördelning. Kan hämtas från TRAMA. I Uppsala-fallet ersattes trafikrestriktionerna av kapacitetsbegränsningar inom vattenförsörjning och skolor. Kapacitetsgränserna kunde höjas genom nyinvesteringar.
- för *regionen* som helhet resp. för samtliga områdespar vid planeringshorisonten:
- g) totalbefolkning i regionen. Kan baseras på MORSE, MALOK 1.
- h) restider med bil och kollektiva färdmedel mellan varje par av delområden. Kan hämtas från TRAMA.
- i) färdmedelsfördelning (kollektivtrafikandel) mellan varje par av delområden. I Göteborgs- och Stockholmsfallen har prognoser för framtida färdmedelsfördelning utnyttjats. I Uppsala-beräkningarna har en s.k. logit-modell för beräkning av färdmedelsfördelningen skattats på basis av en intervjuundersökning. En liknande ansats användes för justering av kollektivtrafikandelen i Stockholm vid förändringar i transportsystemen. Kan hämtas från TRAMA.

Vi hänvisar till avsnitt 10 för en närmare diskussion av TRAMA och alternativa trafikprognosmodeller som leverantörer av indata till SALOK.

SALOK kan användas på ett flertal sätt. Hittills har följande typer av tillämpningar utförts:

- A. Beräkningar av alternativa *lokaliseringsmönster* (befolkningsfördelning, bostadsbyggande) *på kort och lång sikt*.
- B. Anpassning av modellens parametrar så att en given plan på kort sikt reproduceras. *Känslighetsanalys* med hänsyn till förändringar i modellförutsättningarna.
- C. Anpassning av modellens parametrar så att en given plan på kort sikt reproduceras. Beräkning av lokaliseringsmönster på längre sikt med samma modellförutsättningar. Innebär ett försök att *förlänga en kortsiktig plan*.
- D. Studier av hur en "förlängd" plan för bostadsbyggande (enligt ovan) påverkas av *förändringar i transportsystemen* (nya vägar, nya eller förbättrade kollektivtrafiklinjer).

- E. Analys av långsiktiga planförslag och *långsiktigt handlingsutrymme* samt av hur kortsiktiga planer påverkar handlingsutrymmet på längre sikt.
- F. Studier av *konflikter* mellan välfärdsmål (tillgänglighet, yta) och ekonomiska mål (låga kommunala eller samhälls- lliga kostnader).

I det följande kommer vi att illustrera några av dessa användningssätt.

SALOK löses (liksom MALOK) med hjälp av s.k. icke-linjära programmeringsmetoder. Dessa söker sig från en given startlösning successivt mot allt bättre lokaliseringsmönster (mått med modellens planeringsmål). Hela tiden garanteras att modellens restriktioner är uppfyllda. SALOK har en matematisk struktur som gör att endast *en* optimal befolkningsfördelning kan förekomma. I detta avseende är MALOK på grund av de ömsesidiga beroendena mellan verksamheter mera komplicerad: flera lokala optima kan förekomma.

### 9.5 Beräkningar

Vi skall först kortfattat redovisa den ursprungliga tillämpningen i Göteborgsregionen. Därefter skall huvuddelen av avsnittet ägnas åt beräkningar på Stockholmsregionen. Uppsala-kalkylerna befinner sig fortfarande i ett mycket preliminärt skede och redovisas inte i denna rapport.

#### Göteborg

På uppdrag av Stor-Göteborgs samarbetskommitté (sedermera Göteborgsregionens kommunalförbund) utarbetades 1973 en modell för lokalisering av bostadsbyggandet i Göteborgsregionen fram till 1985. Modellen, som kan ses som den första SALOK-versionen, utvecklades med ambitionen att täcka in faktorer som i tidigare utredningar bedömts vara väsentliga för bostadsbyggandets lokalisering. Vid utvärdering av kvalitén hos utbyggnadsområden hade följande faktorer tagits upp av Stor-Göteborgs samarbetskommitté: tillgänglighet till arbetsplatser, centra, rekreationsområden, överordnat trafikledsnät, kollektiv trafikförsörjning och tekniska försörjningssystem. Vid rangordning av utbyggnadsområden tillordnades dessa sex tillgänglighetsfaktorer samma vikt. Re- missinstanserna hade motstridiga synpunkter på fördelningsprinciper för det framtida bostadsbyggandet men ansåg att fortsatt utredning av värdering av utbyggnadsområden borde ske.

Vid formuleringen av SALOK valde vi att dela upp tillgänglighet till rekreationsområden i två komponenter: en regional (närhet till stora kust- och inlandsområden) och en lokal (tillgång till närströvområden). För varje delområde (51 st) formulerades följande *regionala* kontaktkostnadsindex:

- medelrestid till samtliga arbetsplatser i regionen (restid uppfattas som vägd bil- och kollektivtrafikrestid med hänsyn till förväntad färdmedelsfördelning). Arbetsplatsfördelningen överensstämde med den som använts i trafikplanarbetet för Göteborgsregionen (som legat till grund för bl.a. restids- och vägkapacitetsdata).
- medelrestid till service i dels Göteborgs centrum (A-centrum) och dels närmaste B-centrum (totalt 11 st.)



Besöksfrekvensen antogs därvid vara 5 gånger större för B-centrum än för A-centrum.

- medelrestid till närmaste kust och större rekreationsområde i inlandet, varvid närheten till dessa gavs samma vikt.

Vidare formulerades ett *lokalt* täthetsindex som kan sägas spegla önskvärdheten av goda utrymmesegenskaper i varje delområde och därmed bl.a. god tillgång till närströvsområden. Vid beräkning av befolkningstätheten användes som mått på lokal yttillgång en uppskattning av maximal tätortsyta 1985 baserad på bostadsbyggande fram till 1990 enligt kommunala planer.

De regionala kontaktkostnadsmåtten vägdes samman med hjälp av bedömningar av resfrekvenser till arbete, service resp. rekreation. I huvudalternativet antogs följande relationer: arbetsresor 10, serviceresor 3, rekreationsresor 1. För att undersöka konsekvenserna av högre värdering av närhet till service och rekreation prövades även följande relationer: arbetsresor 4, serviceresor 4, rekreationsresor 2. Vi kallar de sammanvägda kontaktkostnadsmåtten grundade på dessa viktsystem Index 1 resp. Index 2.

Som antytts i den tidigare beskrivningen av SALOK:s struktur erbjuder modellen möjligheter att välja relativ vikt på kontaktkostnad i förhållande till täthet. Sammantaget ger således olika val av kontaktkostnadsindex och olika avvägningar mellan kontaktkostnad och täthet olika möjligheter att pröva olika värderingsprinciper vad gäller tillgänglighet till arbete, service och rekreationsområden.

Av de sex kvalitetsfaktorerna återstår att kommentera tre: tillgänglighet till vägnät och kollektivtrafik samt teknisk försörjning. Delområdenas läge i förhållande till trafiksystemen avspeglas i restidsmatriserna som ligger till grund för kontaktkostnadsmåtten. Tillgången på transporter påverkas emellertid även av eventuella framtida kapacitetsbrister. I Göteborgsfallet antogs vägnätet kunna bli begränsande. Sju strategiska snitt valdes ut och infördes i modellen som delregionala kapacitetsbegränsningar. Slutligen ansågs tillgången till tekniska försörjning beaktad i och med att maximal utbyggnad i varje delområde fram till 1985 begränsades av kommunala planer för utbyggnaden fram till 1990. Vidare innebar skattningen av tätortsyta (se ovan) att delområden med goda möjligheter till bebyggelseexpansion framstod som attraktiva.

Modellen användes för att generera regionala bostadsbyggnadsprogram svarande mot olika kombinationer av kontaktkostnadsmått (Index 1 och 2) och avvägningar mellan kontaktkostnad och täthet. Dessutom gjordes känslighetsanalyser med avseende på den totala bostadsefterfrågans utveckling och trafikkapaciteternas utnyttjande (förvärvsfrekvens, resefördelning, färdmedelsval).

Tabellerna 9 och 10 visar bostadsbyggandets fördelning på kommuner för de två kontaktkostnadsmåten och för olika avvägningar mellan kontaktkostnad och täthet. Det framgår att valet av kontaktkostnadsmått endast har betydelse för tre kommuner. Vid uppvärdering av icke-arbetsresor (index 2) sker en omfördelning från Göteborgs kommun till Kungsbacka och Lerum. Övriga kommuner berörs endast marginellt. Vi kan också konstatera att Kungälv och i mindre utsträckning Härryda är de mest robusta alternativen för bostadslokalisering: oberoende av valet av kontaktkostnadsindex och avvägningar mellan kontaktkostnad och nettotäthet får Kungälv 8-12% och Härryda 5-12% av det totala bostadstillskottet. Av tabellerna framgår också vilka kommuner som är tillgänglighetsorienterade (Göteborg, Mölndal, Partille) och vilka som endast kommer ifråga för bostadsbyggande vid mycket hög värdering av utrymme (Tjörn, Öckerö).

Figur 51 visar motsvarande resultat för Index 1 på detaljerad delområdesnivå. Vi observerar att inom en och samma kommun kan finnas delområden med helt olika tillgänglighets- och utrymmesegenskaper (jämför t.ex. områdena 43 och 46 i Ale kommun). De mest robusta delområdena finner vi i halvcentrala lägen (t.ex. områdena 7, 35, 15, 38, 27). Även inom kommuner med stabilt bostadsbyggande enligt tabell 9 finner vi delområden med skiftande grad av stabilitet: i fallet Kungälv finns både tillgänglighets- och utrymmesorienterade delområden som gör kommunen som helhet till ett robust alternativ för bostadsbyggande.

I samarbetskommitténs förslag till fördelning av bostadsbyggandet delades planeringsperioden upp i två delar. För perioden 1975-1979 skedde fördelningen med ledning av förväntad naturlig hushållsbildning samt bedömningar beträffande avgång och permanentning. För perioden 1980-1984 föreslogs att en grundproduktion fördelas enligt samma metod. Övrig produktion fördelades enligt två principer: dels i förhållande till folkmängd och dels enligt lokaliseringsmodellens kontaktkostnadsminimerande lösning. Som motivering till valet av den mest tillgänglighetsorienterade lösningen angavs att kommunernas värdering av miljön (utrymmesfaktorn) redan beaktats vid specifikation av delområdenas maximala befolkningstal. I samarbetskommitténs rapport redovisades även vilka utbyggnadsområden som uppvisade stabilt bostadsbyggande oberoende av tillgänglighets- och utrymmesvärdering.

### Stockholm

Under 1979 skedde en anpassning av SALOK till Stockholmsregionens planeringssituation på uppdrag av Trafikkontoret, Stockholms läns landsting. Trafikkontoret hade för sina regiondelsutredningar (nordost-sektorn, sydväst-sektorn) behov av information om markanvändningens utveckling efter 1990, som är tidshorisonten för gällande regionplan. Man ville också ha underlag för bedömning av samband mellan trafiksystemens utformning och bebyggelsens lokalisering.

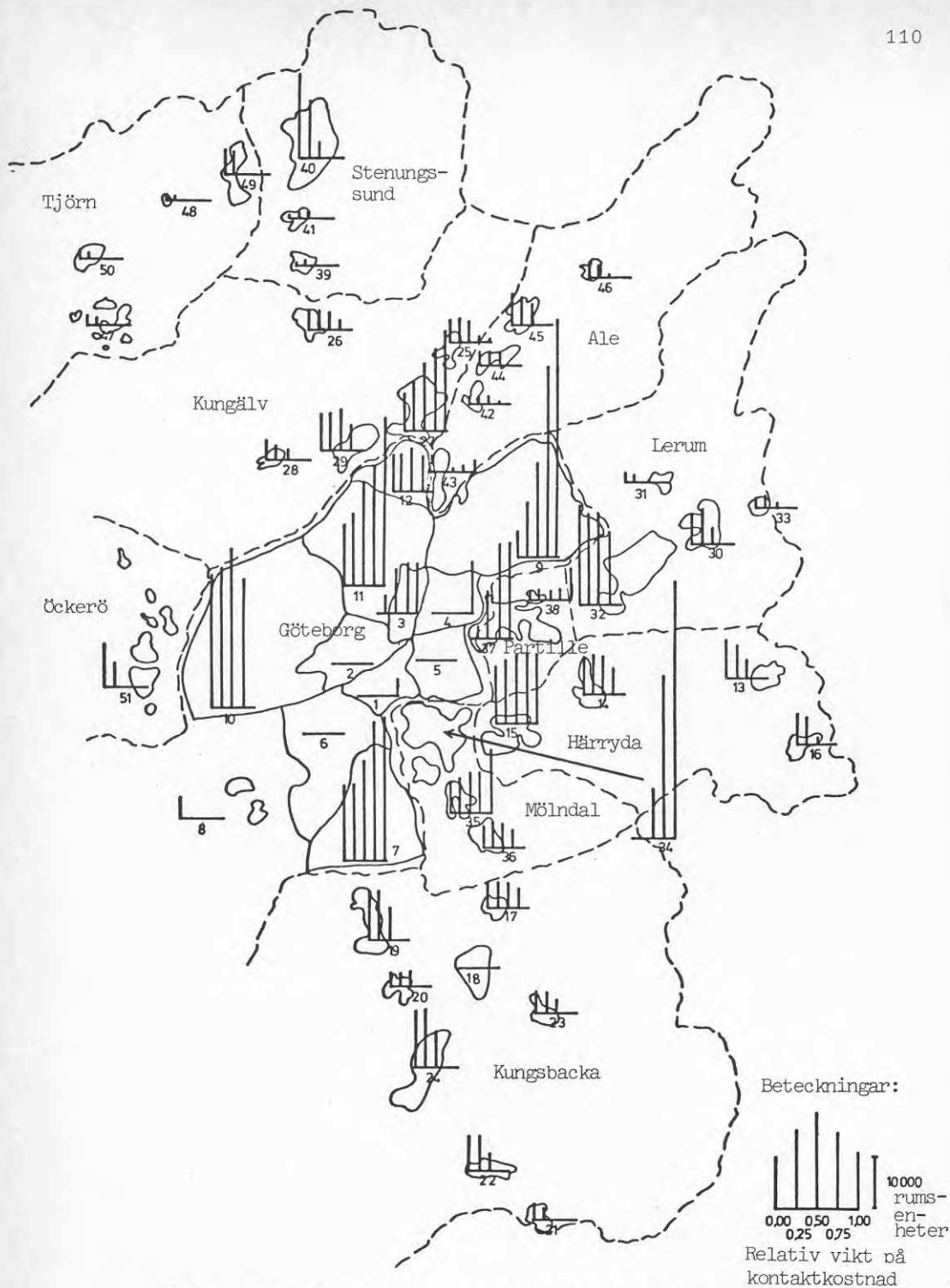
Under 1980 påbörjades forskningsprojektet "Regionplanering och framtida energisystem" vid Regionplanekontoret, Stock-

Vikt på kontaktkostnad	1.0	0.75	0.5	0.25	0
Vikt på nettotäthet	0	0.25	0.5	0.75	1.0
Kommun	Procent (%)				
Göteborg	51.64	51.27	42.23	30.91	27.58
Ale	0.75	0.36	3.19	4.50	4.96
Härryda	5.36	7.55	9.93	12.15	12.27
Kungsbacka	-	1.34	10.30	16.17	16.66
Kungälv	7.76	9.18	11.85	10.44	9.81
Lerum	-	5.19	8.25	9.73	10.15
Mölnadal	24.68	16.96	8.51	4.32	3.82
Partille	9.80	8.15	4.18	1.45	0.37
Stenungsund	-	-	1.51	5.02	6.88
Tjörn	-	-	0.05	3.27	3.97
Öckerö	-	-	-	2.04	3.53
Göteborgsregionen	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabell 9: Fördelning av bostadsbyggande 1973-1985 enligt SALOK Index 1.  
Olika avvägning mellan kontaktkostnad och nettotäthet.

Vikt på kontaktkostnad	1.0	0.75	0.5	0.25	0
Vikt på nettotäthet	0	0.25	0.5	0.75	1.0
Kommun	Procent (%)				
Göteborg	44.56	45.27	36.37	29.24	27.59
Ale	0.75	0.12	2.41	4.32	4.96
Härryda	5.36	7.12	9.31	11.90	12.26
Kungsbacka	4.32	3.25	13.35	16.40	16.66
Lungälv	7.78	11.82	11.91	10.36	9.81
Lerum	2.75	6.61	8.39	9.79	10.15
Mölnadal	24.68	17.33	7.74	4.28	3.82
Partille	9.80	8.14	3.94	1.39	0.37
Stenungsund	-	0.34	5.14	6.17	6.88
Tjörn	-	-	0.94	3.94	3.97
Öckerö	-	-	-	2.21	3.53
Göteborgsregionen	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabell 10: Fördelning av bostadsbyggande 1973-1985 enligt SALOK Index 2.  
Olika avvägningar mellan kontaktkostnad och nettotäthet.



Figur 51: Fördelning av bostadsbyggande 1973-1985 på kommunelar enligt SALOK Index 1. Olika avvägningar mellan kontaktkostnad och nettotäthet.

holms läns landsting. I det modellsystem som utarbetades inom projektet har SALOK uppgiften att lokalisera bostadsbyggande på detaljerad geografisk nivå som underlag för beräkning av energitätheter, som i sin tur ligger till grund för energiplanering (tillförselsystem, energisparande). För detta ändamål har SALOK-beräkningar utförts på Stockholms län indelat i 105 områden (kommundelar).

Vi skall redovisa följande typer av beräkningar utförda för Stockholmsregionen:

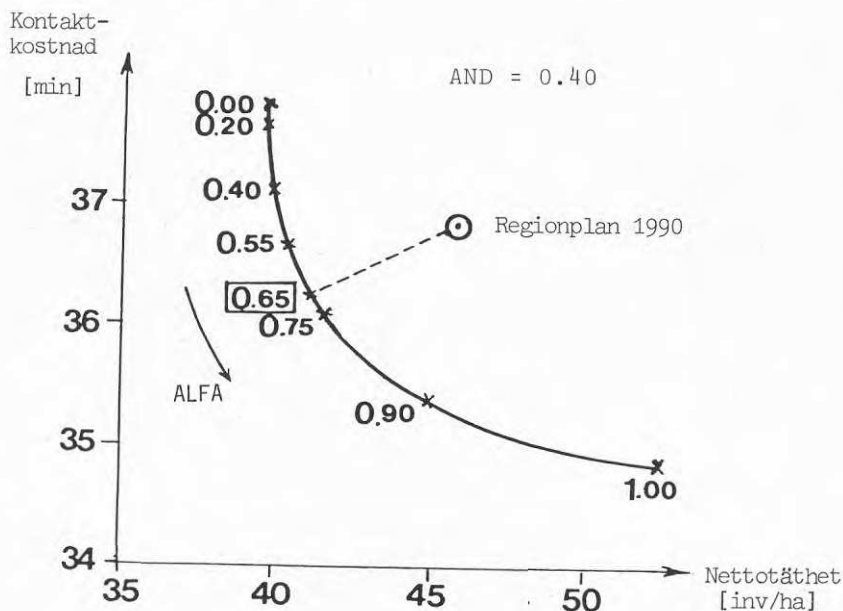
- känslighetsanalys av regionplanens befolkningsfördelning 1990 med hänsyn till variationer i planeringsförutsättningarna,
- långsiktiga befolkningsfördelningar (fram till 2025) i princip baserade på ett fullföljande av intentionerna bakom regionplanen,
- inverkan på långsiktiga befolkningsfördelningar av förändringar i transportsystemens struktur.

Gemensamt för dessa beräkningar är att de bygger på en kalibreringsprocedur. Denna innebär att SALOK:s "värdeparametrar" väljs på ett sådant sätt att modellen, med regionplanens beräkningsförutsättningar, reproducerar regionplanens befolkningsfördelning 1990. Vi söker således "bygga in" regionplanens värderingar i modellen. De kalibrerade värdeparametrarna ligger sedan till grund för kalkyler av långsiktiga befolkningsfördelningar och kan således sägas representera ett fullföljande av intentionerna bakom regionplanen.

De värdeparametrar som kalibreras är av tre slag:

- innebörden i kontaktkostnads måttet. Som tidigare nämnts har i Stockholms-tillämpningarna enbart tillgänglighet till arbetsplatser beaktats. Detta är i linje med regionplanekontorets egen utvärdering av senaste regionplanen, där stor vikt läggs vid tillgång till arbetsplatser (lokalt, regionalt) och reslängder vid arbetspendling. Kontaktkostnaden uttrycks som *medelrestiden från bostadsområde i till en omgivande arbetsmarknad av viss storlek* (uttryckt som andel,  $AND_i$ , av regionens totala arbetsmarknad). Vid kalibreringen väljs för varje bostadsområde storleken ( $AND_i$ ) på den omgivande arbetsmarknad som ligger till grund för beräkning av kontaktkostnaden.
- avvägning mellan kontaktkostnad och nettotäthet i regionen som helhet (ALFA).
- värdering av nettotäthet i regionens olika delområden. Beroende på faktorer som ligger utanför modellen kan två bostadsområden med samma lägesegenskaper (medelrestid) värderas olika och därmed motivera skilda nettotätheter. Exempel på sådana yttre faktorer är historisk bebyggelseutveckling, serviceförsörjning, miljöfaktorer (exkl. yttillgång) och ytkrävande industrier eller trafiksystem. Vid kalibreringen justeras värderingen av nettotäthet ( $V_i$ ) för varje kommunal.

Kalibreringen sker i tre steg. Först kontrolleras att regionplanens befolkningsfördelning är förenlig med de lokala och delregionala restriktioner som formulerats för regionplanens horisontår. Därefter justeras arbetsmarknadsstorlek ( $AND_i$ ) och avvägning mellan kontaktkostnad och nettotäthet (ALFA) så att god anpassning mellan modellens och regionplanens befolkningsfördelning erhålles på kommunnivå. En enhetlig arbetsmarknadsstorlek används för samtliga bostadsområden (dvs.  $AND_i = AND$ , oberoende av  $i$ ). Vid variation av ALFA för varje givet värde på  $AND$  erhålles effektivitetsdiagram av samma typ som diskuterats i avsnitt 7 och 8, se figur 52. Vi vill välja "diagram" ( $AND$ -värde) och "regionstruktur" (ALFA-värde) som gör att den valda (Pareto-effektiva) regionstrukturen liknar regionplanen. Eventuellt behöver  $AND$ -värdena i mycket perifert belägna kommuner sänkas i förhållande till samtliga övriga kommuner för att rimlig överensstämmelse mellan modellresultat och regionplan skall uppnås. Slutligen finjusteras värderingen av nettotäthet ( $V_i$ ) så att modellen fullständigt reproducerar regionplanens befolkningsfördelning för 1990 (med regionplanens arbetsplatslokalisering och trafiksystem). Finjusteringen innebär en högre tolerans för täthet i vissa områden av centrumkaraktär medan motsatsen främst gäller för vissa glesbygdsområden.



