



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



RAPPORT

STRAGO, Raps och PINGO - modeller för regionalekonomiska beräkningar och framskrivningar

TRV 2014/85475

Peter Almström, WSP, Christer Anderstig, WSP och Marcus Sundberg, KTH

2017-01-30

Analys & Strategi

Title: STRAGO, Raps och PINGO - modeller för regionalekonomiska beräkningar och framskrivningar
WSP Sverige AB
Arenavägen 7
SE-121 88 Stockholm-Globen
Phone: +46 10-722 50 00
E-mail: info@wspgroup.se
Corporate identity no.: 556057-4880
Reg. office: Stockholm
www.wspgroup.se/analys

Innehåll

1	INLEDNING	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte	5
2	MODELLER FÖR REGIONALEKONOMISKA BERÄKNINGAR OCH FRAMSKRIVNINGAR	6
3	MULTIREGIONALA INPUT-OUTPUT MODELLER (MIO- MODELLER)	8
3.1	Raps	8
3.2	Exempel på andra operativa MIO-modeller	12
4	RUMSLIGA ALLMÄNNA JÄMVIKTSMODELLER (SCGE- MODELLER)	15
4.1	STRAGO	15
4.2	PINGO	19
4.3	Översiktlig jämförelse mellan STRAGO och PINGO	23
4.4	Exempel på andra operativa SCGE-modeller	24
5	AVSLUTANDE KOMMENTARER	27
	REFERENSER	28

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Inom ramen för att ta fram socioekonomiska indata till Trafikverkets trafikmodeller SAMGODS och SAMPERS är ett av stegen att bryta ner nationella scenarier för utvecklingen på lång sikt till regioner (oftast län). På sått fås konsistenta långsiktiga framskrivningar av befolkning och sysselsättning för rikets regioner. För att göra denna nedbrytning från riket till län har på senare tid modellerna STRAGO och Raps använts. För den vidare nedbrytningen från län till kommuner och delar av kommuner används andra modeller för vilka resultaten på länsnivå är indata som sätter ramarna.

Denna rapport är en del av ett projekt finansierat av Trafikverket som syftar till att vidareutveckla metoden och modellerna som används för att genomföra nedbrytningen från nationell till regional nivå. Projektet är ett led i arbetet med bättre effektsamband, prognosmodeller och samhällsekonomiska bedömningar med fokus på nedbrytning av socioekonomiska indata. Ytterst är målet framtagning av beslutsunderlag med bättre kvalitet.

1.2 Syfte

Rapporten ämnar främst beskriva modellerna STRAGO, Raps (inklusive länkningen av modellerna kallad STRAGO-Raps) och PINGO i syfte att jämföra dem. Vilka likheter och skillnader finns det och vad kan det ha för praktisk betydelse vid framtagandet av långsiktiga framskrivningar?

Rapporten har också en översiktlig genomgång av modeller som används för att ta fram långsiktiga scenarier, med fokus på Sverige och Europa.

Tanken är att rapporten ska vara tillgänglig även för den som är relativt ny inom området. Därför återges inga ekvationer från modellerna utan beskrivningen hålls på en relativ övergripande nivå. Vissa detaljer är det dock nödvändigt att dyka djupare i för att kunna visa på skillnader och likheter mellan modellerna.

2 Modeller för regionalekonomiska beräkningar och framskrivningar

För regionalekonomiska beräkningar och framskrivningar har Multiregionala Input-Output modeller (MIO-modeller) använts under en längre tid; för översikter se t ex Hewings och Jensen (1986), Toyomane (1988). Några exempel på modeller är Policy insight från REMI (REMI, 2015), norska PANDA (Pandagruppen, 2016) och svenska Raps (Tillväxtanalys, 2013).

Under de senaste 20 åren har rumsliga allmänna jämviktsmodeller (SCGE-modeller¹) fått mer och mer fotfäste. Även här finns många modeller, både i Europa och i övriga världen. Europeiska exempel är RAEM (Oosterhaven et al., 2001; Ivanova et al., 2007), TIGER (Heyndrickx et al., 2011), RHOMOLO (Brandsma et al., 2011). Regional Economics Applications Laboratory vid University of Illinois har tagit fram ett flertal modeller för den amerikanska mellanvästern och ostkusten samt Brasiliens delstater (REAL, 2016). I Sverige och Norge finns modellerna STRAGO (Sundberg 2009b) och PINGO (Ivanova et al., 2002; Vold och Jean-Hansen, 2007).