Figur 52: Effektivitetsdiagram svarande mot givet värde på  $AND$  (här 0.40). Vid kalibreringen väljs ALFA-värde genom jämförelse mellan regionstrukturer på effektivitetskurvan och regionplanen (här valdes 0.65).

Känslighetsanalys av regionplanen: Vi utgår ifrån avslutad kalibrering enligt ovan. Detta innebär att SALOK med kalibrerade värdeparametrar och regionplanens förutsättningar exakt reproducerar regionplanens befolkningsfördelning 1990. Vi vill nu studera hur förändrade beräkningsförutsättningar påverkar befolkningsfördelningen. Basåret för samtliga beräkningar är 1975.

Figur 53-55 visar tre exempel på känslighetsanalyser. I figur 53 visas effekten av ett antagande om lägre kapacitet i kollektivtrafiksystemen. Vid kalibreringen har antagits maximal trafikeringsnivå på 13 kollektivtrafikinfarter till innerstaden, medan figur 53 visar effekterna av lägre kapaciteter motsvarande nuvarande trafikeringsnivå. Vi finner att kapacitetsminskningen begränsar befolkningsutvecklingen i nordvästra och sydvästra förorter. Befolkningen omalloceras till yttre kommundelar i väst och öst. Nordostsektorns befolkningsutveckling begränsas av tillgänglig vägkapacitet.

Figur 54 visar effekten av en övergång från bilrestider till kollektivrestider vid beräkning av kontaktkostnadsmåttet. Kalibreringen byggde på en sammanvägning av bil- och kollektivrestider med hjälp av prognosticerat färdmedelsval. Vi observerar att bostadsområden som har relativa lägesfördelar ur kollektivtrafiksypunkt finns nordväst, sydväst och öster om innerstaden.

Slutligen visar figur 55 hur en ändring av vikten på kontaktkostnad (relativt nettotäthet) från 0.55 till 0.75 påverkar befolkningsfördelningen 1990. Det kalibrerade ALFA-värdet var 0.65. Av figur 55 framgår att kommundelar med tillgänglighetsfördelar (relativt yttillgång) finns i trafikkorridorerna närmast innerstaden med viss tonvikt på nordväst och sydväst.

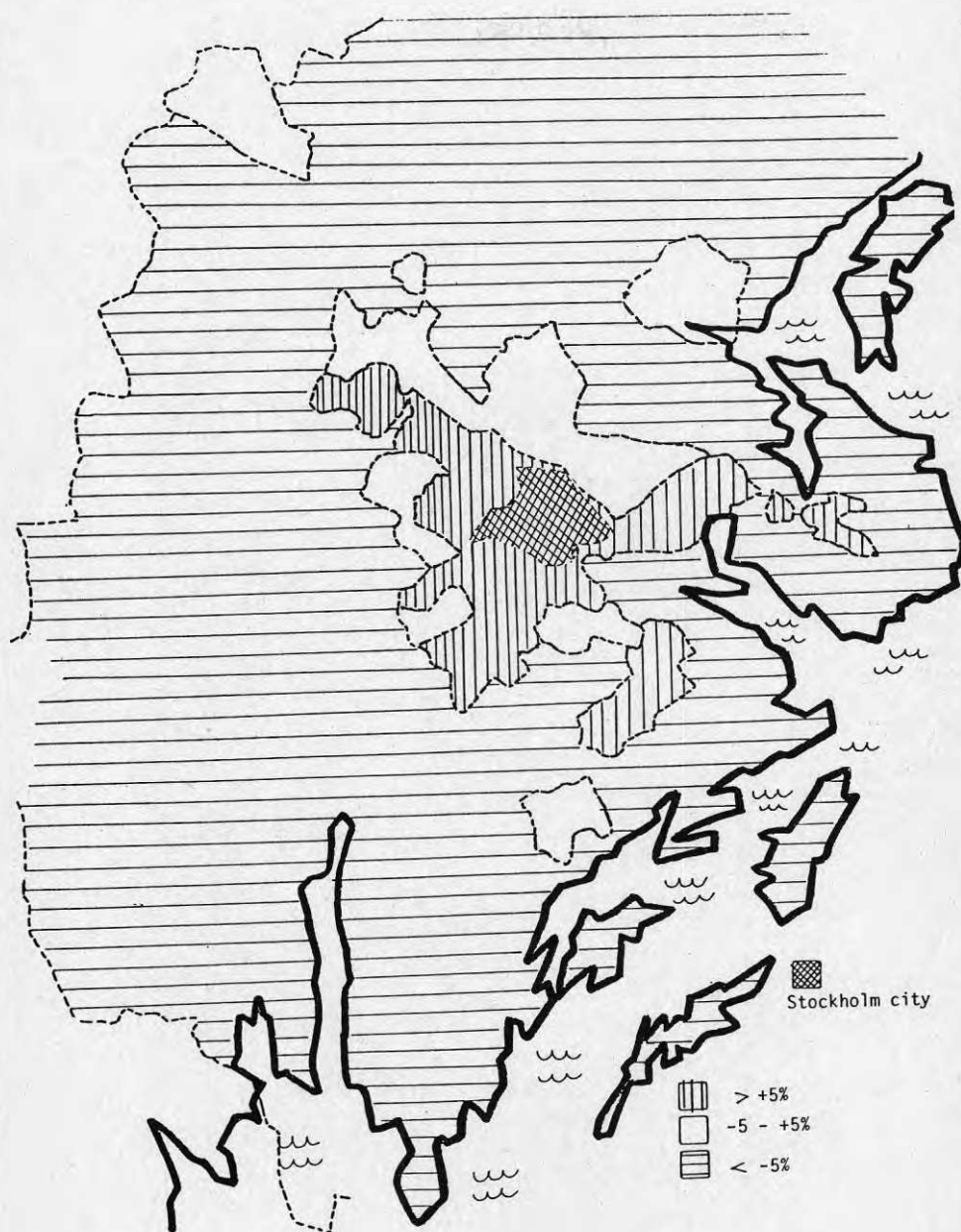
En rad andra känslighetsanalyser avseende totalbefolkning, arbetsplatsernas lokalisering, utglesningstakt och arbetsmarknadsstorlek har också utförts. Vidare har preliminära kalkyler gjorts där kostnaden för kollektivtrafikförsörjning utöver basårets nivå beaktats. Resultaten visar att hänsyn till kollektivtrafikkostnaden tenderar att förskjuta befolkningen mot innerstaden samt inre förortskommuner norr om innerstaden.

Långsiktiga befolkningsfördelningar: SALOK har använts för att beräkna alternativa utvecklingar av befolkningsfördelningen i Stockholmregionen på lång sikt. Som "referensalternativ" har därvid de kalibrerade värdeparametrarna samt regionplanens arbetsplatslokalisering och trafiksystem använts. Vi har således antagit att de principer som (enligt modellen) legat bakom regionplanen är stabila över en längre tidsperiod. Detta kan tyckas vara en godtycklig förutsättning. Vissa kalkyler tyder t.ex. på att långsiktiga regionstrukturer framtagna av regionplanekontoret inom projektet "Regionplanering och framtida energisystem" är betydligt mera kompakta (har högre ALFA) än vad som kalibrerats på gällande regionplan. Det finns därför anledning att göra samma typ av känslighetsanalyser för den långsiktiga befolkningsutvecklingen som ovan redovisats för 1990.

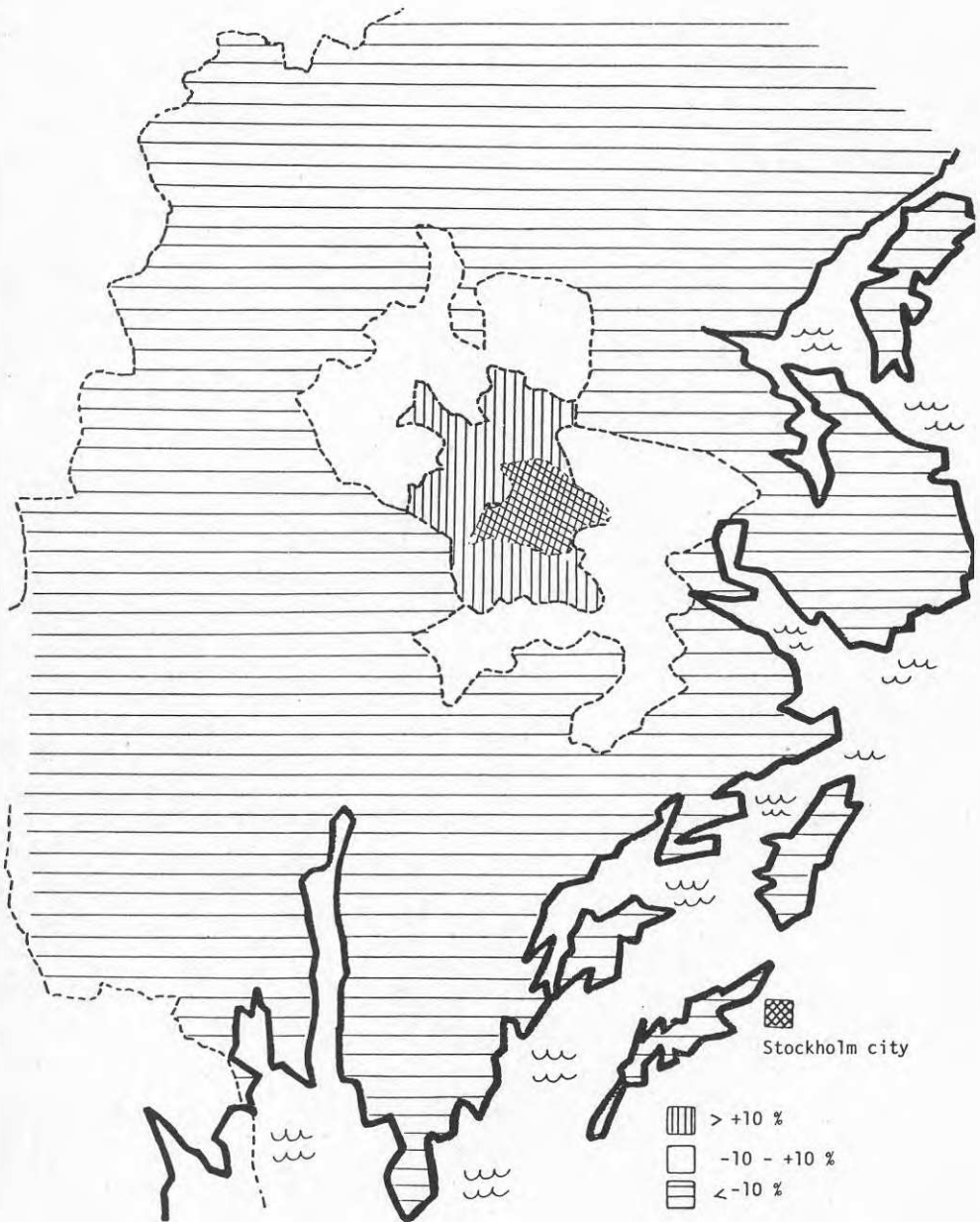


Figur 53: Befolkningsförändringar 1990 orsakade av reducerad kapacitet i kollektivtrafiksystemen: Övergång från potentiellt möjlig trafikering till basårets trafikering.





Figur 54: Befolkningsförändringar 1990 orsakade av en övergång från rena bilrestider till rena kollektivrestider vid beräkning av kontaktkostnad.



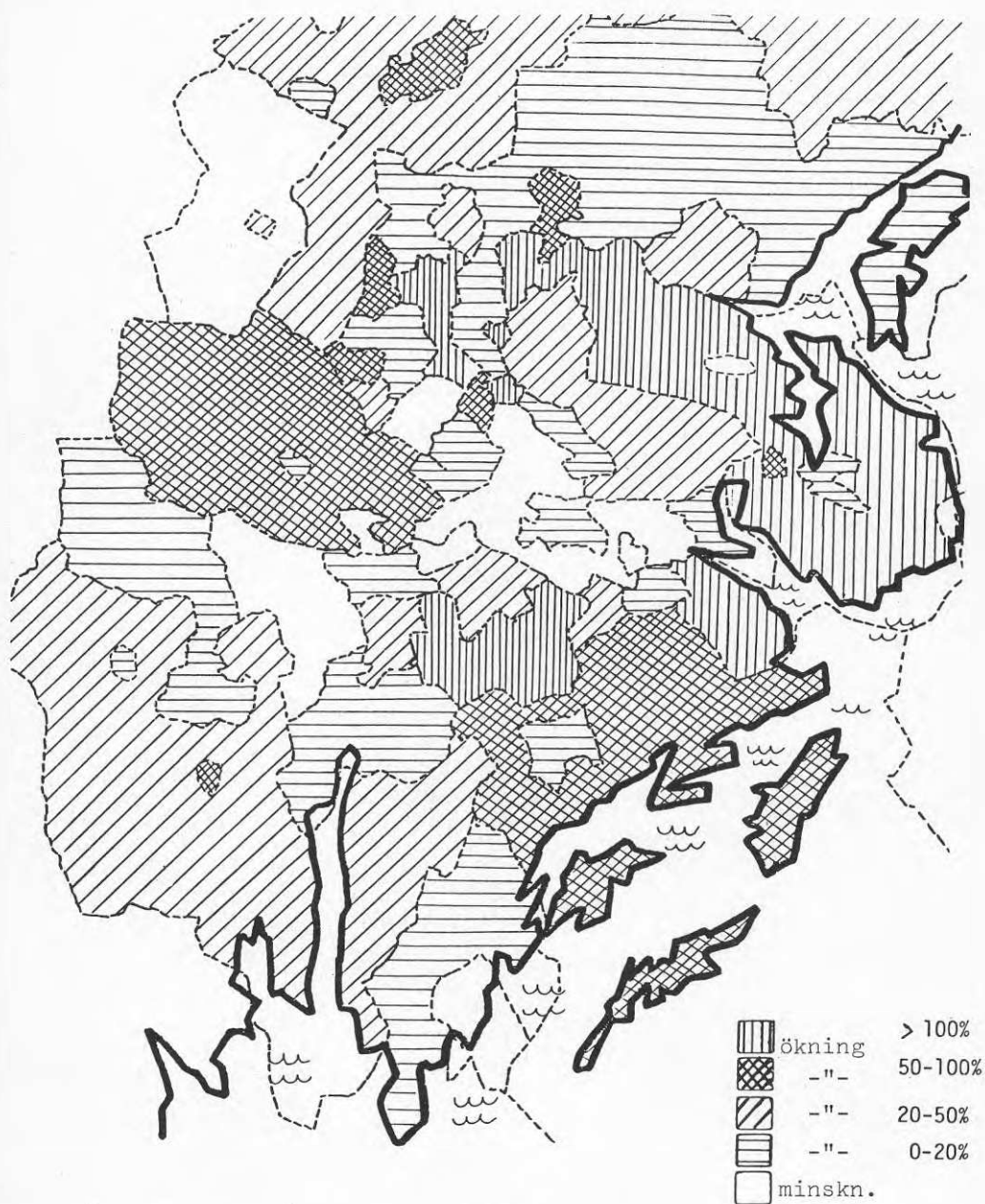
Figur 55: Befolkningsförändringar 1990 orsakade av en övergång från vikten 0.55 på kontaktkostnad (relativt nettotäthet) till 0.75.

Figur 56 visar befolkningsutvecklingen mellan 1975 och 2020 enligt referensalternativet på detaljerad geografisk nivå (105 kommundelar). Vi observerar att den snabbaste befolkningsökningen inträffar i halvcentrala områden med goda läges- och ytgenskaper medan centrala (saknar yta) och periferia (saknar tillgänglighet) områden uppvisar långsam eller t.o.m. negativ befolkningsutveckling.

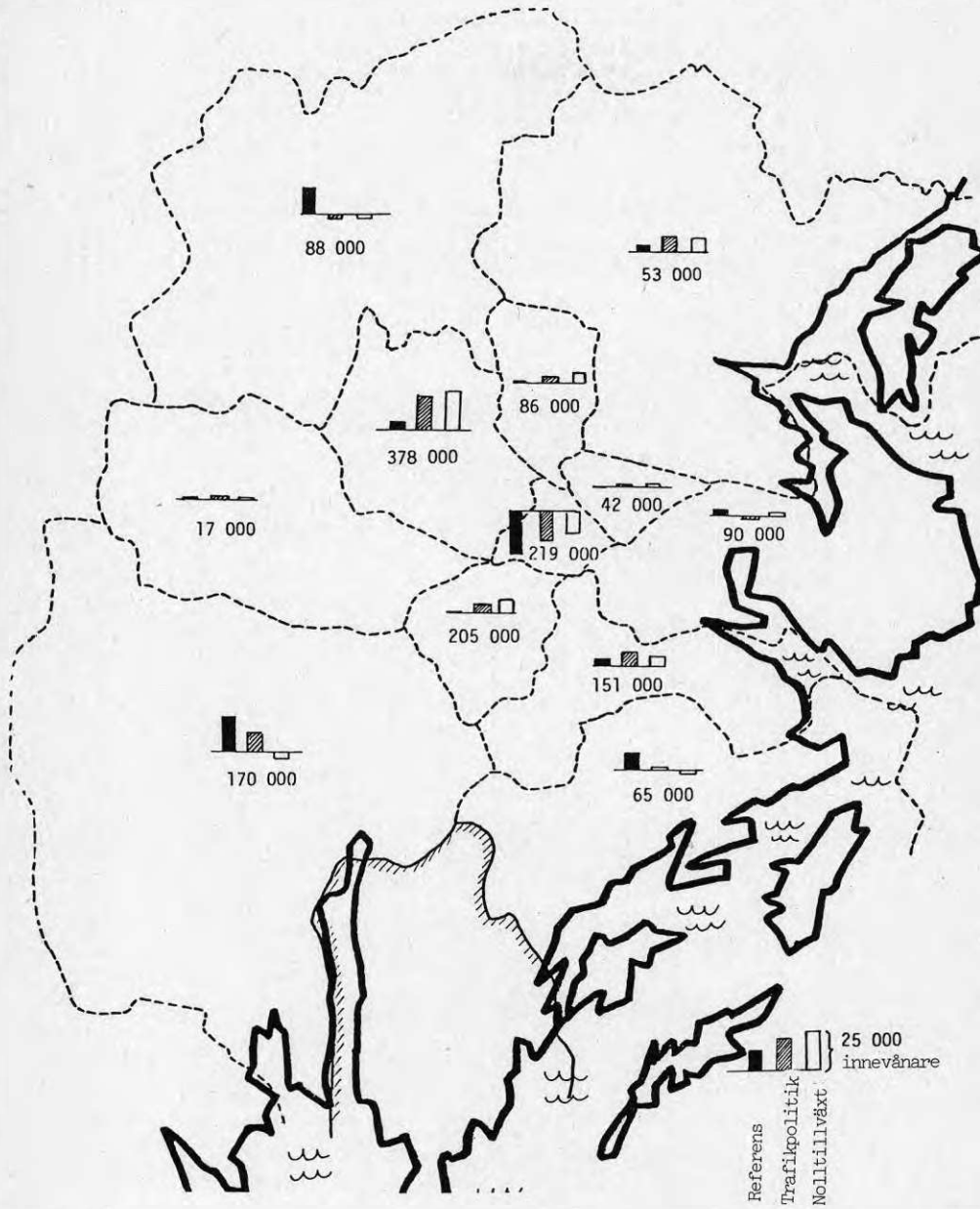
På basis av den detaljerade befolkningsutvecklingen kan nödvändigt bostadsbyggande (inkl. ersättning för avgång av bostäder) beräknas. Befolkningsutvecklingen enligt figur 56 svarar mot en bostadsproduktion i Stockholms län 1975-2020 på 9100 lägenheter per år. Regionens totalbefolkning förutsätts öka från 1.494 miljoner 1975 till 1.785 miljoner år 2020 (0.4% per år). Uppgifter om antalet gamla (byggda före 1975) och nya bostäder fördelade på småhus och flerfamiljshus har vidare i SALOK utnyttjats för att beräkna energianvändning och energitäthet i regionens delområden på lång sikt. Olika antaganden om bostadsefterfrågan, bostadsbyggandets inriktning och energisparande ger upphov till skilda konsekvenser i form av energitätheter som i sin tur är viktiga utgångspunkter för den regionala och kommunala energiplaneringen.

Ytterligare en tillämpning av SALOK för generering av befolkningsfördelningar bortom regionplanens tidshorisont skall redovisas. Beräkningarna gjordes i samband med en utredning av bilismens miljöeffekter i Stockholmsregionen. Som underlag för långsiktiga prognoser över resandet fanns behov av markanvändningsscenarioer för år 2005. Tre alternativ utarbetades med hjälp av SALOK efter kalibrering på regionplanen 1990. I referensalternativet antogs en fortsatt trend mot glesare regionstrukturer (minskande ALFA). Det andra alternativet baserades på ökad kollektivtrafikandel p.g.a. trafikpolitiska åtgärder i innerstaden och uppstoppad tendens till utspridning (oförändrat ALFA). Det tredje alternativet utgick från antaganden om låg bostadsefterfrågan, hög kollektivtrafikandel och kompaktare regionstruktur (ökande ALFA) svarande mot svag ekonomisk utveckling. Figur 57 visar den av SALOK genererade befolkningsutvecklingen mellan 1990 och 2005 i de tre fallen. Uppenbarligen ger modellförutsättningarna upphov till vitt skilda regionstrukturer. Åter noterar vi att vissa halvcentrala lägen förefaller robusta vad avser den långsiktiga befolkningsutvecklingen. Ytorienterade och tillgänglighetsorienterade regiondelar uppvisar befolkningstal som i betydligt större utsträckning är beroende av scenarioförutsättningarna. De tre befolkningsfördelningarna år 2005 utgör exempel på långsiktiga regionstrukturer som regionplanen håller öppet för.

Trafiksystem och markanvändning: Som redan tidigare nämnts gjordes de första SALOK-tillämpningarna i Stockholmsregionen med syfte att studera samband mellan trafiksystem och befolkningsfördelning inom ramen för trafikkontorets regiondelsutredningar. Ett antal alternativa trafiksystem för nordostsektorn och sydvästsektorn skulle utvärderas med hänsyn till deras effekter på markanvändning och resande på lång sikt. SALOK utnyttjades på följande sätt. För var och en av regiondelsstudierna utformades områdesindelningar



Figur 56: Befolkningsutveckling 1975-2020 enligt SALOK:s referensalternativ innebärande i princip ett fullföljande av intentionerna bakom gällande regionplan.