Enligt Bröcker (1998) finns det tre huvudsakliga invändningar mot MIO-modeller:

1. MIO-modeller har fixa input/output-koefficienter vilket reducerar flexibiliteten
2. MIO-modeller tar inte i tillräcklig utsträckning hänsyn till balansen mellan inkomster och utgifter
3. MIO-modeller är på drivna från efterfrågesidan, vilket innebär att utbudseffekter så som kostnads- och kapacitetsvariationer inte kan modelleras på ett adekvat sätt.

SCGE-modeller lider inte av dessa tre brister, men har historiskt ändå använts sparsamt. Enligt Bröcker beror det på att SCGE-modeller har tenderat att vara svåra att förstå och dessutom krävt (alltför) stora mängder data. Bröcker fortsätter dock med att fastslå att om vi är nöjda med att göra rimliga antaganden om saker som vi inte kan observera och kalibrera istället för att estimeras modellen kan SCGE-modeller göras operationella och användbara.

¹ Spatial Computable General Equilibrium models (SCGE models) på engelska.

Att det verkligen är fallet är STRAGO och PINGO exempel på. Länkningen av STRAGO och Raps visar också på att det finns vinster att hämta i att koppla samman MIO- och SCGE-modeller och kombinera de respektive modellernas styrkor, se Anderstig och Sundberg (2013).

3 Multiregionala Input-Output modeller (MIO-modeller)

Hjärtat i Multiregionala Input-Output modeller (MIO-modeller) är input/output-matrisen (I/O-matrisen). I/O-matrisen anger hur mycket input som behövs från övriga produkter för att producera en enhet output av en viss produkt. Matrisen kan också omformuleras för att gälla bransch till bransch. Enheten är som regel monetär, t.ex. miljoner kronor. Därmed beaktas inte kvantiteter i modellen. I/O-matrisen kan göras unik för varje region i en MIO-modell. Man skiljer på input som kommer från den egna regionen (skattade via regionala inköpsandelar) och input som importerats. Genom I/O-matrisen beskrivs hur ekonomin är sammankopplad mellan olika branscher. En förändring i en bransch fortplantar sig till övriga via I/O-matrisen. Fördelar med MIO-modeller är att det är möjligt att ha många branscher och många regioner i samma modell och fortfarande rimliga beräkningstider.

De olika regionerna i modellen utbyter som regel migration och handel (import/export). Regler för dessa är att summa inflyttningar till regionerna måste vara lika stor som summa utflyttningar från regionerna. På samma sätt gäller att summa import och summa export ska vara lika stora. Enda undantaget från dessa summeringar är gentemot en ”resten av världen”-region. Denna kan vara implicit eller explicit modellerad. Till/från denna region behöver det inte vara balans i flyttningar och handel, utan obalanser innebär nettomigration och nettoimport/export till det studerade området.

3.1 Raps²

Raps - Regionalt analys- och prognosystem - utvecklades på slutet av 1990-talet på uppdrag av f.d. NUTEK av ett konsortium bestående av SCB, Inregia (sedermera WSP) och SINTEF. Hela Raps-systemet består av internetdatabasen Raps/RIS med regional statistik inom arbetsmarknad, befolkning, miljö, näringsverksamhet och regionalekonomi samt Raps modellsystem.

² Se Tillväxtanalys (2013) ”Raps – ett regionalt analys- och prognosverktyg” för en mer utförlig beskrivning av hela Raps/RIS-systemet.