Figur 57: Förändring i befolkning mellan 1990 och 2005 enligt tre scenarier. För varje regiondel anges 1990 års befolkningsnivå.

som var detaljerade i den aktuella regiondelen (nordost, sydväst) men som var översiktliga i resten av regionen. SALOK kalibrerades på regionplanens befolkningsfördelning 1990. För år 2005 beräknades därefter befolkningsutvecklingen enligt ett referensalternativ. Slutligen varierades trafiksystemen år 2005 och förändringarna i befolkningsfördelningen beräknades med SALOK. Trafiksystemens utformning påverkade restiderna mellan delområden och (via en färdmedelsvalsmodell) fördelningen på bil- och kollektivtrafik. De beräknade markanvändningseffekterna skall inte ses som prognoser. I stället skall de betraktas som befolkningsförskjutningar som så långt möjligt anpassats till intentionerna bakom gällande regionplan. I den mån SALOK fångar dessa intentioner producerar modellen sådana markanvändningskonsekvenser som står i samklang med de värderingar som kan sägas ligga bakom regionplanens befolkningsfördelning.

I nordostsektorn studerades effekterna av fyra trafiksystem:

- T-bana till Täby, Österskärsgrenen av Roslagsbanan bevarad, kompletterande busstrafik (referensalternativ, alt.1).
- T-bana till Arninge, kompletterande busstrafik (alt.2).
- T-bana till Åkersberga, kompletterande busstrafik (alt.3).
- T-bana till Täby, bussförsörjning i övrigt (alt.4).

De fyra kommunerna Danderyd, Täby, Vallentuna och Vaxholm specialstuderades. Befolkningsnivån i Danderyd visade sig helt oberoende av de undersökta trafiksystemen. Tabell 11 redovisar folkmängdseffekter år 2005 av trafikalternativ 2, 3 och 4 jämfört med referensalternativets befolkningsnivå för övriga tre kommuner. Vi finner att alt.2 ger upphov till en jämn ökning av attraktiviteten i Täby och Vaxholm. Alt.3 och alt.4 leder till markerade lägesförändringar för Vaxholm. Det är uppenbart att de olika kommunernas attraktivitet ej påverkas likformigt av de studerade trafiksystemen.

Kommun	Referensalternativets befolkningsnivå 2005	Skillnad i befolkning 2005 jämfört med referensalternativet		
		Alt.2	Alt.3	Alt.4
Täby	52.1 - 54.1	+1.3 - +1.5	+0.5 - +1.3	-0.6 - +0.3
Vaxholm	33.0 - 41.7	+1.4 - +1.7	+1.9 - +3.4	+0.9 - +1.9
Vallentuna	18.1 - 20.6	0 - -0.6	0 - -1.6	0 - -0.8

Tabell 11: Folkmängdseffekter (1000-tal) av olika trafiksystem. Skillnader jämfört med referensalternativets befolkningsnivå 2005 för tre olika uppskattningar av tätortsyta.

De angivna intervallen i tabell 11 hänför sig till tre skilda uppskattningar av tätortsyta år 2005. Alternativ 2 ger upphov till de mest stabila folkmängdseffekterna med hänsyn till variationer i tätortsytan. Vid Trafikkontorets utvärdering av resultaten fästes stor vikt vid analys av befolk-

ningsutvecklingens stabilitet på lokal nivå med hänsyn till osäkerheten om valet av trafiksystem. Det visade sig att i 27 av 34 kommundelar var tendensen i befolkningsutvecklingen 1990-2005 oberoende av valet av trafiksystem. Dessa områden uppvisar således en betydande robusthet mot osäkerhet beträffande trafiksystemens utformning.

I sydvästsektorn studerades fyra nätalternativ som vardera innebar både vägförbättringar och utbyggnad av bannäten (pendeltåg, tunnelbana). Två av alternativen berörde utökad pendeltågstrafik och radiella vägutbyggnader, medan de övriga innehöll kombinationer av tunnelbaneutbyggnader och tvärleder över Mälarsnittet. SALOK kalibrerades på regionplanen 1990 och dess trafiknät. Separata kalibreringar gjordes för två hypoteser om principerna bakom regionplanen:

- restider enbart baserade på kollektivtrafiksystemen; kombinerades med en arbetsplatslokalisering efter 1990 som utjämnar arbetsplatstillgång mellan regiondelar (kollektivtrafik/självförsörjning, K/S).
- sammanvägda bil- och kollektivrestider; kombinerades med en arbetsplatsfördelning efter 1990 som utvecklas enligt bedömningar i Länsprogram 80 för perioden 1975-1990 (blandad trafik/trend, B/T).

För perioden 1990-2005 beräknades befolkningsutvecklingen på basis av bl.a. ovanstående två lokaliseringsprinciper och fem alternativa utformningar av trafiksystemen (bannät + fyra utbyggnadsalternativ). Figur 58 illustrerar resultatet på kommunnivå för två av utbyggnadsalternativen. Effekterna av de två transportförbättringarna jämförs med befolkningsnivåer enligt ett referensalternativ baserat på 1990 års trafiknät. Vi noterar att större befolkningseffekter endast inträffar i fyra fall: Södertäljes attraktivitet ökar i alt.1, särskilt vid kalkyler baserade på kollektivrestider och decentraliserad arbetsplatsfördelning. Botkyrkas och Huddinges attraktivitet ökar i alt.2, dock enbart vid användning av sammanvägda restider/trendmässig arbetsplatslokalisering. Med tanke på trafiksystemens utformning är dessa konsekvenser rimliga. Vid bedömning av resultaten måste dock hänsyn tas till svårigheten att behandla Södertälje som en endast partiellt integrerad del av Stockholmsregionen. Sannolikt överskattar SALOK effekterna av transportförbättringar på Södertäljes attraktivitet.

### Uppsala

Under det senaste året har en modell av SALOK-typ konstruerats i samarbete med Uppsala kommuns planeringskontor. Stor vikt har lagts vid hänsyn till ekonomiska aspekter på kommunens översiktliga utveckling. Hittills har samband mellan bebyggelsens struktur och investeringsbehov för vattenförsörjning och skolor beaktats. Detta sker genom att efterfrågan på servicekapacitet (som beror på bostadsbyggandets lokalisering) inom specificerade upptagningsområden inte tilläts överstiga utbudet på servicekapacitet. Utbudet kan ökas genom investeringar. Kostnaderna för investeringar i infrastruktur vägs i modellen mot önskemål om

Transportförbättringar:

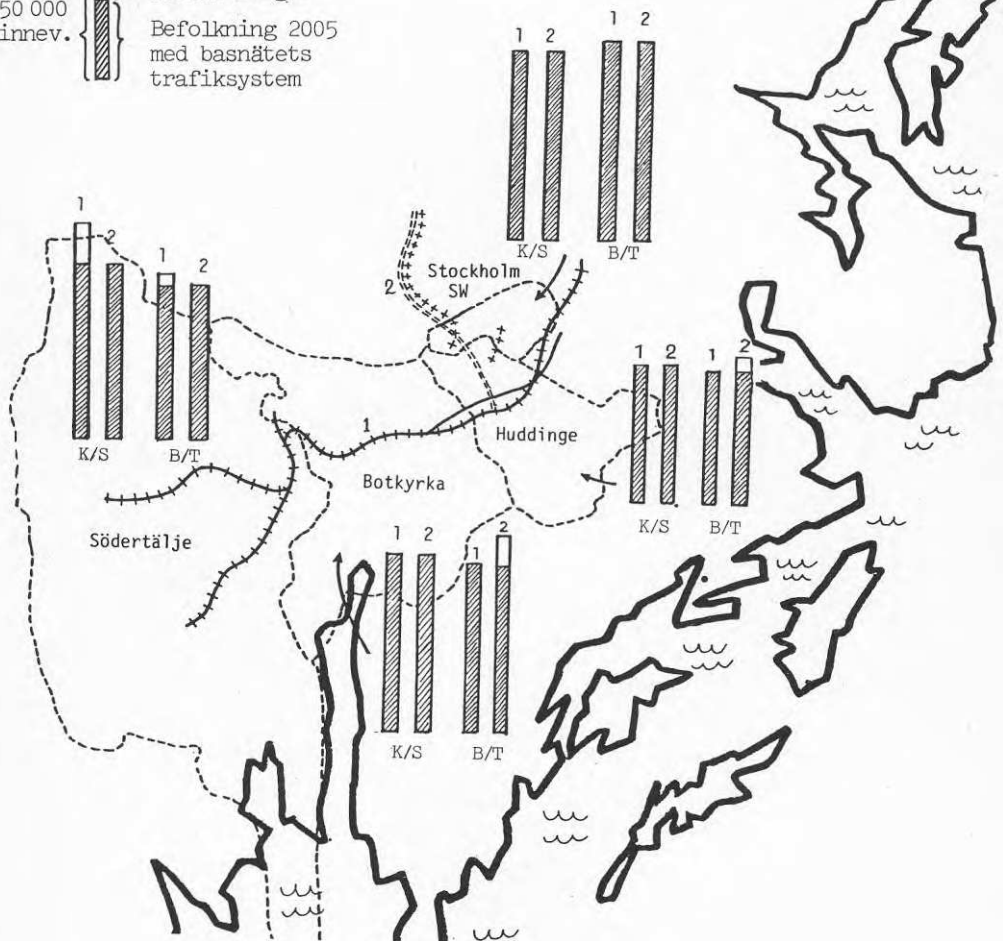
Alt.1 {  
 i kollektivtrafiken + + + + + + + +  
 i vägar \_\_\_\_\_

Alt.2 {  
 i kollektivtrafiken + + + + + + + +  
 i vägar = = = = = = = =

50 000  
 innev. {

Effekt av transport-  
 förbättringar

Befolkning 2005  
 med basnätets  
 trafiksystem



Figur 58: Befolkningseffekter år 2005 av två alternativ för utbyggnad av trafiksystemen (alt.1 och 2) och vid två olika lokaliseringsprinciper (K/S resp. B/T) i förhållande till befolkning enligt referensalternativet.



närhet till arbete och service samt önskemål om småskaliga boendemiljöer.

Preliminära resultat tyder på att målkonflikter föreligger mellan bebyggelsestrukturer som minimerar kostnader för vattenförsörjning resp. skolförsörjning. Vidare skiljer sig dessa i sin tur från bebyggelsestrukturer som är effektiva (icke-dominerade) med hänsyn till tillgänglighet och småskalighet. Vi planerar att införa flera infrastrukturkomponenter i modellen samt att undersöka effekterna av organisatoriska förändringar (t.ex. ändrade upptagningsområden för skolor och daghem).

#### 9.6 Avslutande kommentar

Det ökade intresset under 70-talet för kompletteringsbyggnad, utnyttjande av befintlig servicekapacitet samt underlag för olika energisystem har medfört krav på detaljerad analys av bostadsbyggandet. SALOK passar väl in i detta sammanhang. Genom sin begränsning till att enbart behandla bostadsbyggande (+ ev. följdinvesteringar) kan SALOK utan problem klara av ett 100-tal delområden. SALOK:s datakrav är tämligen modesta. Vi har givit exempel på ett antal modellvarianter och kalkyler i tre olika regioner. SALOK:s detaljupbyggnad har anpassats till planeringssituationen i resp. region. Vi har således utnyttjat den flexibilitet som finns inom ramen för SALOK:s allmänna struktur (se figur 50).

I vår fortsatta forskning planerar vi att undersöka om SALOK mera direkt kan utnyttjas för att generera energisnåla bebyggelsestrukturer. Olika sätt att åstadkomma kopplingar till energiefterfrågan och energitillförsel är tänkbara:

- SALOK:s målkomponenter kan eventuellt direkt uttryckas i energitermer genom att utnyttja genvägar för beskrivning av energiåtgång för transporter och uppvärmning.
- enkla delmodeller för resebeteende och bostadsefterfrågan kan byggas in i SALOK för att underlätta beräkningar av energiåtgång.
- SALOK kan kopplas samman med externa modeller för transportmarknad, bostadsmarknad och energiförsörjning.

Vi avser att pröva dessa framgångssätt inom den närmaste tiden.

## 10. Användning av trafiksystemen - TRAMA

### 10.1 Syfte

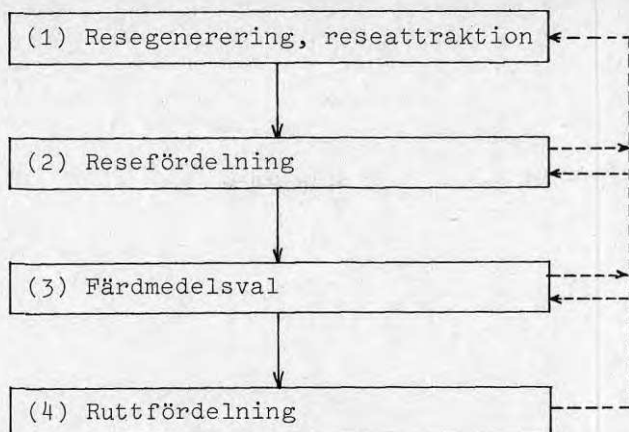
Vi har hittills behandlat modeller för översiktlig regionstruktur (bostäder, arbetsplatser, trafikkapacitet) samt modeller för olika verksamheters lokalisering på mer eller mindre detaljerad geografisk nivå. I samtliga studerade modeller (SALT, MALOK, SALOK) har vi noterat behov av realistiska prognoser av restider och färdmedelsval som underlag för lokaliseringsanalysen. Vi har också uttryckt önskemål om att lokaliseringsmodellernas resultat bör återföras till en trafikprognosmodell för kontroll av samstämmighet mellan antaget resebeteende och erhållna lokaliseringsmönster.

Trama (TRANSPORTMÄRKNADSMODELL) konstruerades under TRANSLOK-arbetets första fas med syfte att fylla ovan angivna roll i förhållande till SALT och MALOK. TRAMA är en ekonomiskt skattad trafikprognosmodell för arbetsresor, som utnyttjar aggregerade områdesdata. Huvudsakligen för modellkonstruktion och de tillämpningar som här kommer att redovisas har varit Göran Tegnér vid Trafikkontoret, Stockholms läns landsting. Modellen behandlas i denna rapport som ett exempel (och det hittills enda prövade) på externa trafikprognosmodeller som kan inordnas i TRANSLOK:s modellsystem. Valet av lämplig trafikprognosmodell för en viss tillämpning beror på vilka krav som planeringssituationen ställer.

### 10.2 Metodansatser

Ett stort antal modeller för prognoser av resebeteende har vuxit fram under 70-talet. Tidigt fanns den s.k. fyrstegsmodellen för analys av resmönster (se figur 59). Metoden bestämmer successivt (1) hur många resor som utgår från ett visst område resp. slutar i ett visst område, (2) hur resorna från varje startområde fördelas på målområden, (3) hur resorna mellan varje par av områden fördelas på färdmedel samt (4) hur resorna med varje färdmedel mellan varje par av områden fördelas på resrutter. För erhållande av en samstämmig prognos måste normalt ett antal iterationer genomföras. De olika delmodellerna ingående i fyrstegsmetoden estimeras normalt med hjälp av aggregerade tvärsnittsdata.

Senare utveckling inom trafikprognosområdet har skett i riktning mot mera simultana modellsystem, innebärande att olika led i fyrstegsmodellen integreras. Såväl aggregerade som disaggregerade simultana modeller har framkommit. De aggregerade modellerna innehåller variabler och samband som är definierade på områdesnivå medan de disaggregerade modellerna är uttryckta i termer av individdata. Teoretiska argument brukar anföras till förmån för de disaggregerade modellerna som utnyttjar tillgänglig information effektivare och som postulerar beteendesamband på individnivå. Realismen i de beteendeantaganden som vanligen görs har dock ibland ifrågasatts (ofta antas rationella, välinformerade och nyttoximerande individer). Den formella ekvivalensen mellan vissa modeller baserade på aggregerade och disaggregerade ansatser gör att valet mellan modelltyper (åtminstone i vissa fall) inte behöver ha avgörande betydelse.



Figur 59: Principiell uppläggning av trafikprognosarbete med fyrstegsmodellen.

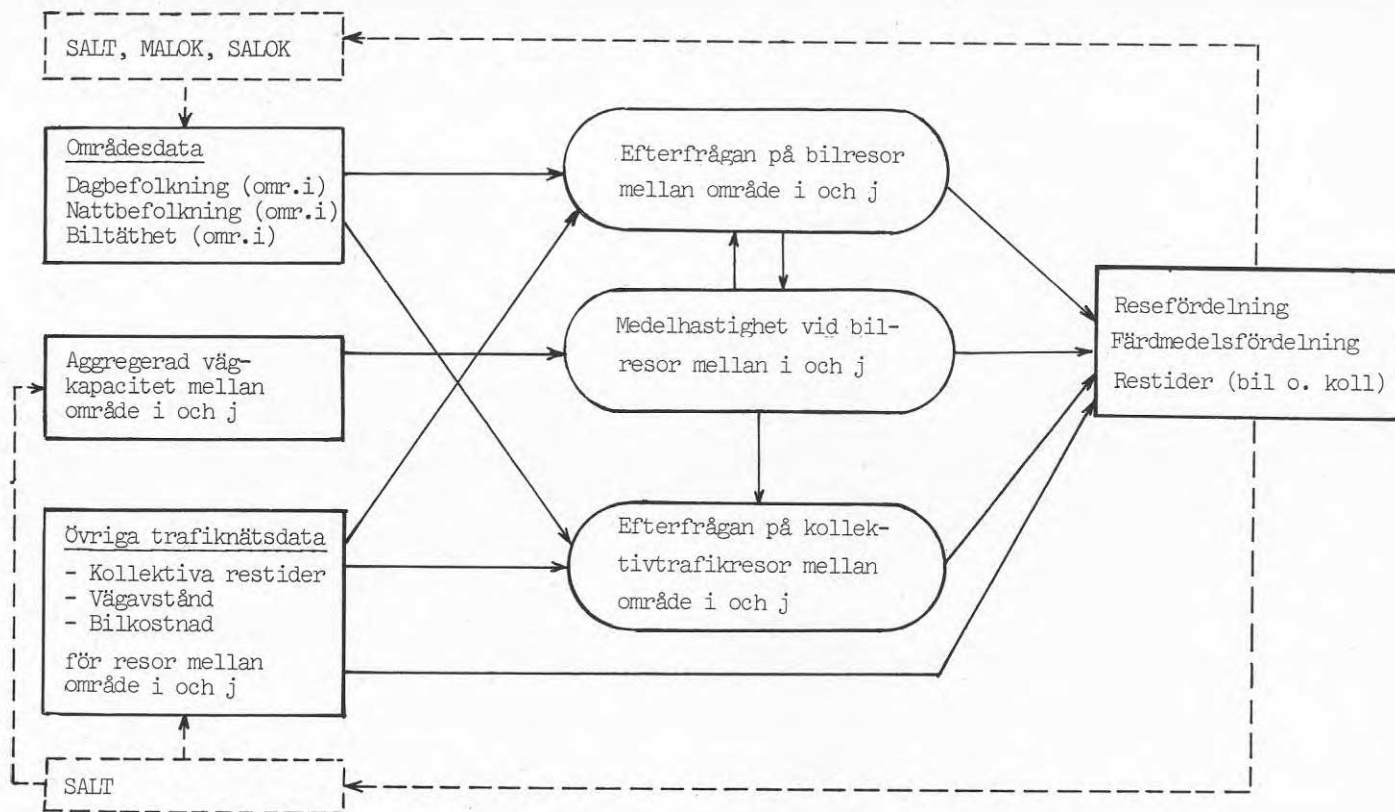
TRAMA tillhör klassen av simultana aggregerade modeller. Vidare är TRAMA av ekonometrisk typ och skiljer sig därigenom från t.ex. informationsteoretiskt härledda trafikprognosmodeller. Bland dessa senare finns exempel på resefördelningsmodeller (2) och integrerade resefördelnings - färdmedelsvalsmodeller (2)-(3). I kombination med detaljerade nätverksbeskrivningar kan även simultana resefördelnings - färdmedels - ruttvalsmodeller (2)-(3)-(4) konstrueras. TRAMA saknar detaljerad ruttvalsmodell men integrerar övriga steg i den klassiska transportprognosansatsen (1)-(2)-(3). Frånvaron av detaljerad nätverksbeskrivning i TRAMA gör att trängselfenomen måste hanteras på ett tämligen översiktligt sätt.

### 10.3 TRAMA:s struktur

I jämförelse med simultana efterfrågemodeller kännetecknas TRAMA av att även utbudssidan behandlas. Modellen är således en jämviktsmodell för transportmarknaden. Genom användning av lämplig ekonometrisk teknik kan det s.k. identifieringsproblemet lösas, vilket innebär att renodlade efterfrågeelasticiteter estimeras.

TRAMA:s principiella struktur har tidigare skisserats i figur 5. Vi skall här beskriva modellens samband något utförligare, figur 60. Som redan nämnts är dessa av två typer:

- *Efterfrågesamband.* Antalet arbetsresor med bil- och kollektivtrafik mellan två områden förutsätts vara beroende av förhållanden inom start- och målområde samt uppoffringar som krävs vid resor mellan de båda områdena. Mera precist: antalet arbetsresor med bil resp. kollektiva färdmedel mellan område  $i$  och område  $j$  antas bero på sysselsatt nattbefolkning och biltäthet i område  $i$ , sysselsatt dagbefolkning i område  $j$  samt kollektivrestid, vägvstånd, avståndsberoende bilkostnad och bilhastighet vid resor mellan område  $i$  och  $j$ .



Figur 60: TRAMA:s struktur i hittills genomförda beräkningar

Både bil- och kollektivtrafikstandard antas således påverka efterfrågan på både bil- och kollektivtrafikresor. Detta möjliggör analys av hur ändringar i t.ex. vägnätet påverkar antalet kollektivresor, dvs. substitutions-effekter kan studeras.

- *Utbudssamband.* Från början planerades en utbudsrelation för bil och en för kollektivtrafik mellan varje områdespar. Bilutbudssambandet skulle ange hur reshastigheten med bil mellan två områden påverkas av antalet bilresor mellan dessa två områden med hänsyn till tillgänglig vägkapacitet. Utbudssambandet för kollektivtrafik skulle ange hur sittplatsstandarden vid resor mellan två områden beror på antalet kollektivtrafikresor mellan dessa två områden med hänsyn till tillgänglig sittplatskapacitet. Sittplatsstandarden skulle vidare (precis som bilhastigheten) införas som en av många komponenter i efterfrågesambanden för bil- och kollektivtrafikresor. På grund av brister i datatillgång har dock utbudssambandet för kollektivtrafik hittills inte kunnat estimeras på ett tillfredsställande sätt. Tills vidare består således TRAMA:s utbudssamband av aggregerade hastighet/flöde-samband för bilresor.

TRAMA:s samband har skattats på data från den utvidgade arbetskraftsundersökningen 1968 (20 delområden) och kalibrerats på FoB-data från 1970 (12 regiondelar). Därmed är modellen anpassad till den indelning i Stockholmsregionen i 12 regiondelar som vi tidigare berört i avsnitten om SALT och MALOK.

#### 10.4 TRAMA:s användningssätt

Vi skall koncentrera intresset på samband mellan bebyggelsestruktur och transportprognoser. TRAMA har dock konstruerats med bredare ambitioner. Modellen skall kunna illustrera:

- hur resandet påverkas av *trafikpolitiska* åtgärder,
- effekterna av *investeringspolitiska* åtgärder av typ väg- och banutbyggnader,
- samband mellan resande och *ekonomisk* utveckling via bilinnehav och reskostnader (som beror på t.ex. oljepriser),
- beroenden mellan *lokaliseringsmönster* och trafik.

För att vara användbar för dessa syften måste TRAMA kunna förklara och prognosticera resmönstrets förändring i grova drag. Någon validering av modellens prognosförmåga har inte gjorts och hittills utförda estimeringar av modellen måste betraktas som preliminära. Modellens kvalitet får därför tills vidare bedömas med hänsyn till bl.a. dess teoretiska bakgrund (ekonomi, ekonometri) och erfarenheter av tidigare utvecklade simultana trafikprognosmodeller baserade på aggregerade data.

#### 10.5 Beräkningar

Vi skall ge exempel på TRAMA:s användning för analys av samspel mellan lokaliseringsmönster och arbetspendling. Föl-

jande beräkningar, som samtliga utförts vid Trafikkontoret, Stockholms läns landsting, kommer att kortfattat redovisas:

- långsiktig regionstruktur och arbetspendling,
- restidsprognoser för två regionplanealternativ,
- sammankoppling av SALT och TRAMA (jfr. avsnitt 7).

### Långsiktig regionstruktur och arbetspendling

Som ett inslag i arbetet på Regionplan 78 för Stockholms län studerade Regionplanekontoret ett antal regionstrukturer för år 2000. Dessa skilde sig genom olika principer för bostädernas och arbetsplatsernas lokalisering, se figur 61. De sex regionstrukturerna utvärderades med hänsyn till fysiska konsekvenser, åtkomlighet, arbetspendling och energianvändning för arbetsresor.

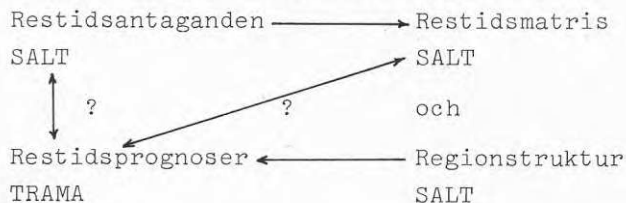
Göran Tegnér använde TRAMA för att prognosticera arbetspendling mellan 12 regiondelar i de sex alternativen. Tabell 12 sammanfattar resultaten och jämför med TRAMA:s basår (1970). Vi finner att samtliga sex alternativ kännetecknas av ökat antal fordonsresor och en bilandel som överstiger bilandelen 1970 med 5-10%. Sjunkande genomsnittlig restid noteras för samtliga alternativ beroende på den högre bilandelen. Alternativ 5 ger upphov till högsta bilrestid medan alternativ 2 ger upphov till kortaste restiden med såväl bil- som kollektivtrafik. Inompendlingsandelen (andelen arbetsresor med start och målpunkt i samma regiondel) och inpendlingen till innerstaden skiljer sig drastiskt mellan alternativ 2 och 5.

### Restidsprognoser för två regionplanealternativ

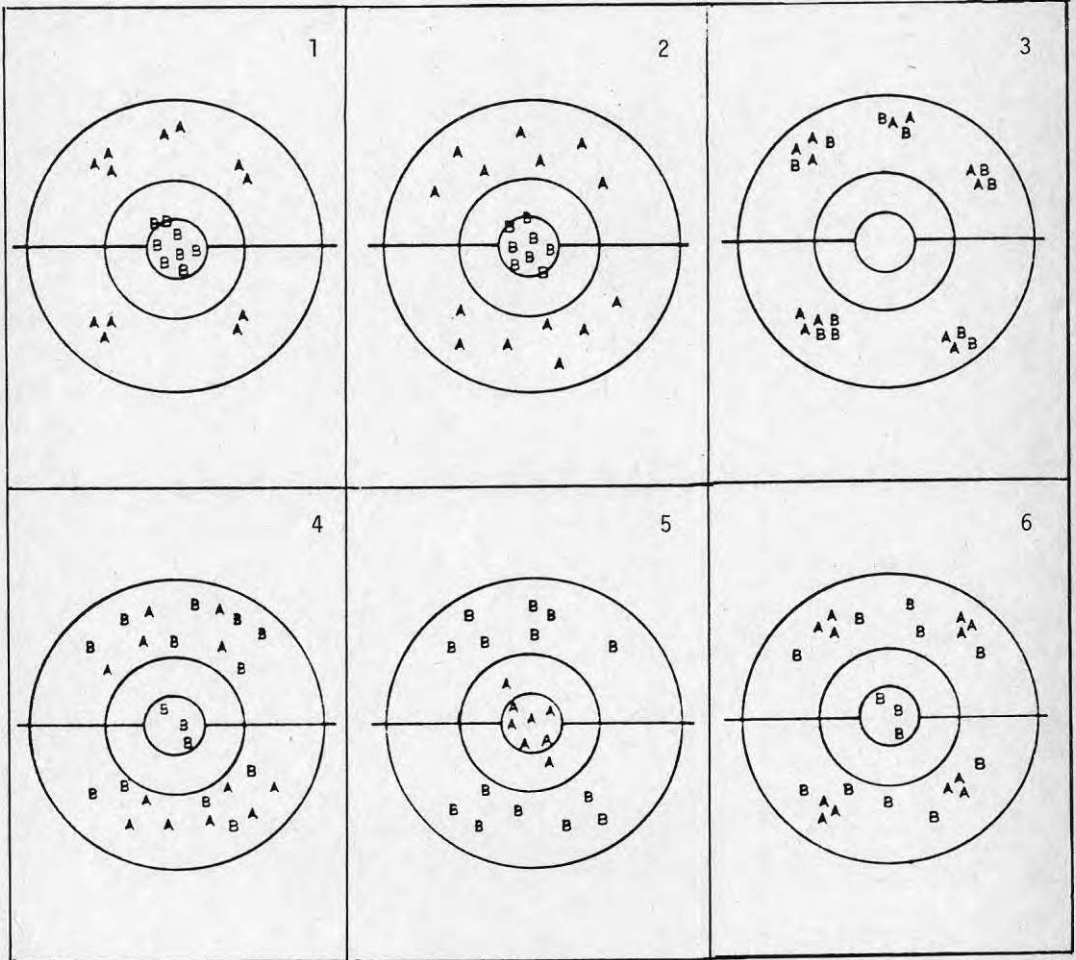
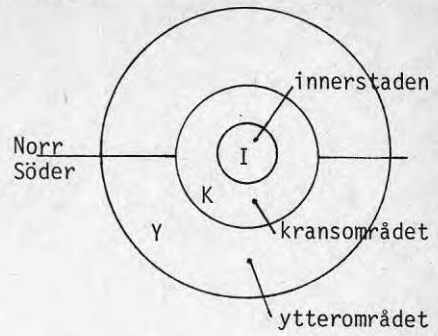
Inom ramen för arbetet på Regionplan 78 presenterade Regionplanekontoret två alternativa regionstrukturer för år 1990. TRAMA utnyttjades för att beräkna skillnader i medelrestid för arbetspendling mellan 12 regiondelar i de två alternativen. Som framgår av figur 62 gav skillnaderna i struktur endast upphov till mycket små procentuella avvikelser i medelrestid (högst 3%). Slutsatsen blir att skillnaderna i lokaliseringsmönster mellan de två alternativen inte är tillräckligt stor för att ge upphov till markant olika trängselförhållanden i vägnätet.

### Användning av TRAMA i kombination med SALT

Vi har använt TRAMA för att pröva samstämmigheten mellan de restidsantaganden som legat till grund för SALT, de regionstrukturer som SALT ger upphov till (bebyggelsemönster, trafiksystem) och de restidsprognoser som erhålles med TRAMA (på basis av SALT:s lokaliseringsmönster):



Fördelning av tillskotten under  
perioden 1970-2000 av bostäder  
och arbetsplatser i sex  
alternativa fysiska strukturer



B = bostäder      A = arbetsplatser

Figur 61: Lokaliseringsprinciper i sex alternativa regionstrukturer på lång sikt.

Resultat	1970	2000					
		1	2	3	4	5	6
Total fordonspendling i 1000-tal resor	557.7	562.8	564.2	575.9	577.5	597.3	576.7
Andel fordonsresor i % av sysselsatt nattbefolkning	79.7	77.8	78.0	80.8	79.8	82.9	79.7
Antal bilresor i 1000-tal	236.6	266.6	279.6	298.3	295.5	296.0	295.7
Antal kollektivresor i 1000-tal	321.1	296.2	284.5	277.5	282.0	301.3	280.9
Bilandel i % av antal fordonsresor	42.4	47.4	49.6	51.8	51.2	49.6	51.3
Medelrestid fordonsresor i min/dag	64.0	61.6	58.0	60.3	59.1	62.8	59.3
Medelrestid bilresor	31.6	30.0	29.4	31.7	30.9	34.6	31.3
Medelrestid kollektivresor	87.9	90.0	86.0	91.0	88.7	90.4	88.7
Trafikarbete i 1000-tal person-timmar/dag							
Fordonsresor	594.9	577.8	545.4	578.8	568.8	625.2	570.0
Bilresor	124.6	133.3	137.0	157.6	152.2	170.7	154.2
Kollektivresor	470.4	444.3	407.8	420.8	416.9	454.0	415.3
Inompendlingsandel i % av sysselsatt nattbefolkning							
Fordonsresor	30.8	36.3	38.7	37.6	35.8	29.4	34.8
Bilresor		54.1	55.4	54.1	52.9	44.5	51.8
Kollektivresor		20.2	22.3	19.8	17.9	14.6	16.9
Totalt antal inompendlare i 1000-tal fordonsresor	171.7	204.3	218.2	216.3	206.8	175.6	200.5
Inpendling till innerstaden							
antal fordonsresor i 1000-tal	217.9	135.7	131.5	177.4	166.3	248.4	165.8
därav med bil i 1000-tal	75.9	61.5	59.9	78.7	74.3	101.6	74.2

Tabell 12: Resultat av beräkningar med TRAMA. Pendlingsmönster för 1970 och 2000 (sex alternativ)

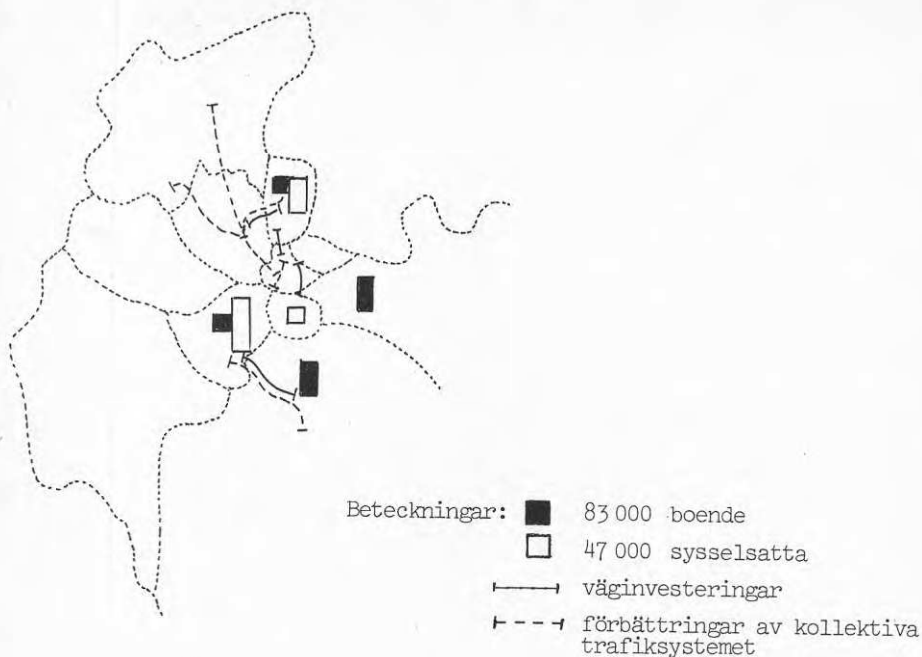


	C	NV <sub>i</sub>	NV <sub>y</sub>	NÖ <sub>i</sub>	NÖ <sub>y</sub>	L	Ö	SÖ <sub>i</sub>	SÖ <sub>y</sub>	SV <sub>i</sub>	SV <sub>y</sub>	M
C	+1	-1	-1	-1	-2	-2	-1	+1	-1	+0	+0	-2
NV <sub>i</sub>	±0	+1	-1	±0	-1	-1	±0	±0	-1	-1	±0	-2
NV <sub>y</sub>	±0	±0	-1	±0	-2	-1	-1	+1	±0	±0	±0	-2
NÖ <sub>i</sub>	+1	±0	±0	+3	-3	±0	-2	±0	-2	-3	-1	-2
NÖ <sub>y</sub>	±0	-1	-2	-1	-3	-2	-1	±0	-1	-1	-1	-2
L	+1	-1	±0	+1	-3	-2	-1	+1	±0	±0	±0	-2
Ö	+1	±0	+0	-2	-1	-1	-1	+2	±0	±0	±0	-2
SÖ <sub>i</sub>	+1	-1	±0	-1	-1	-1	-1	+2	-1	-1	-1	-1
SÖ <sub>y</sub>	+1	±0	±0	-1	-1	-1	-1	+2	-1	-1	-1	-2
SV <sub>i</sub>	±0	-1	±0	-3	-1	±0	±0	+2	±0	±0	±0	-1
SV <sub>y</sub>	+1	±0	±0	-2	-1	±0	±0	+1	±0	±0	-1	-1
M	±0	-1	-2	-1	-3	-2	-2	±0	-1	-1	-1	-2

Figur 62: Procentuella avvikelser mellan medelrestider beräknade med TRAMA på basis av regionplanealternativen A och C (jämför sid. 73-77).

Vi har valt ut en av de regionstrukturer som genererades av SALT i samband med utvärderingen av regionplaneförslagen med hänsyn till långsiktig handlingsfrihet (se avsnitt 7). Figur 63 visar den utbyggnadsstrategi mellan 1975 och 2005 som motsvarar jämn avvägning mellan kontaktolägenhet och nettotäthet (jämför figur 36). Regionstrukturen år 2005 (lokaliseringsmönster, restider med kollektiva färdmedel) matades in i TRAMA för beräkning av genomsnittliga restider mellan de 12 regiondelarna. Resulterade TRAMA-restider jämfördes med den restidsmatris som genererats av SALT (efter val av transportförbättringar). Därvid justerades för skillnader i restidsprognos för basåret. Figur 64 visar de procentuella avvikelserna mellan TRAMA:s och SALT:s restidsprognos för varje områdespar år 2005.

Vi finner att i flertalet reserelationer understiger skillnaden mellan TRAMA:s och SALT:s medelrestider 10%. I 23 fall ligger avvikelserna mellan 10 och 20%. Den största avvikelserna (+34%) inträffar för arbetsresor mellan SÖ<sub>y</sub> och SV<sub>i</sub>, vilket är naturligt p.g.a. trängseffekter orsakade av den snabba utbyggnaden av bostäder i SÖ<sub>y</sub> och arbetsplatser i SV<sub>i</sub>. En likartad effekt inträffar vid inpendling i NÖ<sub>i</sub> (+25%). I båda dessa fall kan även inverkan av kollektivtrafikförbättringar som ökar kollektivtrafikandelen ha bidragit. Den stora skillnaden vid inpendling i innerstaden (-21%) får tillskrivas utglesningen av såväl befolkning som arbetsplatser.



Figur 63: SALT-resultat för perioden 1975-2005 som underlag för beräkning av restider med TRAMA.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att effekterna av förändringar i lokaliseringmönster och kollektivtrafiksystem (via trängselfenomen och förändrad färdmedelsfördelning) ej är försumbara på lång sikt. Antalsmässigt är dock de verkligt stora avvikelserna mellan restider producerade av TRAMA och SALT så få att samstämmighet bör vara möjlig att uppnå efter ett litet antal iterationer mellan modellerna.

#### 10.6 Avslutande kommentar

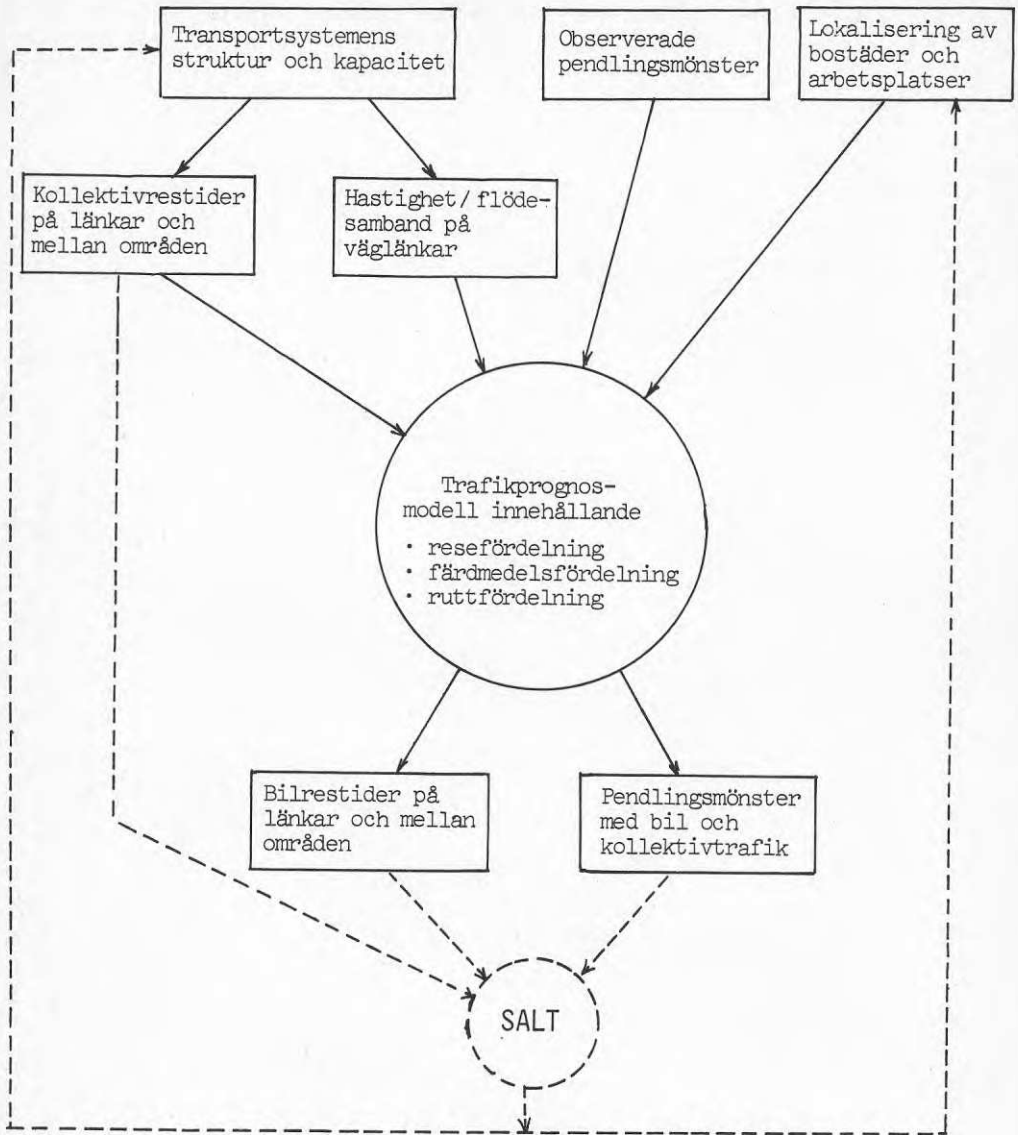
Att göra långsiktiga prognoser för resandets utveckling är ingen lätt uppgift. Osäkerheterna ökar med prognosperiodens längd. Vi har i avsnitt 4 antytt att välfärdsmått som är direkt baserade på prognoser över faktiska *resmönster* rimligen bör ha störst relevans på kort sikt. I långsiktig lokaliseringsanalys förespråkar vi tillgänglighetsmått som bygger på potentiella kontaktkostnader. Även dessa kräver dock i allmänhet uppgifter om *restider* eller generaliserade reskostnader.

Trängselfenomenen är av stor betydelse vid restidsprognoser. Om inga trängseffekter uppträder i trafiksystemen kan restiderna anses givna av trafiksystemens strukturella uppbyggnad. Först när trängsel förekommer uppstår svårigheter med samstämmighet mellan lokaliseringmodellernas förutsättningar (restidsantaganden) och deras resultat (lokaliseringmönster och restidsprognoser).

	C	NV <sub>i</sub>	NV <sub>y</sub>	NÖ <sub>y</sub>	NÖ <sub>y</sub>	L	Ö	SÖ <sub>i</sub>	SV <sub>y</sub>	SV <sub>i</sub>	SV <sub>y</sub>	M
C	-21	-6	-7	+4	-2	-19	-14	-9	-11	-2	-1	-12
NV <sub>i</sub>	-5	-9	-2	+14	-3	-4	-2	-1	+3	+16	-6	-8
NV <sub>y</sub>	-4	+4	+19	+9	-5	-4	±0	-2	-3	-3	-1	-2
NÖ <sub>i</sub>	+1	+11	+1	+25	+2	+5	+3	+9	+3	+3	+4	+8
NÖ <sub>y</sub>	-4	-3	-7	+11	-2	-4	±0	+2	±0	+4	±0	-3
L	-17	-4	-5	+10	-6	-8	-3	-1	-5	-2	±0	-10
Ö	-1	+2	-2	+7	+4	+11	+8	+12	+2	+14	+5	+4
SÖ <sub>i</sub>	-16	-4	-6	+5	-1	-9	-15	-8	-15	-3	-9	-6
SÖ <sub>y</sub>	-1	+7	-2	+8	+3	+2	+5	+12	+5	+34	+3	+4
SV <sub>i</sub>	-2	-16	-7	+1	+2	-2	+3	+3	+13	+7	-4	-5
SV <sub>y</sub>	-7	-8	-2	+5	±0	±0	-3	-1	-7	+3	-1	-4
M	-13	-9	-3	+12	-3	-9	-7	-1	-4	-3	-4	-2

Figur 64: Procentuella avvikelser mellan medelrestider från TRAMA resp. SALT för regionstruktur enligt figur 63.