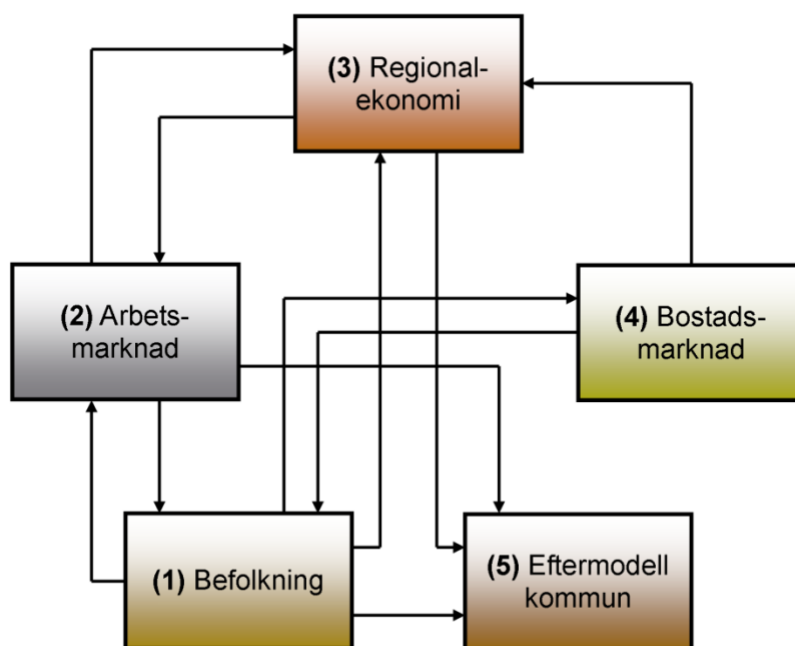
3.1.1. Modellbeskrivning

Raps modellsystem består av fem delmodeller, en vardera för befolkning, arbetsmarknad, regionalekonomi, bostadsmarknad och eftermodell kommun. Raps har en konsistent modellering av befolkning, arbetsmarknad och regionalekonomi. Den behöver t ex inte en färdig regionaliserad befolknings och sysselsättningsprognos att utgå ifrån, utan denna tas fram i modellen. Som en MIO-modell uppvisar Raps de tre brister som beskrivs i Bröcker (1998) och som listas ovan.

Inköpskoefficienterna i den regionalt anpassade I/O-matrisen är fixa och modellen utgår från ett antagande om att det lokala utbudet är fullständigt elastiskt. Modellen har inte heller några faktorpriser vilket gör att den inte kan hantera substitutionseffekter. Antagandet om fullständig elasticitet innebär ett det inte finns några kapacitetsproblem i den lokala produktionen. Därmed ska de projekt/händelser som modelleras vara små i förhållande till helheten så att balansen i systemet inte störs.

För att mildra effekterna av dessa tillkortakommanden har också modellen länkats till SCGE-modellen STRAGO. På så sätt är det möjligt att i ett första steg dra nytta av att STRAGO tar hänsyn till balansen mellan inkomster och utgifter, även för regioner. Detta är av speciell vikt vid långsiktiga scenarioanalyser. STRAGO:s rörliga input/output-andelar medför också att substitutionseffekter kan fångas medan det i ett andra steg går att dra nytta av Raps detaljerade regions- och branschindelning. Och fortfarande ha en överkomlig beräkningstid.

Systemet är iterativt med kopplingar åt båda håll mellan de olika delmodellerna, se Figur 1. Befolkning och ekonomi är relativt detaljerat beskrivna med befolkningen indelad efter ålder, kön, födelseland och utbildning (12 grupper) medan produktionen är uppdelad på 49 branscher. Arbetskraftsefterfrågan är specificerad efter utbildningsbakgrund. Analyshorisonter för Raps kan sägas vara medellång till lång sikt, systemet är byggt för att analysera långsiktiga utvecklingslinjer och inte konjunktursvängningar.



Figur 1. Illustration av de fem delmodellerna i Raps och kopplingar mellan dem

En modellkörning börjar med en nollframskrivning av befolkningen, d.v.s. beräkning av en regions befolkning exklusive flyttningar (men inklusive födda, avlidna, åldrande och utbildningsförändringar). In- och utflyttningen till regionen kan antingen bestämmas exogent eller modellberäknas utifrån bland annat förgående års utveckling av arbets- och bostadsmarknaden.

Utifrån den framräknade befolkningen och preliminära arbetskraftstal beräknas ett preliminärt arbetskraftsutbud. I delmodell 2, Arbetsmarknad, beräknas även en preliminär in- och utpendling.

I delmodell 3, Regionalekonomi, beräknas preliminära värden för arbetskraftsefterfrågan, bruttoproduktion och inkomster. Bruttoproduktionen drivs av en exogen och endogen efterfrågan bestående av export, investeringar, statlig, kommunal och privat konsumtion, samt import och eventuellt efterfrågan beroende av så kallade aktiviteter. Aktiviteter är externa händelser som användaren själv specificerar, exempel är nyetablering eller nedläggning av en verksamhet. Arbetskraftefterfrågan bestäms i proportion till bruttoproduktionen i respektive bransch. Utifrån hur arbetskraftefterfrågan förändrats från föregående år kan antalet arbetslösa i regionen beräknas i delmodell 2.

Inköpskoefficienterna mellan modellens branscher är angivna i en regionalt anpassad nationell IO-matris. Den regionala anpassningen sker på länsnivå genom korri-

gering av den nationella matrisen med länspecifika attribut. Raps använder lokaliseringkvoter som baseras på produktionsdata. Om en region innehåller kommuner från flera län kommer IO-matrisen väljas för det län som dominerar i regionen. Både den nationella I/O-matrisen och regionaliseringen tas med jämna mellanrum fram av SCB.

Utlandsimport- och export beräknas utifrån import och export för basåret samt årliga tillväxttakter. Den interregionala handeln löses ut om en residual för basåret. Även för denna tillämpas årliga tillväxttakter.