Med hänsyn till trängseleffekternas betydelse och möjligheterna till samkörning med SALT är TRAMA:s aggregerade behandling av vägkapaciteter inte idealisk. Svårigheten att åstadkomma en översättning av SALT:s resultat (vägnätet representerat i form av länkar) till TRAMA:s kapaciteter mellan områdespar gjorde att sammankopplingen av SALT och TRAMA i föregående avsnitt endast kunde genomföras partiellt (via lokaliseringmönster och kollektivrestider). Figur 65 visar en planerad och mera fullständig sammankoppling. Den trafikprognosmodell som i figuren ersatt TRAMA innehåller en informationsteoretisk (generaliserad entropimaximering) ansats för resefördelning och färdmedelsfördelning i kombination med en länkbaserad jämviktsansats för ruttfordelning. Modellen kan enkelt sammankopplas med SALT. Ett tämligen omfattande arbete med programmering och uttestning av den föreslagna trafikprognosmodellen återstår dock.



Figur 65: Planerad sammankoppling mellan integrerad trafikprognosmodell och SALT.

D E L III

S L U T S A T S E R



## 11. Erfarenheter

Vi skall summera några erfarenheter från arbetet med utveckling av TRANSLOK:s modellsystem och hittills genomförda tillämpningar. Avsikten är dock inte att söka sammanfatta beräkningsresultaten. Det vore både svårt och inte särskilt meningsfullt. I stället skall vi lyfta fram några allmänna slutsatser som kan vara av intresse både för modellbyggare och potentiella modellanvändare.

### Matematiska modeller som forskningsområde

Matematiska modeller för samhällsplaneringsproblem (inkl. modeller för analys av bebyggelse- och transportsystem) utgör inget traditionellt universitetsämne. Forskningsområdet är relativt nytt, metodmässigt förankrat, tvärvetenskapligt och tillämpat. Den internationella forskningen inom området bedrivs på institutioner tillhörande ett brett spektrum av discipliner: nationalekonomi, geografi, transportekonomi, stadsplanering, regionalvetenskap, operationsanalys etc. Sannantaget medför dessa aspekter att forskningen får en okonventionell profil. Satsningen på metodutveckling öppnar ofta tillämpningsmöjligheter inom vitt skilda samhällsplaneringsområden. Forskningens tvärvetenskapliga och tillämpade karaktär innebär att resultaten inte enbart kan bedömas efter inomvetenskapliga kriterier.

### Forskningsmiljön

Matematiska modeller för samhällsplaneringsproblem har således ingen självklar hemortsrätt inom traditionella universitetsdiscipliner. Därför är det av särskild vikt att omsorgsfullt bygga upp och vårda en forskningsmiljö som har god produktivitet. Det har varit naturligt att förlägga vår verksamhet till en miljö med bred kompetens inom den tillämpade matematiken. Långsiktig finansiering, möjlighet att inom forskningsprogrammets ram ge utrymme för intressanta och oväntade samarbetsprojekt (dvs. tillräckligt öppet formulerade forskningsprogram) samt ordentligt utrymme för bevakning av den internationella forskningen och deltagande i det internationella forskarsamarbetet är exempel på andra faktorer som vi upplevt som avgörande för forskningens effektivitet. Minimal byråkrati och flexibla former för redovisning av forskningsresultat bidrar också till att öka produktiviteten.

### Samarbetet modellbyggare - modellanvändare

Vi skrev i inledningen att matematiska modeller är *ett* hjälpmedel för att analysera verkligheten. För att modellerna skall fylla en uppgift utanför den akademiska världen måste de utvecklas i samarbete mellan forskare (modellexperter) och planerare (användareexperter). Både våra och andras erfarenheter antyder att en lämplig konstellation i ett sådant samarbete kan bestå av en fristående forskningsgrupp med systemanalytisk kompetens i samarbete med en kvalificerad och forskningsorienterad planerarstab med lämplig sammansättning. Intresset för utveckling av nya och oprövade metoder är viktigare i ett sådant samarbete mellan modellbyggare och planerare än formella meriter. Forskargruppens självständighet och anknytning till en pro-

duktiv forskningsmiljö har betydelse för forskningens kvalitet, kontinuitet och för behandling av grundläggande metodutvecklingsproblem. Kvalificerade och forskningsorienterade planerare behövs för att identifiera och formulera forskningsbara problem, som samarbetspartners under metodutvecklingen samt som tolkare av modellresultat och bedömare av resultatens praktiska relevans.

#### Modellernas användning

Vi har i del II givit exempel på olika tillämpningar av TRANSLOK:s modeller. Dessa har skett i samarbete mellan modellbyggare och planerare. I tillämpningarna har delar av TRANSLOK:s kapacitet utnyttjats för specifika problemställningar. I nära anslutning till TRANSLOK-arbetet har inom Samhällsplaneringsgruppen utarbetats mått på tillgänglighet och prognosmetoder som direkt övertagits av planerare och integrerats i den normala planeringsprocessen.

Vi kan således konstatera att metoder för utvärdering av planalternativ samt prognosmetoder verkar ha lättare att slå igenom i praktisk planering än mera "design"-orienterade och integrerade modellsystem. De mera sammansatta, normativa planeringsmetoderna kräver ett större mått av samarbete mellan forskare och planerare. De förutsätter också en kvalificerad tolkning av resultaten. Samtidigt kan noteras att endast de syntes-inriktade planeringsmodellerna förmår att ge en någorlunda fullständig bild av handlingsutrymme och handlingsfrihet liksom av målkonflikter och potentiella vinster med integrerade planeringsformer och synsätt.

Våra erfarenheter av TRANSLOK:s användning stämmer med erfarenheter av liknande modellsystem i andra länder. En genomgång av tillämpningar av det australiensiska modellsystemet TOPAZ visar således en klar diskrepans mellan modellbyggarens ambition och modellsystemets potential å ena sidan och den faktiska användningen av planerarna å den andra sidan. Modellerna tenderade att användas för att stödja redan framlagda alternativ snarare än för att generera nya alternativ. Modellresultat som understödde planerarnas uppfattningar presenterades ofta reservationslöst utan hänsyn till de förutsättningar och begränsningar som redovisats av forskaren/modellbyggaren.

På en mera allmän nivå har modellutvecklingen sannolikt haft en inverkan på begreppsbildning och synsätt som är svårt att mäta. Ett sådant exempel utgörs av den TRANSLOK-inspirerade forskningen om tillgänglighetsbegrepp. Vidare kan arbetet med TRANSLOK ha bidragit till att öka uppmärksamheten kring det ömsesidiga beroendet mellan bebyggelse- och transportplanering. Slutligen kan en del av TRANSLOK-tillämpningarna ha medverkat till att lyfta fram behovet av en strategiskt inriktad regionplanering med betoning av handlingsberedskap, handlingsfrihet och robusta beslut.

#### Problemdriven forskning: kvalitet och relevans

Ibland kan man inom samhällsvetenskaplig forskning fråga sig vad som driver forskningen: teori eller praktik, modell eller problem. Ofta kan det vara svårt att ge ett entydigt svar. Teorier och modeller behandlar vissa aspekter av



verkligheten som av olika bedömare kan upplevas ha större eller mindre relevans. Bedömningen av den praktiska relevansen baseras i allmänhet på upplevelser av vad som är akuta samhällsproblem av ofta kortsiktig natur. Teori- och metodutveckling har klara svårigheter att "hänga med" i mera konjunkturbetonade problemdefinitioner. Samtidigt är problemanknytningen givetvis av största betydelse inom ett tillämpat forskningsområde som bebyggelse- och transportplanering. Den kanske enda lösningen på detta dilemma är att söka inrikta forskningen på "hållbara" frågeställningar med större generalitet än dagsproblemen. Därigenom kan en beredskap skapas för behandling av "akuta" planeringsproblem. En annan viktig förutsättning för lyckosam problemdriven forskning är att systemanalytisk metodik finns med redan i problemformuleringsstadiet. Därigenom kan tidigt sorteras ut vad som är forskningsbara frågeställningar och systemanalytiska erfarenheter kan byggas in redan i problemformuleringen.

#### Behovet av "hållbara" och flexibla modellsystem

Vi har i del I givit exempel på hur planeringssituationen i Stockholm förändrats under en 10-årsperiod. Stora förändringar har skett beträffande planeringens roll, osäkerheter, tidsperspektiv och målinriktning. Ett sätt för forskningen att upprätthålla kvalitet och relevans i ett föränderligt planeringsklimat har diskuterats ovan: att inrikta forskningen mot grundläggande frågeställningar som är hållbara över en längre tidsperiod. Såväl TRANSLOK:s modellsystem, delmodellernas principiella uppbyggnad som valet av målkomponenter har utarbetats med sikte på sådan hållbarhet.

Inom ramen för en sådan grundstruktur med stor varaktighet finns det behov av en betydande flexibilitet. Det är t.ex. önskvärt att fritt kunna kombinera olika delmodeller samt att lätt kunna anpassa delmodellernas resursbegränsningar, balanskrav och utvärderingsinstrument till olika planeringssituationer. Genom att sträva efter en grundstruktur som är mycket generell och genom att erbjuda stor flexibilitet inom denna grundstruktur har vi sökt förena kraven på kvalitet och problemanpassning. 70-talets snabbt förändrade planeringsklimat understryker behovet av modellsystem som på ett flexibelt sätt kan hantera både välfärdsaspekter, kostnadsaspekter och icke-monetära resurshänsyn (t.ex. mark-, energi- och miljöaspekter).

#### Behovet av systemanalytiska angreppssätt

Vi skall avslutningsvis lyfta fram ett par av de genomgående teman som behandlats i de olika tillämpningarna i del II och som har särskild relevans inför 80-talet. I kapitel 2 redovisade vi ett antal utgångspunkter för utformningen av TRANSLOK:s modellsystem (se sid. 9-10). Dessa "systemkrav" har illustrerats i tillämpningsavsnitten. Speciellt betonas två aspekter som under TRANSLOK-arbetets gång fått allt större uppmärksamhet: målkonflikter och osäkerheter.

*Målkonflikterna* inom regionplaneringen blev tydligare under 70-talet. Motsättningarna gällde samtidiga krav på effektivitet och fördelning, samtidiga krav på förbättrad tillgänglighet och ytkrävande bostadsbebyggelse, olika syn på

regionens tillväxttakt samt olika uppfattningar om energipolitiska och sociala utgångspunkter för regionens utbyggnad. Allt knappare resursramar för kommuner och landsting har gjort att ett jämnt och fullt utnyttjande av den befintliga infrastrukturen fått ökad prioritet. De förstärkta målkonflikterna samt förändringarna i målens innebörd och i prioriteringen av olika delmål kan endast studeras om bebyggelse- och transportplanering ses som ett flerdimensionellt planeringsproblem. Metoder som ensidigt söker optimera kostnads-, energi- eller vissa välfärdsaspekter kan endast ge information om handlingsutrymmets gränser. För den översiktliga planeringen är kompromissmöjligheter svarande mot skilda avvägningar mellan olika målkomponenter av stort intresse.

I takt med oljekriser och lågkonjunkturer har *osäkerheten* om framtiden ökat. Det gäller såväl regionens totala utveckling som samhällsekonomi, energisystem och målen för samhällsbyggnaden. Den ökade osäkerheten har i första hand lett till kortare tidsperspektiv. Därigenom har frågorna om den långsiktiga regionstrukturen skjutits i bakgrunden till förmån för mera detaljerade överväganden av hur marginella utbyggnader kan förbättra regionens funktion på kort sikt. Bristen på analys av de långsiktiga strukturfrågorna har medfört problem t.ex. vid investeringsbedömningar inom trafik- och energisystemen. De osäkerheter vi här berört är svåra att uttrycka i sannolikhets-termer. Snarare är det fråga om "bred" osäkerhet som bäst behandlas genom "alternativtänkande" (scenarier). Här kan modeller med fördel användas för att generera ett antal samstämmiga framtidsbilder svarande mot olika antaganden om osäkra planeringsförutsättningar på lång sikt.

Kombinationen av målkonflikter, snabbt föränderliga prioriteringar och stor osäkerhet om det framtida samhällsbyggnadens inriktning innebär att det bör finnas ett ökat behov av systemanalytiska ansatser inom samhällsplaneringen under 80-talet. De synsätt och tillämpningar som redovisats i denna rapport kan ses som ett avstamp för en fortsatt utveckling av systemanalytiska angreppssätt inom översiktlig kommunal och regional planering.

## 12. Forskningsbehov

I detta avslutande avsnitt skall vi peka på några behov av ytterligare forskning som aktualiseras av innehållet i denna rapport. Vi skall påminna om några av de förbättringar och kompletteringar av TRANSLOK:s modellsystem som berörts i tidigare avsnitt. Vi skall peka på behovet av att pröva systemanalytisk metodik även i mindre och medelstora kommuner. Slutligen skall vi särskilt understryka vikten av att utveckla systemanalytiska metoder för samhällsplanering som kan belysa sambanden mellan fysisk planering, ekonomisk planering och energiplanering.

### Förbättringar av TRANSLOK:s modellsystem

Ett befintligt modellsystem kräver alltid underhåll för att underlätta användbarheten. Nya lösningsmetoder som är effektivare än de gamla kan erbjuda billigare datorhantering

eller möjligheter att öka problemstorleken (mera detaljerad behandling av geografi, verksamheter och/eller tidsindelning). Hanteringen av indata och resultat kan göras mera användarvänlig och anpassbar till olika typer av planeringssituationer.

#### Kompletteringar av TRANSLOK:s modellsystem

Ett modellsystem av TRANSLOK:s typ blir aldrig "färdigutvecklat". I kapitel 10 presenterade vi ett konkret exempel på en modell för simultan reseförordning, färdmedelsförordning och ruttförordning som skulle utgöra en värdefull komplettering av TRANSLOK:s modellsystem. Vi har också påpekat att prognosmodeller för bostadsmarknaden och arbetsmarknaden (inkl. näringslivets lokaliseringsval) skulle erbjuda bättre möjligheter till analys av styrmedel och genomförandeproblem. Vidare måste arbetet med utvärderingsmått fortsätta med hänsyn till förändrade planeringsföretsättningar, tillämpningar på nya kommuner samt behov av mått på handlingsfrihet, robusthet, sårbarhet och flexibilitet.

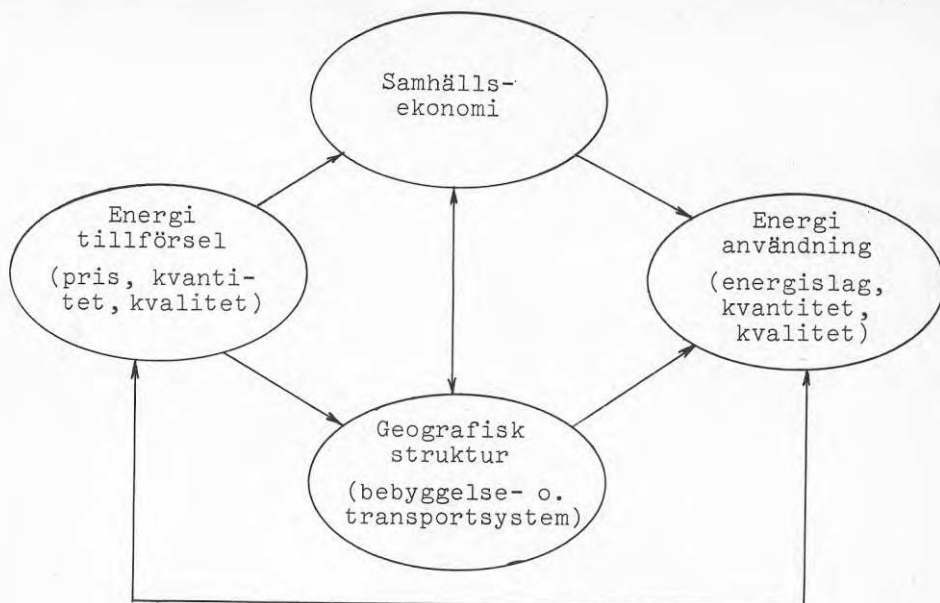
#### Utprovning av TRANSLOK:s modellsystem på mindre och medelstora kommuner

Som framgått av denna rapport har TRANSLOK:s delmodeller utformats med tanke på storstadsregioner av typ Stockholm, Göteborg och Malmö. Vi har i korthet redovisat hur en av TRANSLOK:s delmodeller har vidareutvecklats och anpassats till den aktuella planeringssituationen i Uppsala kommun. Detta arbete är inte avslutat. Det finns behov av att pröva användbarheten av TRANSLOK:s modellsystem i flera kommuner av olika storlek och struktur. Beroende på den aktuella situationen i dessa kommuner kan olika delar av TRANSLOK:s modellsystem komma till användning. Sannolikt behövs i varje enskilt fall viss vidareutveckling av planeringsmodeller, prognosmetoder eller utvärderingsmått.

#### Nya aspekter på bebyggelse- och transportplanering

Vi har betonat de snabba förändringarna i planeringsklimatet under 70-talet. Energihänsyn och energiplanering har fått hög prioritet på alla nivåer i samhället. Kommunernas betydelse inom energipolitiken växer. Samtidigt har stagnationen inom ekonomin försatt kommunerna i en ny situation med krav på effektiviseringar, omprövningar av befintlig verksamhet och drastiskt reducerade investeringsprogram. Bebyggelse- och transportplaneringen har en nyckelroll både när det gäller att uppnå energipolitiska mål på längre sikt och när det gäller att effektivt utnyttja befintlig infrastruktur. Vi kan konstatera att det finns behov av planeringsmetoder som kan belysa samband och målkonflikter mellan fysisk planering, ekonomisk planering och energiplanering, se figur 66.

I tillämpningsavsnitten i del II har vi antytt hur TRANSLOK:s nuvarande modellsystem kan utnyttjas för att belysa några av dessa systemsamband (se särskilt avsnitt 9). Utvecklingsarbete pågår i samarbete med Uppsala kommun (kostnadsaspekter) samt inom projektet "Regionplanering och framtida energisystem" (energiaspekter). När TRANSLOK:s modellsystem prövas i nya kommuner bör integreringen av kostnads- och energiaspekter särskilt uppmärksammas.



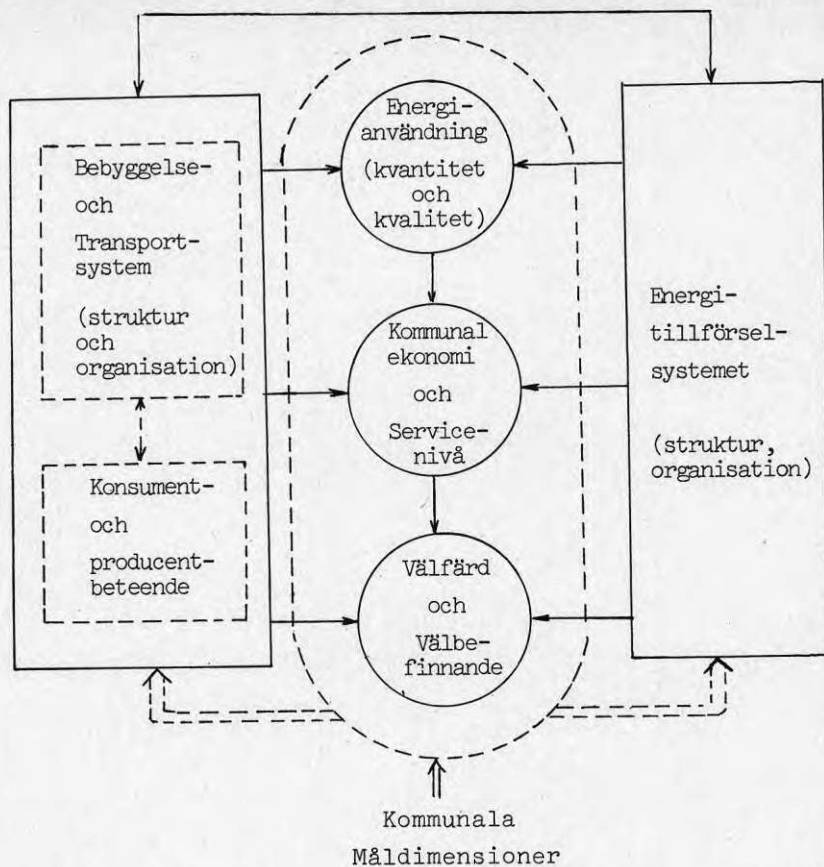
Figur 66: Växelverkan mellan ekonomiska, geografiska och energimässiga perspektiv.

#### Systemanalytiska metoder i samhällsplaneringen

I kapitel 11 hävdade vi att det bör finnas en växande "marknad" för systemanalytiska metoder inom samhällsplaneringen under 80-talet. Bakgrunden var våra observationer att mål- och intressekonflikter samt hanteringen av olika slags osäkerheter fått allt större betydelse inom översiktlig planering. Till detta skall läggas det krav på helhetssyn som beror på starka ömsesidiga beroenden mellan kommunernas ekonomi, geografi och energisystem.

Systemanalytiska angreppssätt är särskilt lämpade för analys av långsiktiga och översiktliga problemställningar som inbegriper mål- och intressekonflikter, innehåller olika slags osäkerhet samt som kräver helhetssyn och tvärvetenskapligt samarbete. Matematiska modeller utnyttjas ofta som hjälpmedel i systemanalytiska studier. En "modellberedskap" för systemanalytiska tillämpningar kräver grundläggande kompetens särskilt inom områdena flermålsanalys, beslutsteori och dynamiska system.

TRANSLOK:s modellsystem kan ses som ett embryo till systemanalytisk metodik för bebyggelse- och transportplanering. Ytterligare forskning behövs dock för att förbättra behandlingen av målkonflikter och osäkerheter. Speciellt behöver metoder utvecklas för att belysa samspelet mellan ekonomiska, fysiska och energimässiga aspekter i den kommunala planeringen, se figur 67.



Figur 67: Systemsamband i kommunal planering.



## APPENDIX 1: Läsanvisningar och referenser

En fullständig, kommenterad bibliografi över de ämnen som behandlas i rapporten skulle bli mycket omfattande. Något försök att prestera en sådan förteckning skall inte heller göras här. Vi skall i stället sammanställa det underlag som använts vid skrivningen av rapporten. Vi skall också ge exempel på referenser till de alternativa metodansatser som diskuteras under vart och ett av avsnitten 6-10. Varje referens kommenteras kortfattat. För utförligare hänvisningar till den internationella litteraturen uppmanas läsaren att konsultera referenslistorna i de rapporter som nämns nedan.

### Kapitel 1 Utveckling av ett modellsystem - TRANSLOK

Modellbegreppet behandlas utförligare i:

- L. Lundqvist : Vad är en modell - en introduktion. Seminarium på Regionplanekontoret, Stockholms läns landsting, 1973, stencil.
- S. Andersson : Planeringens grundproblem, Liber, 1979.
- L. Ingelstam : Delrapport från Sekretariatet för framtidsstudier.
- L. Ingelstam : Matematik och samhällsplanering, ingår i rapporten "Matematiska modeller för fysisk planering", meddelande 1970:3, Regionplanekontoret, Stockholm.

Värdepremisser och systembegrepp diskuteras i:

- A. Karlqvist : Some theoretical aspects of urban modeling with special reference to TRANSLOC and TOPAZ, CSIRO, Highett, Australien, 1977.