Bostadsinvesteringarnas storlek beräknas i delmodell 4 Bostadsmarknad. Beräkningarna görs i ett första steg utifrån förra årets bostadsbyggande. I ett senare steg beräknas även årets bostadsbyggande, småhuspriser och antal nya hushåll i regionen. Hushållsbildningen beräknas bland annat utifrån nettoflyttningen till regionen. Kommunernas bostadsstock och bostadsutnyttjande används för att återkoppla fördelningen av regionens befolkning på kommuner till delmodell 1. Den kommunala konsumtionen beräknas utifrån befolkningens storlek och sammansättning. Även transfereringar så som pensioner, barnbidrag med mera beräknas utifrån befolkningen. Även regionens nettopendling genererar en exogen inkomstpost.

Gapet på arbetsmarknaden mellan beräkningarna i delmodell 2 och 3 sluts genom en iterativ beräkningsprocess. Antal personer i arbetskraften plus nettopendlingen måste vara lika stor som antal sysselsatta plus antal arbetslösa. Balanseringen av arbetsmarknaden ske genom att den preliminärt beräknade arbetskraften och nettopendlingen justeras. Vid justering av nettopendlingen förändras även den exogena inkomst som är knuten till denna, varvid bruttoproduktion och arbetskraftsefterfrågan ändras. Därmed fås en iterativ beräkningsprocess mellan delmodell 2 och 3.

Efter arbetsmarknadens balansering är beräkningarna klara på den regionala nivån och delmodell 5, Eftermodell kommun, kan starta. I denna delmodell beräknas sysselsatt natt- och dagbefolkning per kommun, pendling mellan kommunerna samt kommunernas inkomster och utgifter.

Vid en flerregional modellkörning ställs krav på konsistens nationellt sett över alla ingående regioner. Detta hanteras i Raps flerregionala modell genom att hänsyn tas till en nationell befolkningsprognos, och nationella förutsättningar för investeringar, utlandsexport, statlig konsumtion med mera. Den flerregionala modellen fungerar som en sammanslagning av flera regionala modeller med hantering av två typer av mellanregionala flöden: interregional export och import samt inrikes in- och

utflyttning. Dessa flöden beräknas mellan alla regionpar i modellen. Raps ser till att summan av interregional export är lika stor som summan av interregional import, detsamma gäller för inrikes in- och utflyttning. Hanteringen sker genom en pool som förmedlar all interregional handel och flyttningar.

3.1.2. Indelning i regioner och branscher

Raps har en detaljerad regionindelning med antingen län, FA-regioner eller eget val av minst fem regioner, inklusive nedbrytning av resultat till kommuner. Modellsystemet bygger på den kommunala nivån för många samband. Dock är det på regional nivå (i regel FA-regioner eller län) som många av beräkningarna görs och som är den främsta nivån för analyser. Den regionala uppdelningen i Raps flerregionala modell har tidigare varit Sveriges 72 FA-regioner, i en uppdaterad version kommer istället de 21 länen att användas. Även branschindelningen är detaljerad med 49 branscher.

3.1.3. Tillämpning

De huvudsakliga användningsområdena för Raps modellsystem är:

- Framskrivningar av befolkning och sysselsättning på medellång till lång sikt på regional nivå.
- Konsistent nedbrytning av nationella scenarier för befolkning och sysselsättning till rikets regioner. För nedbrytningar av detta slag kan Raps användas i kombination med SCGE-modellen STRAGO som beskrivs nedan.
- Analyser av regionalekonomiska effekter av specifika händelser. Direkta och indirekta effekter beräknas. De indirekta effekterna är summan av effekter hos underleverantörer och de som uppkommer på grund av ändrad konsumtion. Händelserna kan antingen vara det som i systemet kallas aktiviteter (nyetablering/nedläggning av en verksamhet är det vanligaste exemplet här) men också till exempel att en bransch effektiviseras med ökad produktivitet och export.

3.2 Exempel på andra operativa MIO-modeller

I Norge finns MIO-modellen PANDA som bär många likheter med Raps.³ PANDA består (precis som Raps) av en internetdatabas med regional statistik och ett mo-

³ Se <http://www.pandagruppen.no> för information om PANDA.

dellssystem (Stokka och Bjørnsen, uå). Båda modellerna utvecklades ungefär samtidigt. Likt Raps är kommunerna den minsta geografiska beståndsdel i PANDA (kommundelar i Oslo). PANDA har två delmodeller; REGBEF i vilken befolkning och arbetskraftsutbud beräknas samt REGNA i som behandlar arbetskraftsefterfrågan, bruttoproduktion och inkomster. Mellan dessa två finns det en interaktion. Beskrivningen är något annorlunda uppbyggd än i Raps men komponenterna är desamma. En avgörande skillnad jämfört med Raps är att PANDA inte har en flerregional modell, därmed är det egentligen ingen MIO-modell utan en regional I/O-modell. Användningsområden samt styrkor och svagheter är i övrigt ungefär desamma som för Raps.

Regional Economics Inc. (REMI) har en MIO-modell för regionalekonomiska beräkningar som heter PI+ (Policy Insight+).⁴ Detta är en i grunden amerikansk modell som togs fram på 1980-talet i sin ursprungliga form och som sedan uppdaterats ett stort antal gånger. Enligt REMI själva integrerar PI+ metoder från input-output-modellering, generell jämviktsmodellering, ekonometri och ekonomisk geografi (REMI, 2015). På senare år har modellimplementeringar gjort även utanför USA för områdena British Columbia, Nederländerna och Toscana (REMI, uå).

Likt Raps finns PI+ både som regional och flerregional modell. PI+ har beräkningsmoduler för befolkning, sysselsättning, arbetskraftsutbud, bruttoproduktion, arbetskraftsefterfrågan, inkomster, dvs. motsvarande det som finns i Raps och PANDA. Modellen har även modeller som använder sig av tillgänglighetsmått för arbetskraften och varutransporter. Även produktionskostnader och varupriser beräknas i modellen. Däremot är PI+ inte anpassad till svenska förhållanden avseende t ex sociala ersättningssystem eller det kommunala utjämningsystemet.

REMI:s modellpaket har på senare år byggts ut med ytterligare modeller. Med integreringen av en trafikefterfrågemodell med MIO-modellen är syftet att modellera och beräkna kort- och långsiktiga effekter på befolkning, sysselsättning och regionalekonomi av förändringar i transportsystemet (REMI, 2007). Modellen som gör denna integrering är TranSight. TranSight är inte en trafikmodell likt exempelvis SAMPERS utan använder sig av resultat från en modell av SAMPERS-typ som indata. Andra indata är till exempel beräknade bygg- och underhållskostnader av en investering i transportsystemet. Utdata är motsvarande det som beräknas i SAMKALK som exempelvis restidsvinster, miljöeffekter och säkerhetseffekter men

⁴ Se <http://www.remi.com/products/pi> för information om PI+.

även matriser med generaliserade reskostnader och annat som kan påverka den regionala ekonomin. Dessa blir sedan indata till PI+ för att beräkna regionalekonomiska effekter. En modell för detaljerade analyser av effekter av förändringar av skattesystemet (Tax-PI) finns också liksom en modell för analyser av lokala effekter på folkmängd och sysselsättning (Metro-PI).

Modellpaketet MEPLAN utvecklades av Marcial Echenique & Partners och innehåller en MIO-modell för att beräkna den ekonomiska utvecklingen, en markanvändningsmodell för att beräkna lokaliseringen av tillkommande bostäder och arbetsplatser samt en trafikmodell för att beräkna trafikeffekter (både gods- och persontransporter). Se Marcial Echenique & Partners et al. (2001) för en beskrivning av modellpaketet. MEPLAN används vanligen för en enskild region, till exempel ett län, som delas in i mindre delområden. MEPLAN-modellen för Bilbao i Spanien har 66 delområden för vilka befolkning, arbetsplatser och transportefterfrågan beräknas (Marcial Echenique & Partners et al., 2001). MEPLAN kan användas för att belysa olika framtida utvecklingsbanor för en region ur flera olika synvinklar, och även effekter av enskilda exploateringsområden och infrastruktursatsningar. En nackdel med modellpaketet är att det kräver mycket indata.

4 Rumsliga allmänna jämviktsmodeller (SCGE-modeller)

Det finns ett stort antal operativa modeller runt om i världen, se avsnitt 2 ovan. I denna rapport fokuserar vi främst på de svenska och norska modellerna STRAGO och PINGO. Andra europeiska modeller behandlas också kortfattat. Rumsliga allmänna jämviktsmodeller (SCGE-modeller) har sin styrka i att de utgår från mikroekonomiska antaganden som beskriver hur olika aktörer beter sig och hur marknaderna fungerar (Sundberg, 2015). Både priser och kvantiteter beaktas och modelleras utifrån de gjorda antagandena för att uppnå en allmän jämvikt på samtliga marknader. SCGE-modeller får därmed en stark mikroekonomisk teoretisk bas. SCGE-modeller har i ett basutförande tre olika sorters aktörer: företag (som producerar varor och tjänster), hushåll (som tillhandahåller arbete och kapital för produktionen samt står för efterfrågan i form av konsumtion) och transportörer (som transporterar varor och tjänster från produktion till konsumtion) (Bröcker, 1998). Till dessa aktörer går det att addera en offentlig sektor, och dela upp efterfrågan i konsumtion, investeringar med mera (Bröcker, 1998).