TRANSLOK:s framväxt och 70-talets förändrade planeringsklimat beskrivs i:

- L. Lundqvist : Models of Stockholm: policy perspectives, Sistemi Urbani, No. 3, 1979.

### Kapitel 2 Modellsystemets egenskaper

Den ursprungliga uppläggningsen av TRANSLOK presenteras i:

- L. Lundqvist : Integrated transportation - location analysis; a decomposition approach, Regional and urban economics, Vol. 3, 1973.

En sammanställning av TRANSLOK-tillämpningar och den reviderade synen på TRANSLOK:s modellsystem finns redovisad i följande uppsats, som också jämför planeringssituationen i svenska städer med förutsättningarna för ett antal vanligen förekommande modelltyper:

- L. Lundqvist : Planning for freedom of action, ingår i Karlqvist, Lundqvist, Snickars, Weibull (eds.): Spatial interaction theory and planning models, North-Holland, 1978.

### Kapitel 3 Delmodellernas egenskaper

TRANSLOK:s tidiga uppläggnig och delmodellernas principiella struktur behandlas i:

- L. Lundqvist : Trängsel och tillgänglighet - några delresultat från TRANSLOK. Seminarium på Regionplanekontoret 1973, stencil.

### Kapitel 4 Utvärderingsmått - tillgänglighet och lokal områdeskvalitet

Den allmänna diskussionen av TRANSLOK:s utvärderingsmått - kontaktkostnad och täthet - bygger på ett antal specialuppsatser. Tillgänglighetsbegreppet behandlas t.ex. i:

- F. Snickars : Några exempel på beskrivning och utvärdering av vissa planegenskaper. Seminarium på Regionplanekontoret 1973, stencil.
- A. Karlqvist : Some theoretical aspects of accessibility-based location models, ingår i Karlqvist, Lundqvist, Snickars (eds.): Dynamic allocation of urban space, Saxon House, 1975.
- J.W. Weibull : Kvantitativa mått på tillgänglighet som hjälpmedel vid servicelokalisering, ingår i: Detaljhandelsplanering i kommuner och regioner, Svenska kommunalstatistiska föreningen, 1975.
- J.W. Weibull : Några sannolikheteoretiska ansatser för utveckling av tillgänglighetsmått, Samhällsplaneringsgruppen, 1976, stencil.
- J.W. Weibull : An axiomatic approach to the measurement of accessibility, Regional Science and Urban Economics, Vol. 6, 1976.
- J.W. Weibull: : On the numerical measurement of accessibility, Environment and Planning A, Vol. 12, 1980.
- H.C.W.L. Williams: Accessibility, spatial interaction and the spatial benefit analysis of land use - transportation plans, ingår i Karlqvist, Lundqvist, Snickars, Weibull (eds.): Spatial interaction theory and planning models, North-Holland, 1978.
- P.W. Abelson : Uses and abuses of concepts of accessibility in transport planning, Macquarie University, North Ryde, Australien, 1980.
- Täthetsbegreppet behandlas t.ex. i;
- P. Newman : A review of urban density models: Towards a resolution of the conflict between populace and planner, Murdoch University, Murdoch, Australien, 1980.
- P. Newman : Urban density (1): Understanding the trends and Urban density (2): Planning and policy implications, Murdoch University, Murdoch, Australien, 1979.



J. Dunstan : The effect of crowding on behaviour: empirical measures for testing theoretical models, Urban Studies, Vol. 16, 1979.

Samlade utvärderingsmått innehållande olika målkomponenter diskuteras i bl.a.:

OECD-Environ- : Urban environmental indicators - a tool to  
ment Committee assess the quality of man's urban environ-  
ment, Paris, 1978.

H. Ben-Shahar : Town planning and welfare maximization:  
A. Mazor a methodological approach, Regional Stu-  
D. Pines dies, Vol. 3, 1969.

Inom "urban economics" har mikroteoretiska utgångspunkter valts för jämvikts- och välfärdsorienterade analyser:

W. Alonso : Location and land use, Harvard University Press, 1964.

A. Dixit : The optimum factory town, Bell Journal of Economics and Management, Vol. 4, 1973.

#### Kapitel 5 Osäkerhet och målkonflikter - - handlingsutrymme och handlingsfrihet

En seminariereserie på Regionplanekontoret 1974/1975 behandlade bl.a. beslut under osäkerhet. Följande seminarier finns dokumenterade:

A. Karlqvist : Vad är sannolikhet?

A. Karlqvist : Beslut under osäkerhet?

J.W. Weibull : Om värdet av observationer vid beslut under osäkerhet.

L. Lundqvist : Beslut under upplösbar osäkerhet.

L. Lundqvist : Exempel på modellmässig hantering av upplösbar osäkerhet.

En tvärvetenskaplig studie av flermålsproblem med tonvikt på regionala planeringsproblem finns publicerad:

P. Rietvald : Multiple objective decision methods and regional planning, North-Holland, 1980.

Följande två volymer innehåller en allmän analys av flermålsproblem:

D.E. Bell : Conflicting objectives in decisions,

R.L. Keeney John Wiley, 1977.

H. Raiffa (eds.)

M.K. Starr : Multiple criteria decision making,

M. Zeleny (eds.) North-Holland, 1977.

Betydelsen av adaptivitet och robusta lösningar inom fysisk, ekonomisk och energi-planering diskuteras i följande uppsats som också tar upp mätproblem och användning av vissa TRANSLOK-modeller för generering av adaptiva strategier och robusta planalternativ.

- L. Lundqvist : Goals of adaptivity and robustness in applied regional and urban planning models. Kommer att publiceras i boken Albegov, Andersson, Snickars (eds.): Regional development modeling: theory and practice, North-Holland, 1982.

En översikt över hantering av olika slags osäkerhet och en metodik för utvärdering av adaptiva strategier redovisas i:

- P. Strangert : Information, uncertainty and adaptive planning, Försvarets forskningsanstalt, 1974.

#### Kapitel 6 Regionala framtidsbilder - MORSE

Avsnittet bygger huvudsakligen på uppsatsen:

- L. Lundqvist : A dynamic multiregional input-output model for analyzing regional development, employment and energy use, Samhällsplaneringsgruppen, 1980, stencil.

Sammankopplingen mellan MORSE och en nationell MSG-modell behandlas närmare i följande uppsats som också innehåller känslighetsanalyser avseende den regionalekonomiska utvecklingens beroende av utrikes och inrikes leveranssamband:

- L. Lundqvist : Multisectoral and multiregional analysis of a small open economy - the Swedish case, Samhällsplaneringsgruppen, 1981, stencil.

Ytterligare resultat från långsiktiga scenarier beräknade med MSG/MORSE kommer inom kort att publiceras inom projektet "Regionplanering och framtida energisystem".

Långtidsutredningarnas regionala nedbrytningsmetodik och länsplaneringens "uppbyggnadsmetodik" beskrivs i följande rapporter:

- F. Snickars : Regional nedbrytning och prognoserad efterfrågan på arbetskraft - underlagsmaterial till långtidsutredningen 1978 och länsplanering 1980, Industridepartementet, departementsstencil, 1979.

Arbetsmarknads- : Politik för regional balans - utvärdering av länsplanering 1974, SOU 1975:91, Liber, 1975.

#### Kapitel 7 Långsiktig regionstruktur - SALT

Avsnittet bygger huvudsakligen på följande fyra uppsatser som representerar olika stadier av SALT:s utveckling:

- L. Lundqvist : Urban planning of locational structures with due regard to user behaviour, Environment and Planning A, Vol. 10, 1978.
- L. Lundqvist : Adaptivity and freedom of action in urban development planning, Samhällsplaneringsgruppen, 1977, stencil.  
Innehåller utförlig modell-, indata- och resultatredovisning avseende målkonflikter och handlingsutrymme på mycket översiktlig nivå (s. 54-59).

- M. Holm : Regionstrukturer år 2005, Regionplane-  
kontoret, 1977.
- L. Lundqvist : Innehåller modell-, indata och resultat-  
redovisning avseende handlingsutrymme på  
kort och lång sikt på mera detaljerad  
nivå (s. 59-67).
- L. Lundqvist : Transportation analysis and activity loca-  
tion in land use planning - with applica-  
tions to the Stockholm region, ingår i  
Karlqvist, Lundqvist, Snickars (eds.):  
Dynamic allocation of urban space, Saxon  
House, 1975.  
Innehåller en första modellformulering  
och en serie tillämpningar inkl. en studie  
av inomregionala obalanser (s. 67-73).

En resultatnriktad presentation av SALT-kalkylerna (s. 73-79) baserade på de preliminära regionplaneförslagen 1978 utgjorde del av underlaget för Trafikkontorets tjänsteutlåtande över planförslagen:

- L. Lundqvist : Regionplaneförslagen - preliminärt försök till utvärdering av långsiktig handlingsfrihet och arbetspendling, Trafikkontoret, Stockholms läns landsting, 1978.
- Trafikkontoret : Yttrande över preliminärt förslag till regionplan 1978.  
Tjänsteutlåtande 1978-10-02.

Avsnittet om metodansatser berör såväl modeller för samordning av lokaliseringsmönster som transportplaneringsproblem och en kombination av dessa. Mycket få arbeten har sökt behandla det kombinerade markanvändnings- och transportproblemet. Förutom ett antal välfärdsorienterade uppsatser inom "urban economics"-skolan (se Dixit, kapitel 4) kan nämnas:

- M. Los : Simultaneous optimization of land use and transportation: a synthesis of the quadratic assignment problem and of the optimal network problem, Regional Science and Urban Economics, Vol. 8, 1978.
- M. Los : A discrete-convex programming approach to the simultaneous optimization of land use and transportation, Transportation Research, Vol. 13 B, 1979.
- M. Ripper  
P. Varaiya : An optimizing model of urban development, Environment and Planning A, Vol. 6, 1974.

Det rena transportplaneringsproblemet (kapacitetsutbyggnad, användning) behandlas t.ex. i:

- G. Bergendahl : Models for investments in a road network, Bonniers, 1969.
- P.A. Steenbrink : Optimization of transport networks, John Wiley, 1974.

samt i ett antal uppsatser publicerade i Transportation Research, Vol. 13 B, 1979.

Det rena markanvändningsproblemet behandlar vi i nästa kapitel.

Kapitel 8 Samtidig lokalisering av flera verksamheter - MALOK

Avsnittet baserar sig i huvudsak på följande beskrivningar av MALOK:

- L. Lundqvist : Integrated location - transportation analysis; a decomposition approach (avsnitt 4), Regional and Urban Economics, Vol. 3, 1973.
- L. Lundqvist : Planning for freedom of action (avsnitt 4.3), ingår i Karlqvist, Lundqvist, Snickars, Weibull (eds.): Spatial interaction theory and planning models, North-Holland, 1978.
- L. Lundqvist : Brommas utnyttjande i ett regionalt perspektiv, Stockholms stadsbyggnadskontor, 1976.

Formuleringen av MALOK-modellerna byggde delvis på tidigare erfarenheter från flersektors lokaliseringmodeller:

- A. Karlqvist : A contact model for spatial allocation, Regional Studies, Vol. 6, 1972.
- L. Lundqvist
- F. Snickars : En dynamisk modell för inomregional lokalisering - med tillämpning på Stockholmsregionen, BFR rapport R47, 1974.

Bland kvalitativt orienterade välfärdsmaximerande ansatser kan (förutom tidigare referens till Dixit, se kapitel 4) nämnas:

- J.A. Mirrlees : The optimum town, Swedish Journal of Economics, Vol. 74, 1972.

Bland kvantitativt orienterade optimeringsansatser märks bl.a.:

- J.F. Brotchie : TOPAZ - General planning technique and its applications at the regional, urban and facility planning levels, Springer-Verlag, 1980.
- J.W. Dickey
- R. Sharpe
- J.D. Coelho : On the design of land use plans through locational surplus maximization, Papers of the Regional Science Association, Vol. 40, 1978.
- H.C.W.L. Williams

Beträffande jämviktsansatser kan Alonsos bok (se kapitel 4) tjäna som typexempel på en kvalitativt orienterad analys, medan utvecklingar av den klassiska s.k. Lowry-modellen kan ses som typexempel på en kvantitativt orienterad ansats:

- R.A. Garin : A matrix formulation of the Lowry model for intrametropolitan activity allocation, Journal of the American Institute of Planners, Vol. 32, 1966.

Bland senare, teoretiskt mera avancerade, jämviktsbetonade ansatser bör nämnas:

- L.S.Devereux : Bilbao land use and transport model, presenterad för "International study group on land use/transport interactions", 1982.  
 M.H.Echenique  
 A.D.J.Flowerdew  
 D. Boyce : Combined models of location, destination, mode and route choice; a unified approach using nested entropy constraints, University of Illinois, 1981.  
 L. LeBlanc  
 K. Chon  
 K.-T. Lin

#### Kapitel 9 Detaljerad lokalisering av en verksamhet - SALOK

Avsnittet bygget huvudsakligen på två publicerade uppsatser:

- M. Holm : Spatial allocation of housing programmes - a model of accessibility and space utilization, Papers of the Regional Science Association, Vol. 38, 1977.  
 L. Lundqvist  
 L. Lundqvist : Transportation systems and residential location, kommer att publiceras i European Journal of Operational Research.  
 L.-G. Mattsson

Tillämpningarna på Göteborg och Stockholm finns närmare beskrivna i följande rapporter beställda av resp. planeringskontor:

- M. Holm : Göteborgsregionen - lokalisering av bostadsbyggandet 1973-1985 - en modellstudie, Bilaga 2 till "Göteborgsregionen - förslag till bostadsbyggande 1975-85", Göteborgsregionens kommunalförbund, 1974.  
 L. Lundqvist : Trafiksystem och markanvändning i Stockholmsregionens nordostsektor 1990-2005, Trafikkontoret, 1979.  
 L. Lundqvist : Trafiksystem och bostadsbebyggelse i Stockholmsregionens sydvästsektor 1990-2005, Trafikkontoret, 1980.

Planerarnas sammanfattning och slutsatser av kalkylerna finns redovisade i:

- Trafikkontoret : Roslagsbana, tunnelbana eller buss till Åkersberga efter sekelskiftet - resultat av en TRANSPORT- och LOKALISERINGSSTUDIE ÖVER MARKANVÄNDNINGEN 1990-2005 i nordostsektorn vid fyra olika trafiksystem, Trafikkontoret, 1979.  
 m.fl.

En första uppsats med formulering och resultat av Uppsala-modellen väntas föreligga under hösten 1982. SALOK-tillämpningar för beräkning av energitätheter och energibesparande lokaliseringsmönster kommer att redovisas inom projektet "Regionplanering och framtida energisystem", 1982-1983.

Arbetsplatslokalisering med SALOK-liknande modellformuleringar diskuteras i:

- J.W. Weibull : Diskussion av några kvantitativa mått på åtkomlighet. Seminarium vid Regionplane-kontoret 1975, stencil (ingår i det dokument som nämns i kapitel 5).
- L. Lundqvist : Närheten till arbetsplatser i Södertälje kommun - några räkneexempel, Samhällsplaneringsgruppen, 1975, stencil.
- F. Snickars

I avsnittet om metodansatser nämns tre klasser av modeller. Följande referenser kan ses som representativa för var och en av dessa:

- J. MacKinnon : Urban general equilibrium models and simplicial search algorithms, Journal of Urban Economics, Vol. 1, 1974.
- A. Anas : Residential location markets and urban transportation: Economic Theory, Econometrics and Public Policy Analysis, Academic Press, New York, 1982.
- W. Wheaton : Linear programming and locational equilibrium - the Herbert-Stevens model revisited, Journal of Urban Economics, Vol. 1, 1974.

Samhällsplaneringsgruppens forskning om bostadsmarknaden har till större delen utförts av Folke Snickars och redovisas t.ex. i hans avhandling: "Some mathematical models for urban and regional planning", KTH, 1978.

Bostadsmarknadsanalys med tonvikt på dynamik och ojämviktsfenomen behandlas i:

- J.W. Weibull : A dynamic model of trade frictions and disequilibrium in the housing market.

#### Kapitel 10 Användning av trafiksystemen - TRAMA

TRAMA:s struktur och användning för långsiktiga pendlingsprognoser redovisas i:

- G. Tegnér : Pendlingsmönster år 2000 i sex alternativa fysiska strukturer - några resultat av beteendemodellen TRAMA. Bilagedel 4:4 i "Alternativa fysiska regionstrukturer år 2000", rapport 1976:1, Regionplanekontoret.

Utvärderingar av regionplaneförslag med hjälp av TRAMA samt samkörningar med SALT beskrivs i följande två rapporter (jämför kapitel 7):

- L. Lundqvist : Urban planning of locational structures with due regard to user behaviour. Environment and Planning A, Vol. 10, 1978.

L. Lundqvist : Regionplanealternativen - preliminärt försök till utvärdering av långsiktig handlingsfrihet och arbetspendling, Trafikkontoret, 1978.

Fyrstegsmodellen har utvecklats och tillämpats på många ställen, t.ex. "Urban transportation planning system (UTPS)" vid Urban mass transportation administration, Washington, och "Land use transportation studies (LUTS)", utvecklat i England. Det senare beskrivs i:

A.G. Wilson : Travel demand forecasting: achievement and problems in urban travel demand forecasting, Transportation Research Board Special Report 173, Washington, 1973.

En generalisering av de aggregerade s.k. entropimaximerande trafikprognosmodellerna med tillämpning på Stockholmsregionen redovisas i:

F. Snickars : A minimum information principle - theory and practice, Regional Science and Urban Economics, Vol. 7, 1977.  
J.W. Weibull

Den snabba utvecklingen av de disaggregerade trafikprognosmodellerna under 1970-talet har resulterat i en omfattande litteratur. Ett av de viktigaste bidragen utgörs av:

T.A. Domencich : Urban travel demand, North-Holland, 1975.  
D. McFadden

En simultan modell för trafikfördelning, färdmedelsval och ruttfördelning som passar synnerligen väl in i TRANSLOK:s modellsystem (s. 134) finns beskriven i:

M. Florian : A combined trip distribution, modal split and trip assignment model, Transportation Research, Vol. 12, 1978.  
S. Nguyen

## Kapitel 11 Erfarenheter

Erfarenheter från utveckling och tillämpning av TRANSLOK:s modellsystem diskuteras i:

A. Karlqvist : Some theoretical aspects of urban modeling with special reference to TRANSLOC and TOPAZ, CSIRO, Highett, Australien, 1977.

L. Lundqvist : Models of Stockholm: policy perspectives, Sistemi Urbani, No. 3, 1979.

Allmänna erfarenheter från vår forskning om matematiska modeller för samhällsplanering finns sammanfattade i:

A. Karlqvist : Erfarenheter från en forskningsgrupp, Samhällsplaneringsgruppen, 1975, stencil.

L. Lundqvist : Erfarenheter från Samhällsplaneringsgruppens verksamhet under 70-talet, bilaga till forskningsprogram, Samhällsplaneringsgruppen, 1981, stencil.  
J.W. Weibull

Kapitel 12 Forskningsbehov

I Samhällsplaneringsgruppens nuvarande forskningsprogram tas några av de forskningsbehov upp som aktualiserats under utveckling och tillämpning av TRANSLOK:s modellsystem:

- L. Lundqvist : Systemanalytiska metoder i samhällsplaneringen - med särskild inriktning på samband mellan samhällsplanering och energi,  
L.-G. Mattsson :  
J.W. Weibull : Samhällsplaneringsgruppen, 1981, stencil.



APPENDIX 2: Modellernas matematiska formuleringA2.1 MORSE

Välj variablerna  $X_{it}$ ,  $X_{irt}$ ,  $XC_{rt}$ ,  $I_{irt}$  och  $EX_t$  så att målfunktionen

$$\sum_{t=1}^{NT} \left\{ V1 \cdot d_t \sum_{r=1}^{NR} XC_{rt} + V2 \cdot \sum_{i=1}^{NS} \sum_{r=1}^{NR} \ell_{irt} X_{irt} + V3 \cdot \sum_{r=1}^{NR} \sum_{k=1}^{NK} u_k \left[ \sum_{i=1}^{NS} e_{irt}^k X_{irt} + ec_{rt}^k XC_{rt} \right] \right\}$$

maximeras med hänsyn till följande restriktioner:

$$X_{irt} + m_{irt} X_{irt} \geq \beta_{ir} \sum_{j=1}^{NS} a_{ij}^r X_{jrt} + \gamma_{ir} \left\{ a_{ic}^{rt} XC_{rt} + \sum_{j=1}^{NS} b_{ij} I_{jrt} \right\} + ex_{irt} EX_t + dx_{irt}$$

$$dx_{irt} = \sum_{s=1}^{NR} \omega_{ir}^s \left[ (1-\beta_{is}) \sum_{j=1}^{NS} a_{ij}^s X_{jst} + (1-\gamma_{is}) \left\{ a_{ic}^{st} XC_{st} + \sum_{j=1}^{NS} b_{ij} I_{jst} \right\} \right]$$

$$X_{irt} = \alpha_{ir} X_{it} \quad (\text{nationellt specificerade sektorer})$$

$$XC_{rt} \geq g_{rt} \sum_{i=1}^{NS} f_{ir} X_{irt}$$

$$- \sum_{i=1}^{NS} \sum_{r=1}^{NR} m_{irt} \epsilon_i X_{irt} + EX_t \geq \overline{EOP}_t$$

$$c_{irt} X_{irt} \leq c_{ir}^0 (1-\delta_i)^t + (1-\delta_i)^{t-1} I_{ir1} + \dots + I_{irt}$$

$$\bar{L}_{rt} \leq \sum_{i=1}^{NS} \ell_{irt} X_{irt} \leq \bar{L}_{rt}$$

$$\sum_{r=1}^{NR} \left[ \sum_{i=1}^{NS} e_{irt}^k X_{irt} + ec_{rt}^k XC_{rt} \right] \leq \bar{E}_t^k$$

$$\sum_{i=1}^{NS} \sum_{r=1}^{NR} \left\{ c_{ir}^0 (1-\delta_i)^t + (1-\delta_i)^{t-1} I_{ir1} + \dots + I_{irt} \right\} \geq \bar{CI}_t$$

$$X_{it} \geq 0 \quad (\text{nationellt specificerade sektorer}),$$

$$X_{irt} \geq 0 \quad (\text{regionalt specificerade sektorer}),$$

$$XC_{rt} \geq 0, \quad I_{irt} \geq 0, \quad EX_t \geq 0$$

Målfunktionen innebär att total konsumtion eller total samsystemställning kan maximeras eller att total energianvändning (eller total användning av något visst energislag) kan minimeras. Vidare kan godtyckliga linjära kombinationer av dessa delmål optimeras.

Restriktionerna innebär i tur och ordning:

- försörjningsbalans (formulerad i termer av utbud och efterfrågan på produkter från den egna regionen, dvs. efter avdrag av inrikes import)
- definition av efterfrågan på inrikes export
- regional fördelning av sektorer vars produktion endast bestäms på nationell nivå
- relation mellan totala konsumtionen och totalt förädlingsvärde på regional nivå
- betalningsbalanskrav
- relationer mellan efterfrågan och utbud på kapital
- relationer mellan efterfrågan och utbud på arbetskraft
- undre gräns för kapitalbildningen

Beteckningar:

Variabler:

- $X_{it}$  : produktion i nationellt specificerade sektorer (sektor i, tidsperiod t)
- $X_{irt}$  : produktion i regionalt specificerade sektorer (sektor i, region r, tidsperiod t)
- $XC_{rt}$  : total konsumtion (region r, tidsperiod t)
- $I_{irt}$  : investeringar (sektor i, region r, tidsperiod t)
- $EX_t$  : utrikes export (tidsperiod t)

Parametrar:

- $NT, NR, NS, NK$  : antal tidsperioder, regioner, sektorer och energislag
- $V1, V2, V3$  : vikter på konsumtions-, sysselsättnings- och energikomponenterna i målfunktionen
- $d_t$  : värdering av konsumtionsnivå under period t (tidsdiskontering)
- $l_{irt}$  : åtgång av arbetskraft per produktionsenhet i sektor i, region r och tidsperiod t
- $e_{irt}^k$  : åtgång av energislag k per produktionsenhet i sektor i, region r och tidsperiod t
- $e_{rt}^k$  : åtgång av energislag k (för privat konsumtion) per enhet total konsumtion i region r och tidsperiod t
- $u_k$  : vikten på olika energislag vid beräkning av energikomponenten i målfunktionen
- $m_{irt}$  : utrikes import angiven som andel av bruttoproduktionen i sektor i, region r och tidsperiod t
- $ex_{irt}$  : andel av den totala utrikes exporten i tidsperiod t som härrör från sektor i och region r
- $a_{ij}^r$  : input-output koefficienter som anger hur mycket insatsleveranser från sektor i som krävs per produktionsenhet i sektor j och region r
- $a_{iC}^{rt}$  : andel av den totala konsumtionen i region r och tidsperiod t som kommer från sektor i
- $b_{ij}$  : andel av investeringarna i sektor j som levereras från sektor i
- $\beta_{ir}$  : andel av insatsleveranserna från sektor i till region r som kommer från den egna regionen (lokal produktion eller import)
- $\gamma_{ir}$  : andel av leveranserna från sektor i till slutlig förbrukning i region r som kommer från den egna regionen (lokal produktion eller import)

$dx_{irt}$	: inrikes export från sektor i och region r i tidsperiod t
$w_{ir}^s$	: andel av inrikesimporten av sektor i-produkter till region s som kommer från region r
$\alpha_{ir}$	: andel av nationellt specificerad sektor i som är lokaliserad till region r
$g_{rt}$	: minsta andel av det totala förädlingsvärdet i region r och tidsperiod t som konsumeras
$f_{ir}$	: förädlingsvärdesandel i bruttoproduktionen i sektor i och region r
$\epsilon_i$	: nettoandel av utrikesimportens värde i sektor i efter avdrag av tullar, avgifter, vissa marginaler $mm$
$\overline{BOP}_t$	bytesbalanskrav (i fasta priser) i tidsperiod t
$c_{irt}$	: åtgång av kapital per produktionsenhet i sektor i, region r och tidsperiod t
$c_{ir}^0$	: basårets kapitalstock i sektor i och region r
$\delta_i$	: årlig förslitning (depreciering) av kapitalstocken i sektor i
$\bar{L}_{rt}, \bar{\bar{L}}_{rt}$	: undre och övre gräns för sysselsättningen i region r i tidsperiod t
$\bar{E}_t^k$	: övre gräns för total användning av energislag k i tidsperiod t
$\overline{CT}_t$	: undre gräns för den totala kapitalstockens volym i tidsperiod t

#### A2.2 SALT

Välj variablerna  $X_{ik}$  och  $\bar{t}$  så att målfunktionen

$$\begin{aligned}
 &ALFA \cdot \sum_{ik} \frac{X_{ik}}{A_k} \left\{ \sum_l w_{kl} \left( \frac{\sum_j c_{ij}(\bar{t}) \frac{X_{jl}}{A_l}}{d_{kl}} + \right. \right. \\
 &+ (1 - BET_{kl}) w_{kl} \left[ \frac{1}{\sum_j q_{ij}(\bar{t}) \frac{X_{jl}}{\sum_s p_{sj}(\bar{t}) X_{sk}}} + (1 - GAM_{kl}) \frac{1}{\sum_j q_{ij}^{kl}(\bar{t}) \frac{X_{jl}}{A_k}} \right] \left. \right\} + \\
 &+ (1 - ALFA) \cdot \sum_i \left( \frac{\sum_k X_{ik} u_k}{\sum_{jk} X_{jk} u_k} \right) \left( \frac{\sum_k X_{ik} s_{ik}}{y_i(\bar{t})} \right)
 \end{aligned}$$

minimeras med hänsyn till följande restriktioner:

$$\left\{ \begin{aligned}
 &\sum_i X_{ik} = A_k \\
 &\sum_{ik} (X_{ik} - \bar{X}_{ik}) r_{ik}^j + \sum_l t_{lrt}^j \leq \bar{R}_j \\
 &\bar{X}_{ik} \leq X_{ik} \leq \bar{\bar{X}}_{ik}
 \end{aligned} \right.$$

Målfunktionen innebär att en totalkostnad sammansatt av kontaktkostnad (med vikten ALFA) och täthet (med vikten  $(1-ALFA)$ ) minimeras. Kontaktkostnaden är i sin tur sammansatt av medelrestid (med vikten BET), olägenheten av låg åtkomlighet (med vikten  $(1-BET) \cdot GAM$ ) samt olägenheten av låg tillgång (med vikten  $(1-BET) \cdot (1-GAM)$ ). Genom att välja lämpliga värden på ALFA, BET och GAM kan olika kombinationer av kontaktkostnad och täthet med olika sammansättningar av kontaktkostnadsmåttet optimeras.

Restriktionerna innebär i tur och ordning:

- givna totalvolymen av olika verksamheter
- begränsad tillgång på resurser för utökad bebyggelse och/eller förbättringar av transportsystemen
- undre och övre gränser för verksamhetsvolymen i olika regiondelar

Beteckningar:

Variabler:

$X_{ik}$  : volym av verksamhet  $k$  i område  $i$  vid planeringshorisonten

$\bar{t} = (t_1, t_2, \dots, t_n)$ :

vektor som beskriver transportsystemets struktur vid planeringshorisonten:

$$t_i = \begin{cases} 1 & \text{om transportförbättring i har realiserats} \\ 0 & \text{om transportförbättring i ej har realiserats} \end{cases}$$

Parametrar

ALFA : avvägning mellan kontaktkostnad och täthet

$BET_{kl}$  : relativ vikt på medelrestid i förhållande till kombinerade olägenheter (låg tillgång och låg åtkomlighet) vid beräkning av kontaktkostnad mellan verksamheterna  $k$  och  $l$  ( $0 \leq BET \leq 1$ )

$GAM_{kl}$  : relativ vikt på låg åtkomlighet i förhållande till låg tillgång vid beräkning av kombinerad olägenhet mellan verksamheterna  $k$  och  $l$  ( $0 \leq GAM \leq 1$ )

$w_{kl}$  : relativ betydelse av kontakter mellan verksamheterna  $k$  och  $l$  (kontaktbehov, kontaktfrekvens)

$ww_{kl}$  : justeringsfaktor vid beräkning av olägenheten av låg tillgång och låg åtkomlighet mellan verksamheterna  $k$  och  $l$  (beror på att vid bostad-arbete-kontakter skall förvärvsarbetande nattbefolkning användas vid beräkning av konkurrensen om arbetsplatser i stället för nattbefolkningen)

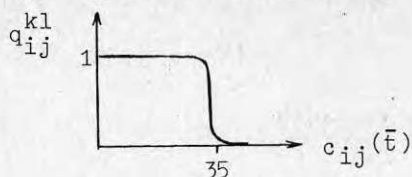
$A_k$  : total volym av verksamhet  $k$  i regionen vid planeringshorisonten

$c_{ij}(\bar{t})$  : sammanvägd (bil, kollektivtrafik) restid mellan områdena  $i$  och  $j$  som beror på transportsystemets struktur ( $\bar{t}$ ). Restiden erhålles genom att beräkna snabbaste vägen i det transportsystem som beskrivs av  $\bar{t}$ .

$d_{kl}$  : referensrestid för kontakter mellan verksamheterna  $k$  och  $l$  (används för att normera medelrestidsmåttet)

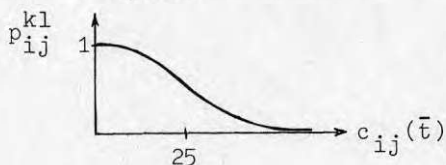
$q_{ij}^{kl}$  : "diskonteringsfaktor" vid beräkning av den volym av verksamhet  $l$  (i område  $j$ ) som befinner sig inom viss restid från verksamhet  $k$  i område  $i$ .

Approximativ stegfunktion:



$$q_{ij}^{kl} = \begin{cases} 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{c_{ij}(\bar{t})}{35} \right)^{10} & 0 \leq c_{ij}(\bar{t}) \leq 35 \\ \frac{1}{2} e^{-\frac{1}{3.5} (c_{ij}(\bar{t}) - 35)} & c_{ij}(\bar{t}) > 35 \end{cases}$$

$p_{ij}^{kl}$  : genomsnittlig resebenägenhet mellan en enhet av verksamhet  $k$  i område  $i$  och en enhet av verksamhet  $l$  i område  $j$ :



$$p_{ij}^{kl} = \begin{cases} 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{c_{ij}(\bar{t})}{25} \right)^{\frac{25}{12}} & 0 \leq c_{ij}(\bar{t}) \leq 25 \\ \frac{1}{2} e^{-\frac{1}{12} (c_{ij}(\bar{t}) - 25)} & c_{ij}(\bar{t}) > 25 \end{cases}$$

$u_k$  : indikator med värdet 1 om verksamhet  $k$ 's volym skall inräknas i delområdenas vikt vid sammanvägning av delområdenas täthetsmått till ett regionalt täthetsindex. Om så ej är fallet har indikatorn värdet 0.

$s_{ik}$  : intensitet som används vid beräkning av det områdesvisa täthetsmättet. Antar värdet 1 om tätheten skall uttryckas i personer per ytenhet (verksamhetsvolymen antas mätt i personer). Innehåller yta per person i område  $i$  och verksamhet  $k$  om täthetsmättet skall uttrycka "bruttoexploateringsstal" (använd yta i förhållande till total yta).

$y_i(\bar{t})$  : total bebyggbar yta (alternativt total tätortsyta) i område  $i$  med avdrag för den mark som används av transportsystemet vid utformningen  $\bar{t}$

$rb_{ik}^j$  : åtgång av resursslag  $j$  för byggnadsinvesteringar motsvarande en enhet av verksamhet  $k$  i område  $i$

$rt_{l1}^j$  : åtgång av resursslag  $j$  för genomförande av transportförbättring  $l$

$\bar{R}_j$  : tillgång på resursslag  $j$  under planeringsperioden

$\bar{X}_{ik}, \bar{\bar{X}}_{ik}$  : undre och övre gränser för volymen av verksamhet  $k$  i område  $i$  vid planeringshorisonten med hänsyn till bl.a. utglesning, rivning, permanentning, omvandling (undre gränsen) resp. yttillgång, infrastruktur, planberedskap (övre gränsen)

### A2.3 MALOK 1 och 2

Välj variablerna  $XX_{ijk}, SM_{jk}, XK_k, \{V_{ijk}\}$  (MALOK 1)

$XX_{ijk}, X_{ijk}, XXC_{ijk}, SM_{jk},$  (MALOK 2)  
 $i=1,2 \quad i=3,NA$

$\{XI_j, SMI_j, U_j\} \{V2_{jk}, V_{ijk}\}$  (MALOK 2).  
 $KBIV=1 \quad KRIV=1$

så att målfunktionen

$$\sum_k d_k \left\{ \text{BET} \left( \text{ALFA} \left( \sum_{ij} X_{ijk} f_{ijk} r_{jnk} w_{imk} X_{mnk} f_{mnk} - \sum_{ij} r_{iik} w_{jjk} f_{ijk} X_{ijk} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + (1-\text{ALFA}) \sum_{ijm} X_{ijk} \frac{b_{ijk}}{y_{jk}} P_{mjk} X_{mjk} \right) + (1-\text{BET}) \cdot \text{BYGG}_k \right\}$$

där  $\text{BYGG}_k = XK_k$  i MALOK 1

$$= \sum_{ij} XXC_{ijk} + \sum_j XX_{2jk} c_{2jk}^m \quad \text{i MALOK 2}$$

minimeras med hänsyn till följande restriktioner:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1. \sum_{i=1}^2 \sum_j l_{ijk} XX_{ijk} + \sum_{i=3}^{NA} \sum_j l_{ijk} X_{ijk} + l_k^{XK} XK_k \leq \bar{L}_k \quad \text{MALOK 1} \\ \sum_{i=1}^2 \sum_j l_{ijk} XX_{ijk} + \sum_{i=3}^{NA} \sum_j l_{ijk} X_{ijk} + \sum_j l_{ijk}^{XC} XXC_{ijk} \leq \bar{L}_k \quad \text{MALOK 2} \\ 2. \sum_{i=1}^2 \sum_j l_{ijk} XX_{ijk} + \sum_{i=3}^{NA} \sum_j l_{ijk} X_{ijk} + l_k^{XK} XK_k - \sum_j s_{jk} X_{2jk} = 0 \quad \text{MALOK 1} \\ \sum_j X_{2jk} = \bar{B}_k \quad \text{MALOK 2} \\ 3. \sum_{ij} XX_{ijk} c_{ijk}^m - XK_k = 0 \quad \text{MALOK 1} \\ \sum_{i \in S} X_{ijk} c_{ijk}^g - X_{Sjk}^{XC} \leq 0 \quad \text{MALOK 2} \\ 4. \text{ för } i=3, \dots, NA \quad \sum_j X_{ijk} = \bar{P}_{ik} \quad \text{MALOK 1,2} \end{array} \right.$$

$$5. \sum_{i=1}^{NA} b_{ijk}^m XX_{ijk} + SM_{j(k+1)} - \sum_{i=2}^{NA} (1 - v_{ijk}) X_{ijk}^0 b_{ijk}^{0g} - b_{jk}^1 XX_{1jk} - SM_{jk} = 0$$

MALOK 1

Om KBIV=0 gäller fall iii för samtliga tidsperioder:

$$i. k=1 \quad a) \sum_{i=1}^2 b_{ijk}^m XX_{ijk} + SM_{j(k+1)} - U_j Y_{jk}^0 - b_{jk}^1 XX_{1jk} - SM_{jk} = 0 \quad \text{MALOK 2}$$

$$b) bb_j^m XI_j + \sum_{i=1}^{NS} bc_{ijk}^m XXC_{ijk} + SMI_{j(k+1)} - (1 - U_j) Y_{jk}^0 - bb_j^1 XI_j - SMI_{jk} = 0$$

MALOK 2

$$ii. k=2 \quad \sum_{i=1}^2 b_{ijk}^m XX_{ijk} + \sum_{i=1}^{NS} bc_{ijk}^m XXC_{ijk} + SM_{j(k+1)} - Y_{jk}^0 - b_{jk}^1 XX_{1jk} - SM_{jk} - SMI_{jk} = 0$$

MALOK 2

$$iii. k \geq 3 \quad \sum_{i=1}^2 b_{ijk}^m XX_{ijk} + \sum_{i=1}^{NS} bc_{ijk}^m XXC_{ijk} + SM_{j(k+1)} - Y_{jk}^0 - b_{jk}^1 XX_{1jk} - SM_{jk} = 0$$

MALOK 2

$$\text{där } Y_{jk}^0 = (1 - v_{2jk}^2) X_{2jk}^0 b_{2jk}^{0g} + \sum_{i=1}^{NS} (1 - v_{ijk}) X_{ijk}^0 bc_{ijk}^{0g}$$

$$6. \quad X_{1jk} = X_{1j(k-1)} + b_{1jk}^m XX_{1jk} + bt_{jk} \quad \text{MALOK 1}$$

$$X_{1jk} = X_{1j(k-1)} + b_{1jk}^m XX_{1jk} + bt_{jk} + \{bb_j^m XI_j\}$$

om KBIV=1 och k=1

MALOK 2

$$7. \quad X_{2jk} = (1 - \delta_{2jk}) X_{2j(k-1)} + XX_{2jk} - (1 - v_{2jk}) X_{2jk}^0 \quad \text{MALOK 1}$$

$$X_{2jk} = (1 - \delta_{2jk}^2) X_{2j(k-1)} + XX_{2jk} - (1 - v_{2jk}^2) X_{2jk}^0 \quad \text{MALOK 2}$$

$$8. \quad \text{för } i=3, NA: XC_{ijk} = (1 - \delta_{ijk}) XC_{ij(k-1)} + XXC_{ijk} - (1 - v_{ijk}) XC_{ijk}^0$$

MALOK 1

$$\text{för } i=1, NS: XC_{ijk} = (1 - \delta_{ijk}) XC_{ij(k-1)} + XXC_{ijk} - (1 - v_{ijk}) XC_{ijk}^0$$

MALOK 2

$$9. \quad X_{2j(k+1)}^0 = v_{2jk} (1 - \delta_{2jk}) X_{2jk}^0 + q_{2j(k+1)} X_{2j0} \quad \text{MALOK 1}$$

$$X_{2j(k+1)}^2 = v_{2jk}^2 (1 - \delta_{2jk}^2) X_{2jk}^0 + q_{2j(k+1)}^2 X_{2j0} \quad \text{MALOK 2}$$

10. för  $i=3, NA$ :  $X_{ij(k+1)}^0 = V_{ijk}(1-\delta_{ijk})X_{ijk}^0 + q_{ij(k+1)}X_{ij0}$  MALOK 1  
 för  $i=1, NS$ :  $X_{ij(k+1)}^0 = V_{ijk}(1-\delta_{ijk})X_{ijk}^0 + q_{ij(k+1)}X_{ij0}$  MALOK 2
11.  $X_{ijk} = X_{ijk} c_{ijk}^g$  MALOK 1  
 $XX_{ijk} = XX_{ijk} c_{ijk}^m$  MALOK 1  
 $X_{ijk}^0 = X_{ijk}^0 c_{ijk}^g$  MALOK 1
12. 
$$\begin{pmatrix} \overline{XX}_{ijk} \\ \overline{SM}_{jk} \\ \overline{XK}_k \\ \{\overline{V}_{ijk}\} \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} XX_{ijk} \\ SM_{jk} \\ XK_k \\ \{V_{ijk}\} \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} \overline{\overline{XX}}_{ijk} \\ \overline{\overline{SM}}_{jk} \\ \overline{\overline{XK}}_k \\ \{\overline{\overline{V}}_{ijk}\} \end{pmatrix}$$
 MALOK 1
- $$\begin{pmatrix} \overline{XX}_{ijk} \\ \overline{X}_{ijk} \\ \overline{XXC}_{ijk} \\ \overline{SM}_{jk} \\ \overline{XI}_j \\ \{\overline{SMI}_j\} \\ \overline{U}_j \\ \overline{V2}_{jk} \\ \{\overline{V}_{ijk}\} \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} XX_{ijk} \\ X_{ijk} \\ XXC_{ij} \\ SM_{jk} \\ XI_j \\ \{SMI_j\} \\ U_j \\ V2_{jk} \\ \{V_{ijk}\} \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} \overline{\overline{XX}}_{ijk} \\ \overline{\overline{X}}_{ijk} \\ \overline{\overline{XXC}}_{ijk} \\ \overline{\overline{SM}}_{jk} \\ \overline{\overline{XI}}_j \\ \{\overline{\overline{SMI}}_j\} \\ \overline{\overline{U}}_j \\ \overline{\overline{V2}}_{jk} \\ \{\overline{\overline{V}}_{ijk}\} \end{pmatrix}$$
 MALOK 2

Målfunktionen innebär att en total kostnad sammansatt av kombinerad kontakt- och täthetskostnad (med vikten BET) och byggkostnad (med vikten (1-BET)) minimeras. Den kombinerade kontakt- och täthetskostnaden sammansätts i sin tur av medelrestid för potentiella kontakter (med vikten ALFA) och genomsnittlig andel ianspråktagen markyta (med vikten (1-ALFA)). Genom att välja lämpliga värden på ALFA och BET kan olika kombinationer av kontaktkostnad, täthetskostnad och byggkostnad optimeras.