4.1 STRAGO

SCGE-modellen STRAGO - Swedish TRAdE of GOods - utvecklades av Marcus Sundberg på KTH som en del av hans doktorsavhandling (Sundberg, 2009a). Bakgrunden till modellen finns beskriven i Sundberg (2015). En tidig tanke var att utveckla en SCGE-modell som kunde användas tillsammans med, eller som ett mellansteg under den nationella nivån, en MIO-modell som exempelvis Raps. Så har ju också varit fallet i de STRAGO-Raps-tillämpningar som genomförts.⁵ Indata till STRAGO vid en nedbrytning av nationella scenarier från Långtidsutredningen ges numera av den nationella CGE-modellen EMEC (se Carlén och Sahlén Östman, 2015, för en beskrivning av EMEC).

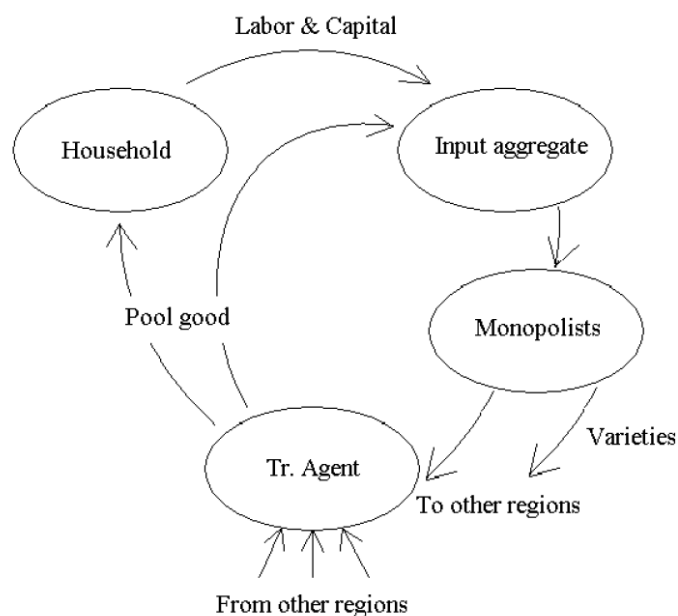
4.1.1. Modellbeskrivning

Kortfattat beskriver modellen ”den svenska ekonomin som en liten öppen ekonomi som handlar med omvärlden, där hushållen väljer optimala konsumtionsmönster

⁵ Exempel på STRAGO-Raps-tillämpningar är regional nedbrytning av långtidsutredningarna LU 2008.

under framåtblickande beteende, företagen agerar under marknadsformen monopolistisk konkurrens och transporter av varor sker via en specifikt modellerad transportsektor” (Sundberg, 2015). Här återfinns en skillnad mot EMEC som modellerar Sveriges ekonomi som en punktekonomi med perfekt konkurrens och konstant skalavkastning inom varje sektor (Carlén och Sahlén Östman, 2015). Om STRAGO på dessa punkter skulle göra samma antaganden som EMEC, skulle exempelvis agglomerationseffekter inte modelleras.

Flödet mellan de olika aktörerna i STRAGO beskrivs förenklat i Figur 2. I figuren finns det endast en region med en sektor. I modellen finns det i respektive region ett antal sektorer som alla producerar olika sorters varor och tjänster.



Figur 2. Flöden mellan de olika aktörerna i STRAGO. Källa: Sundberg 2009b.

I STRAGO används representativa hushåll. Det innebär att ett hushåll används för att beskriva valen och handlingarna hos ett antal identiska hushåll varje region (Sundberg, 2009b). Hushållen beskrivs som nytto-maximerare som vid varje tidpunkt väljer en optimal konsumtionsmix samtidigt som de optimerar sin konsumtion över tiden (Sundberg, 2015). Hushållen antas vara framåtblickande med perfekt information och tar marknadspriserna för varor och tjänster för givna när de gör en avvägning mellan hur stor del av sin budget de ska spendera nu, givet de nyttor som varorna och tjänsterna ger, och hur mycket det ska investera för framtiden (Sundberg, 2015). Hushållen äger i modellen kapital och arbetskraft som de säljer

till företagen i utbyte mot ränta och lön. Detta ger att hushållen maximerar sin diskonterade nyttofunktion summerat över alla tidpunkter givet bivillkoret att hushållens kapital- och arbetsinkomster plus transfereringar är lika stora som dess utgifter för konsumtion och investeringar i kapitalstocken (sparande). Den valda nyttofunktionen är av CES-typ⁶, vilket innebär att den har en konstant substitutionselasticitet.