Restriktionerna innebär i tur och ordning:

- (1) övre gräns på totala sysselsättningen i varje tidsperiod
  - (2) balans mellan bostadsmarknad och arbetsmarknad (MALOK 1) alternativt totalbostadsbestånd (MALOK 2) i varje tidsperiod
  - (3) definition av total kapitalbildning (MALOK 1) alternativt restriktion på kapitalanvändningen inom varje produktionskluster (MALOK 2) i varje tidsperiod
  - (4) specificerad varu- och tjänsteproduktion i varje tidsperiod
  - (5) användning av mark i varje tidsperiod för nyinvesteringar och för överföring till nästa tidsperiod måste motsvaras av ett överskott på mark från föregående tidsperiod, mark som frigörs genom rivning av tidigare bebyggelse eller mark som frigörs genom investeringar i lokal infrastruktur (MALOK 1)
- I MALOK 2 kan (om KBIV=1) markrestriktionen under första tidsperioden delas upp i varje regiondel på en markrestriktion för bostadsändamål (a) och en markrestriktion för varu- och tjänsteproduktion (b). Från och med andra tidsperioden finns endast en markrestriktion i varje regiondel. Syftet med uppdelningen under den första tidsperioden är att hänsyn skall kunna tas till institutionella bindingar på kort sikt.
- (6) beräkning av ackumulerad yta för transportsystem och lokal infrastruktur
  - (7) beräkning av ackumulerad bostadsstock med hänsyn till sanering (eller fullständig ombyggnad)
  - (8) beräkning av det ackumulerade beståndet av byggnadskapital för produktionsändamål (specificerat per sektor i MALOK 1 och per produktionskluster i MALOK 2) med hänsyn till förslitning och sanering
  - (9) beräkning av det ackumulerade beståndet av saneringsmogna bostäder med hänsyn till ursprungsbeståndets egenskaper och genomförda saneringar
  - (10) beräkning av det ackumulerade beståndet av saneringsmogt byggnadskapital för produktionsändamål (specificerat per sektor i MALOK 1 och per produktionskluster i MALOK 2) med hänsyn till ursprungsbeståndets egenskaper och genomförda saneringar
  - (11) samband mellan produktion och kapitalstock resp. produktionsökning och kapitaltillskott i MALOK 1
  - (12) undre och övre gränser för modellernas variabler

Beteckningar:

#### Variabler

$XX_{ijk}$  : -produktion av lokal infrastruktur ( $i=1$ )<sup>1</sup> och bostäder ( $i=2$ ) i regiondel  $j$  och tidsperiod  $k$  (MALOK 1 och 2)

-ökning av årsproduktionen p.g.a. kapitalinvesteringar ( $i=3, NA$ ) i sektor  $i$ , regiondel  $j$  och tidsperiod  $k$  (MALOK 1)

(Via (6), (7), (8) och (11) kan  $XX_{ijk}$  tillsammans med saneringsvariablerna användas för att beräkna bestånd  $X_{ijk}$  av lokal infrastruktur (mätt i yta) och bostäder (MALOK 1 och 2) samt produktionsvolym (MALOK 1)

<sup>1</sup>Se även under XI<sub>j</sub> nedan

- $X_{ijk}$  : årlig produktionsvolym i sektor  $i$  ( $i=3, NA$ ), regiondel  $j$  och tidsperiod  $k$  (MALOK 2)  
 $XXC_{ijk}$  : tillskott av byggnadskapital i produktionskluster  $i$  ( $i=1, NS$ ), regiondel  $j$  och tidsperiod  $k$  (MALOK 2)  
 (Via (8) kan  $XXC_{ijk}$  tillsammans med saneringsvariablerna användas för att beräkna kapitalbestånd  $XC_{ijk}$ )  
 $SM_{jk}$  : tillgång på exploateringsbar mark<sup>1</sup> i regiondel  $j$  och tidsperiod  $k$  ( $k=2, NT+1$ ) med hänsyn till investeringar i lokal infrastruktur i tidigare tidsperioder (MALOK 1 och 2)  
 $XK_k$  : total kapitalbildning i tidsperiod  $k$  (MALOK 1)  
 $V_{ijk}$  : andel av det saneringsmogna beståndet som ej berörs av rivning i sektor  $i$  ( $i=3, NA$ ), regiondel  $j$  och tidsperiod  $k$  (MALOK 1); kan vara variabel (KRIV=1) eller given parameter (KRIV=0)  
 $XI_j$  : produktion av lokal infrastruktur för varu- och tjänstesektorer i regiondel  $j$  under den första tidsperioden (MALOK 2);  $XI_j$  förekommer endast som variabel i det fall (KBIV=1) då markrestriktionen under första tidsperioden är uppdelad i en restriktion för bostadsmark ( $XX_{ijk}$  står då för produktion av lokal infrastruktur för bostadssektorn) och en restriktion avseende mark för varu- och tjänstesektorer  
 $SMI_{j2}$  : tillgång på exploateringsbar mark i regiondel  $j$  och tidsperiod 2 härrörande från infrastrukturinvesteringar för produktionsändamål i första tidsperioden (MALOK 2);  $SMI_{j2}$  förekommer endast som variabel för det fall (KBIV=1) då markrestriktionen under första tidsperioden är uppdelad i en restriktion för bostadsmark ( $SM_{j2}$  står då för tillgång på mark under tidsperiod 2 härrörande från infrastrukturinvesteringar för bostadsändamål under första tidsperioden) och en restriktion avseende mark för varu- och tjänstesektorer  
 $U_j$  : andel av den yta som frigörs genom saneringar i första tidsperioden som utnyttjas för bostadsändamål (MALOK 2); förekommer endast som variabel om markrestriktionen under första tidsperioden är uppdelad i mark för bostadsändamål och mark för produktionsändamål (KBIV=1)  
 $V2_{jk}$  : andel av det saneringsmogna beståndet av bostäder som ej berörs av rivning i regiondel  $j$  och tidsperiod  $k$  (MALOK 2); kan vara variabel (KRIV=1) eller given parameter (KRIV=0)  
 $V_{ijk}$  : andel av det saneringsmogna kapitalbeståndet i produktionskluster  $i$  ( $i=1, NS$ ), regiondel  $j$  som ej berörs av rivning i tidsperiod  $k$  (MALOK 2); kan vara variabel (KRIV=1) eller given parameter (KRIV=0)

<sup>1</sup> Se även under  $SMI_{j2}$  nedan

Parametrar

- NA, NR, NT, NS: antal aktiviteter (inkl. produktion av lokal infrastruktur och bostäder), antal regiondelar, antal tidsperioder samt antal produktionskluster (endast MALOK 2)
- KRIV, KBIV : anger om sanering skall behandlas som variabel (KRIV=1) samt om uppdelning av markrestriktioner under första perioden skall ske i MALOK 2 (KBIV=1). I annat fall har KRIV resp. KBIV värdet 0
- ALFA : relativ vikt på medelrestid i förhållande till täthet i målfunktionen
- BET : relativ vikt på det kombinerade medelrestids- och täthetsmättet i förhållande till byggkostnads-mättet i målfunktionen
- $d_k$  : värdering av måluppfyllelse under tidsperiod k (tidsdiskontering)
- $X_{ijk}$  : bestånd av lokal infrastruktur (i=1) och bostäder (i=2) i regiondel j under tidsperiod k (MALOK 1 och 2) samt årliga produktionsvolym i sektor i (i=3, NA), regiondel j och tidsperiod k (MALOK 1) (se även variabel  $XX_{ijk}$ )  
 $X_{2j0}$  ( $X_{2j0}$  i MALOK 2) betecknar basårets bostadsbestånd
- $r_{jnk}$  : restid (generaliserad reskostnad) mellan regiondelarna j och n under tidsperiod k
- $w_{imk}$  : relativt kontaktbehov mellan verksamhet i och verksamhet m under tidsperiod k
- $f_{ijk}$  : omvandlingsfaktorer (t.ex. sysselsatt per lägenhet, sysselsatt per enhet produktionsvolym)
- $b_{ijk}$  : genomsnittlig ytanvändning per enhet av verksamhet i i regiondel j under tidsperiod k
- $p_{mjk}$  : antal personer per enhet av verksamhet m i regiondel j under tidsperiod k
- $y_{jk}$  : yta i regiondel j under tidsperiod k
- $c_{ijk}^m$  : marginell kapitalkvot i sektor i, regiondel j och tidsperiod k
- $c_{ijk}^g$  : genomsnittlig kapitalkvot i sektor i, regiondel j och tidsperiod k
- $l_{ijk}$  : genomsnittlig årlig sysselsättning per produktionsenhet vid byggande (i=1,2) resp. varu- och tjänsteproduktion (i=3, NA) i regiondel j och tidsperiod k
- $l_k^{XK}, l_{ijk}^{XC}$  : genomsnittlig årlig sysselsättning för produktion av en enhet byggnadskapital totalt under tidsperiod k (MALOK 1) resp. för produktion av en enhet byggnadskapital för produktionskluster i i regiondel j under tidsperiod k (MALOK 2)
- $\bar{L}_k$  : övre gräns för total årlig sysselsättning under tidsperiod k
- $s_{jk}$  : antal förvärvsarbetande boende per bostadsenhet i regiondel j under tidsperiod k
- $\bar{B}_k$  : totalt bostadsbestånd under tidsperiod k
- $X_{ijk}^{XC}, X_{sjk}^{XC}$  : kapitalbestånd i sektor i (produktionskluster s), regiondel j och tidsperiod k (se även variabel  $XX_{ijk}^{XC}$ ), k=0 betecknar basårets bestånd
- $\bar{P}_{ik}$  : total produktionsvolym i sektor i och tidsperiod k

- $SM_{j1}, SMI_{j1}$  : tillgång på exploateringsbar mark i första tidsperioden i regiondel j ( $SMI_{j1}$  utnyttjas endast i MALOK 2 för det fall att markrestriktionen i första perioden är uppdelad på mark för bostäder resp. produktion)
- $b_{ijk}^m, bc_{sjk}^m$  : marginell markåtgång per enhet nyinvestering (alt. per produktionsökning härrörande från nyinvesteringar) i sektor i (produktionskluster s), regiondel j och tidsperiod k. I det fall då markrestriktionen i MALOK 2 är uppdelad i första tidsperioden anger  $bb_j^m$  marginell markåtgång per enhet infrastrukturproduktion för produktionssektorer medan  $b_{1j1}^m$  innehåller motsvarande uppgift för investeringar i infrastruktur för bostäder)
- $X_{2jk}^0, X_{jk}^0$  : saneringsmoget bostadsbestånd i regiondel j och tidsperiod k (beräknas med hjälp av uppgifter om sanering i tidigare tidsperioder ( $V_{2jk}, V_{jk}$ ) samt uppgifter om åldersfördelningen hos basårets bostadsbestånd ( $q_{2jk}, q_{jk}$ )) ( $X_{2j0}^0 = X_{j0}^0 = 0$ )
- $XC_{ijk}^0, XC_{sjk}^0$  : saneringsmogen kapitalstock i sektor i (MALOK 1) resp. produktionskluster s (MALOK 2) i regiondel j och tidsperiod k (beräknas analogt med  $X_{2jk}^0$  och  $X_{jt}^0$ ) ( $XC_{ij0}^0 = XC_{sj0}^0 = 0$ )
- $X_{ijk}^0$  : saneringsmoget bestånd mätt i produktionsvolym i sektor i (i=3, NA), regiondel j och tidsperiod k (MALOK 1)
- $b_{ijk}^{0g}$  : genomsnittlig ytåtgång per verksamhetsvolym i det rivningsmogna beståndet av sektor i, regiondel j och tidsperiod k (MALOK 1)
- $b_{jk}^{20g}, bc_{sjk}^{0g}$  : genomsnittlig ytåtgång per bostadsenhet ( $b_{jk}^{20g}$ ) resp. per kapitalstocksenhet i produktionskluster s ( $bc_{sjk}^{0g}$ ) i det saneringsmogna beståndet i regiondel j ( $s_{jk}$ ) och tidsperiod k (MALOK 2)
- $b_{jk}^1, bb_j^1$  : frigjord mark per enhet produktion av lokal infrastruktur i regiondel j och tidsperiod k (i det fall då markrestriktionen i MALOK 2 är uppdelad under första tidsperioden (KBIV=1) innehåller  $b_{j1}^1$  och  $bb_j^1$  frigjord mark per enhet produktion av mark j för bostadsändamål resp. produktionssektorer)
- $bt_{jk}$  : markåtgång för nya regionala vägar och anläggningar i regiondel j och tidsperiod k
- $\delta_{2jk}, \delta_{jk}^2$  : genomsnittlig andel av bostadsbeståndet som avgår t.ex. genom sammanslagning av lägenheter, lägenheter som ej används av regioninnevånare eller andra anledningar i regiondel j och tidsperiod k
- $\delta_{ijk}, \delta_{sjk}$  : genomsnittlig förslitning av kapitalstocken inom sektor i (produktionskluster s), regiondel j och tidsperiod k
- $q_{2jk}, q_{jk}^2$  : andel av basårets bostadsbestånd som under tidsperiod k uppnår saneringsmogen ålder i regiondel j
- $q_{ijk}, q_{sjk}$  : andel av basårets kapitalbestånd i sektor i (produktionskluster s) och regiondel j som under tidsperiod k uppnår saneringsmogen ålder
- $\overline{XX}_{ijk}, \overline{X}_{ijk}$  }  
 $\vdots$   
 $\vdots$   
 $\overline{V}_{sjk}, \overline{V}_{sjk}$  } undre och övre gränser för samtliga variabler (t.ex. icke-negativa variabler, andelar skall ligga mellan 0 och 1 etc.)

A2.4 SALOK

Välj variablerna  $B_i$  så att målfunktionen

$$\text{ALFA} \cdot \sum_i \frac{B_i}{\text{BEF}} \left( \text{BET} \cdot c_i^{\text{arb}}(a_j, T) + \text{DEL} \cdot c_i^{\text{serv}}(s_j, T) + \text{EPS} \cdot c_i^{\text{rek}}(r_j, T) \right) + \\ + (1 - \text{ALFA}) \cdot \sum_i \frac{B_i}{\text{BEF}} V_i \frac{B_i}{y_i}$$

minimeras med hänsyn till följande restriktioner:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_i B_i = \text{BEF} \\ \sum_{j \in J_k} f_{jk} B_j \leq \bar{F}_k \\ \bar{B}_i \leq B_i \leq \bar{\bar{B}}_i \end{array} \right.$$

Målfunktionen innebär att en total kostnad sammansatt av kontaktkostnad (med vikten ALFA) och täthet (med vikten  $(1 - \text{ALFA})$ ) minimeras. Kontaktkostnaden är i sin tur sammansatt av kontaktkostnader mellan bostad och arbete (med vikten BET), mellan bostad och service (med vikten DEL) samt mellan bostad och rekreation (med vikten EPS). Genom att välja olika värden på ALFA, BET, DEL och EPS kan olika kombinationer av kontaktkostnad och täthet med olika sammansättning av kontaktkostnadsmåttet minimeras.

Restriktionerna innebär i tur och ordning:

- given totalvolym av befolkning (alt. bostäder)
- övre delregionala gränser för befolkningsunderlaget med hänsyn till trafikkapacitet och övrig infrastruktur, inomregionala fördelningsmål, delregional tillväxt, etc.
- undre och övre gränser för delområdenas befolkning (alt. bostadsstock) vid planeringshorisonten.

Beteckningar:

Variabler:

$B_i$  : antal boende i delområde  $i$  vid planeringshorisonten

Parametrar

ALFA : avvägning mellan kontaktkostnad och täthet  
 BET : relativ vikt på bostad - arbete kontakter vid bildande av kontaktkostnadsmåttet  
 DEL : relativ vikt på bostad - service kontakter vid bildande av kontaktkostnadsmåttet  
 EPS : relativ vikt på bostad - rekreation kontakter vid bildande av kontaktkostnadsmåttet  
 $c_i^{\text{arb}}(a_j, T)$  : kontaktolägenhet för arbetsresor från område  $i$  (beror på arbetsplatsernas lokalisering och transportsystemets utformning)

Ex: Göteborg: Medelrestid till samtliga arbetsplatser  
 Stockholm och Uppsala: Medelrestid till

- arbetsplatser som a) utgör en viss andel av totala antalet arbetsplatser och b) ligger närmast område i (mätt med tidsavstånd)
- $c_i^{serv}(s_j, T)$  : kontaktolägenhet för serviceresor från område i (beror på servicelokalisering och transportsystemets utformning)
- Ex: Göteborg: Medelrestid till Göteborgs centrum och närmaste s.k. B-centrum (med hänsyn till resefrekvenser)  
Uppsala: Medelrestid till servicearbetsplatser som a) utgör en viss andel av samtliga servicearbetsplatser och b) ligger närmast område i (mätt i tidsavstånd)
- $c_i^{rek}(r_j, T)$  : kontaktolägenhet för rekreationsresor från område i (beror på lokalisering av friluftsområden och transportsystemets utformning)
- Ex: Göteborg: Medelrestid till närmaste kustområde och närmaste friluftsområde i inlandet
- BEF: : total befolkning i regionen (kommunen) vid planeringshorisonten
- $y_i$  : tätortsyta (alt. total bebyggbar yta) i område i vid planeringshorisonten
- $V_i$  : justering av den relativa värderingen av täthet i område i för att uppnå överensstämmelse med beslutad plan
- $\bar{F}_k$  : begränsade delregionala kapaciteter vid planeringshorisonten
- Ex. Göteborg och Stockholm: Transportsystemens kapacitet (särskilt innerstadsinfarter)  
Uppsala: Kapaciteter inom vattenförsörjning och skolsystem (kan utökas till investeringskostnader som påverkar en tredje komponent av målfunktionen: kostnader för infrastruktur)
- $f_{jk}$  : användning av den delregionala kapaciteten k per capita i område j vid planeringshorisonten (definieras för den delregionala kapacitetens upptagningsområde,  $J_k$ )
- Ex: Göteborg och Stockholm: utnyttjande av vissa trafiklänkar från de boende inom länkens (t.ex. en innerstadsinfarts) upptagningsområde  
Uppsala: Utnyttjande av kapaciteter inom vattenförsörjning och skolsystem från de boende inom resp. upptagningsområden (områden som utnyttjar gemensam vattenledning, upptagningsområden för LM- och H-skolor)
- $\bar{B}_i, \bar{\bar{B}}_i$  : undre resp. övre gränser för befolkningen i område i vid planeringshorisonten med hänsyn till utglesning, avgång, permanentning, omvandling (undre gräns) och marktillgång, lokal infrastruktur, planberedskap (övre gräns).

A2.5 TRAMA

Följande ekvationer har estimerats med en 2-steps minsta kvadratmetod:

$$\left\{ \begin{aligned} R_{ij}^B &= e^{0,9443 \cdot n_i^1 \cdot d_j^1 \cdot bt_i^{2,77} \cdot c_{ij}^B - 0,12 \cdot t_{ij}^K 0,64 \cdot s_{ij}^B - 2,58 \cdot V_{ij}^B 4,55} \\ R_{ij}^K &= e^{1,3526 \cdot n_i^1 \cdot d_j^1 \cdot bt_i^{0,28} \cdot c_{ij}^B 0,10 \cdot t_{ij}^K - 2,75 \cdot s_{ij}^B 0,86 \cdot V_{ij}^B - 0,77} \\ V_{ij}^B &= e^{-2,0 \cdot kap_{ij}^B 0,18 \cdot R_{ij}^B - 0,07} \end{aligned} \right.$$

Ekvationerna beskriver:

- hur antalet bilresor mellan områdespar beror på lokaliseringsmönster, socioekonomiska variabler samt trafiksystemens utformning (inkl. bilreshastighet)
- hur antalet resor med kollektiva färdmedel beror på lokaliseringmönster, socioekonomiska variabler samt trafiksystemens utformning (inkl. bilreshastighet)
- hur bilreshastigheten mellan områdespar beror på vägkapacitet och antalet bilresor

Beteckningar:

Variabler:

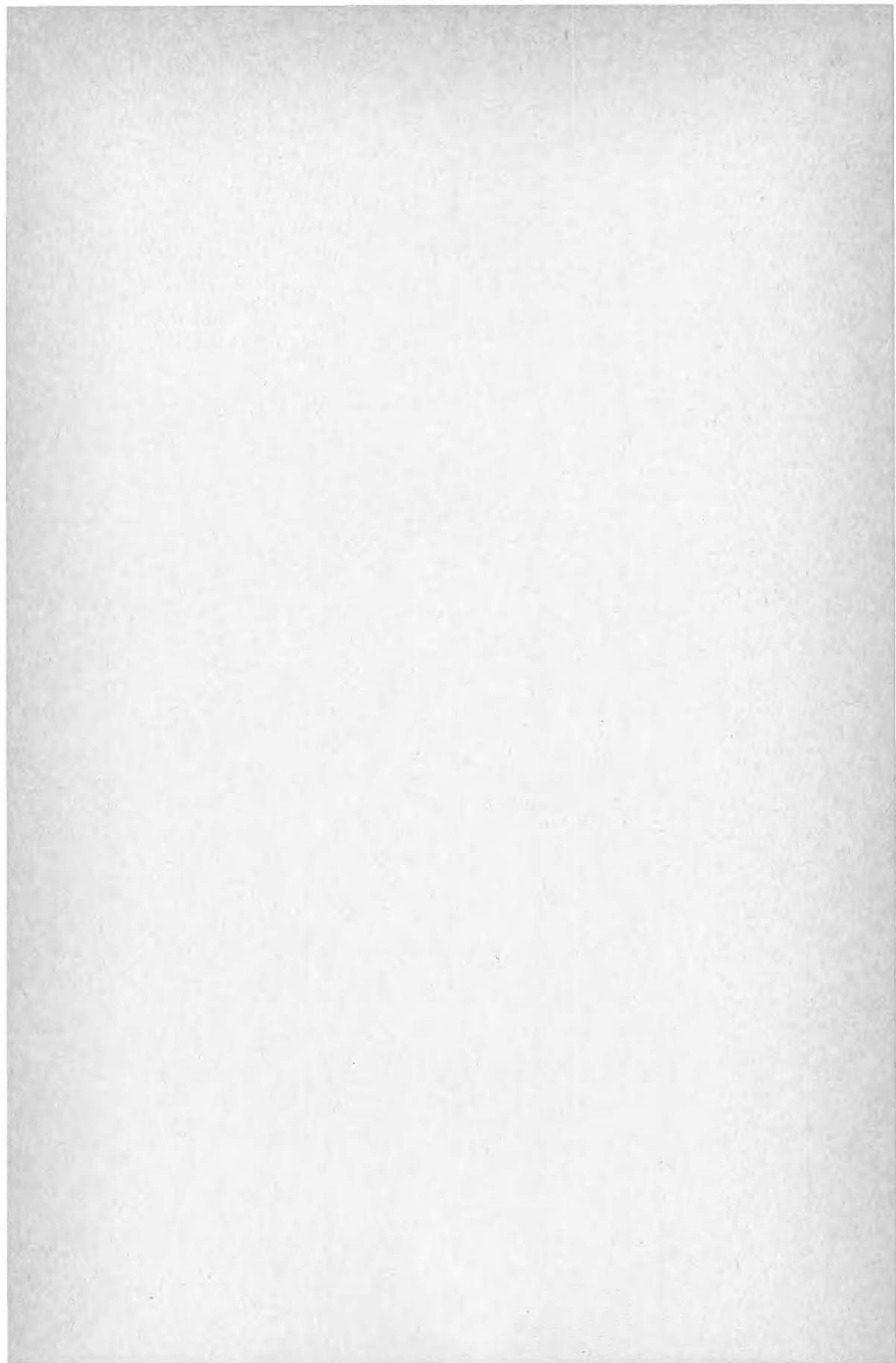
- $R_{ij}^B$  : antal bilresor i 1000-tal mellan område i och j  
 $R_{ij}^K$  : antal kollektivresor i 1000-tal mellan område i och j  
 $V_{ij}^B$  : bilreshastighet i km/min mellan område i och j

Parametrar:

- $n_i$  : sysselsatt nattbefolkning i område i  
 $d_j$  : sysselsatt dagbefolkning i område j  
 $bt_i$  : andel bilhushåll i område i  
 $c_{ij}^B$  : avståndsberoende bilkostnad mellan område i och j  
 $t_{ij}^K$  : kollektiv restid mellan område i och j  
 $s_{ij}^B$  : vägavstånd mellan område i och j  
 $kap_{ij}^B$  : tillgänglig vägkapacitet mellan område i och j









**Denna rapport sammanfattar forskning som hänför sig till forskningsanslag Bs 471, 750550-0, 780335-7 och 810930-5 från Statens råd för byggnadsforskning till Samhällsplaneringsgrupp vid Matematiska institutionen, Tekniska högskolan, Stockholm.**

**R6: 1983**

**ISBN 91-540-3860-X**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700706**

**Abonnemangsgrupp:  
X. Samhällsplanering**

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

**Cirkapris: 45 kr exkl moms**