Hushållen antas arbeta och investera i de regioner som de bor i, d.v.s. modellen har ingen pendling. Detta antagande blir rimligt givet STRAGO:s aggregerade regionindelning men skulle inte vara lämpligt om modellen delas in i en väldigt fin regionindelning (Sundberg, 2015). Däremot kan hushållen så klart konsumera importerade varor och tjänster från andra regioner. Vidare antas hushållen preferenser uppfylla ”love of variety” vilket betyder att de hellre konsumerar fler typer av varor än mer av en enskild vara (Sundberg, 2015). Till skillnad från så kallade New Economic Geography-modeller (NEG-modeller, se Krugman, 1991) finns det ingen modellering av flyttningar i STRAGO⁷. I NEG-modeller antas hushåll flytta till den region där de maximerar sin förväntade nytta.

Företagen antas agera som vinstmaximerare under monopolistisk konkurrens och använder kapital och arbetskraft från hushållen i sin region för sin produktion. Till detta köper de även in varor och tjänster från andra företag i sin och andra regioner (Sundberg, 2015). Det finns ett antal företag i varje region och sektor som vardera producerar sin egen variant av produkten som sektorn producerar. Monopolistisk konkurrens innebär att företagen sätter priserna högre än marginalkostnaderna så att även fasta kostnader täcks.

Graden av monopolistisk konkurrens och styrkan i agglomerationseffekterna kan varieras i STRAGO. Fasta kostnader innebär stordriftsfördelar vilket styr mot ett företag per sektor och region, detta balaseras dock av hushållens ”love of variety” så att det i jämvikt finns ett antal företag per sektor och region (Sundberg, 2015). Detta följer Dixit-Stiglitz antaganden. Exakt hur många det blir bestäms av den totala efterfrågan för sektorns varor i regionen och efterfrågans elasticitet. Antagandet om monopolistisk konkurrens och de agglomerationseffekter detta för med

⁶ CES = Constant Elasticity of Substitution

⁷ Genom att kombinera STRAGO med Raps fås en modellering av flyttningar där hushåll reagerar på förändringar i arbets- och bostadsmarknad. Dock är effekterna generellt mindre än vad som är vanligt i NEG-modeller.

sig delar STRAGO med NEG-modeller. Generellt sett är dock agglomerationseffekterna mindre i STRAGO än i NEG-modeller

I STRAGO använder företagen för sin produktion en mix av insatsvaror och produktionsfaktorer. Hur denna mix ser du beror på relativpriserna och substitutionselasticiteten antas vara konstant. Även fördelningen mellan produktionsfaktorerna arbete och kapital varierar med konstant substitutionselasticitet

Varje transportör transporterar en specifik sektors produktion från alla regioner till destinationsregionen. I varje region finns det därmed lika många transportörer som det finns sektorer. Detta kallas Armington-antagandet (Sundberg, 2009b). Transportkostnader modelleras både genom den så kallade Samuelsons isbergsprincip och genom additiva kostnader. Priset för de additiva kostnaderna modelleras under antagande om en Leontief-teknologi (Sundberg, 2009b). Varorna och tjänsterna erbjuds sedan hushållen (för konsumtion) och företagen (som insatsvaror) genom en varu-pool.

I STRAGO modelleras även utlandets efterfrågan på svenska varor och tjänster, d.v.s. exportefterfrågan. Enkelt beskrivet innebär formuleringen att om relativpriset på en svensk vara jämfört med en utländsk vara sjunker kommer exportefterfrågan att öka.

Slutligen måste efterfrågan per sektor vara lika stor produktionen, d.v.s. marknaden måste balanseras.

4.1.2. Indelning i regioner och sektorer

Vid modellens framtagande lades vikt vid att den skulle vara konsistent med den nationella godsmodellen SAMGODS. Den regionala uppdelningen för STRAGO är därför NUTS 2, med justeringen att Örebro och Västmanland brutits ut ur Östra Mellansverige till en egen region (Sundberg, 2009b; Sundberg, 2015). Utöver dessa nio regioner i Sverige finns även en resten av världen-region, d.v.s. totalt tio regioner. Den sektoriella uppdelningen stämmer överens med varugrupsindelningen i STAN och består av 12 varugrupper, plus en sektor för tjänstesektorn och andra produkter samt en transportsektor, totalt 14 sektorer (Sundberg, 2015).

Sektorsuppdelningen är för tillfället föremål för en revidering. Revideringen gäller både de varuproducerande sektorerna och en uppdelning av tjänstesektorn i flera sektorer för att mer mångfacetterat kunna beskriva tjänsteproduktionen. Revide-

ringen har resulterat i 16 varugrupper och en uppdelning av tjänstesektorn i 10 sektorer. Det totala antalet sektorer i modellen ökar därmed till 26.

4.1.3. Tillämpning

STRAGO har använts för regional nedbrytning av nationella bas- och klimatscenarioer, så som Långtidsutredningen 2008, till NUTS 2. För vidare nedbrytning till län och kommuner har Raps använts som ett andra steg. Resultaten från STRAGO är då exogena förutsättningar för Raps.

STRAGO har som SCGE-modell rörliga input/output-andelar och kan därmed fånga substitutionseffekter i ekonomin på ett sätt som inte är möjligt med MIO-modeller. STRAGO har även en konsistent behandling av det långsiktiga villkoret att inkomsterna är lika stora som utgifterna för alla aktörer. Den relativt grova geografiska och sektoriella indelningen motiverar länkningen av STRAGO med Raps. Genom denna länkning fås en finare indelning som på aggregerad nivå följer resultaten från STRAGO.

Andra användningsområden för modellen är utvärdering av olika policyändringar som t ex förändrade transportkostnader. Ett exempel är Sundberg (2009b) där effekter av kilometerskatter undersöks. Modellen har dock inte kommit att användas för policyfrågor i någon större utstäckning hittills.

4.2 PINGO

PINGO är en norsk SCGE-modell som utvecklades för modellera regionala och interregionala godstransporter i landet. I modellpaketet som PINGO ingår i finns även en logistikmodell, NEMO, som beräknar godstransporttider givet ett transportnätverk. Den första versionen av PINGO beskrivs i Ivanova et al. (2002). Version 2 av PINGO (Vold och Jean-Hansen, 2007) utvecklar i princip version 1 genom att ha fler regioner, sektorer och produkter. Till skillnad från i version 1 beaktas kontinentalsockeln med dess oljeutvinning explicit i version 2. Beskrivningen nedan avhandlar i huvudsak version 2 av PINGO.

4.2.1. Modellbeskrivning

I varje region i PINGO återfinns representativa hushåll, företag som producerar varor och tjänster, transportörer, en handelssektor och importörer/exportörer. På nationell nivå återfinns en sektor som balanserar ekonomin samt samlar in och fördelar skatter.

Indata för basåret samlas i en så kallad SAM-matris. Raderna i matrisen representerar de olika sektorerna i modellen och kolumnerna representeras marknaderna för de olika varorna och tjänsterna. Matrisen innehåller data om handel mellan alla regionpar och transportkostnader för alla varugrupper mellan alla regionpar. I version 2 av PINGO används 2002 som basår för SAM-matrisen. Ekonomin delas upp i inflöde av varor, tjänster och produktionsfaktorer (endowments och produktion) respektive hur dessa används (efterfrågan och input). Inflödet har positivt tecken i SAM-matrisen medan användningen har negativt tecken. Alla rader och kolumner i matrisen balanseras så att de summerar till noll. Basårets SAM-matris representerar en jämviktslösning i modellen. Vid en ändring i en eller flera exogena variabler används PINGO för att ta fram en ny jämviktslösning. En simulering i PINGO startar i basåret och stegar sig sedan fram årsvis.

I PINGO modelleras två typer av representativa hushåll, privat och offentliga. De privata hushållen har produktionsfaktorerna arbete och kapital som de säljer till företagen i utbyte mot lön och ränteintäkter. Hushållen antas konsumera alla inkomster samma år de tjänas in och varor som inhandlas som t ex bilar, möbler mm antas konsumeras samma år som de köps. Konsumtionen beräknas för de 19 fastlandsfylkena och inkluderar både norskers och övriga individers konsumtion sammanslaget.

Hushållens preferenser beskrivs av deras nyttofunktion. I PINGO används konsumtionskorgar från basåret och en substitutionselasticitet på noll används för att fixera korgarna enligt den i modellen exogent giva preferensstrukturen.

De offentliga hushållen står för den offentliga konsumtionen i PINGO. De offentliga hushållen får transfereringar från staten och avgifter från den privata sektorn och står för en efterfrågan av olika varor och tjänster, särskilt tjänstegruppen ”Public social and private services”.

Företagen beskrivs i PINGO som vinstmaximerande rationella aktörer. Produktionsfunktionen i PINGO har två nivåer. På den översta nivån beskriver hur mycket insatsvaror och hur mycket produktionsfaktorer som behövs. Elasticiteten för att byta mellan dessa två är satt till noll i version 1 av PINGO (Leontief-teknologi), vilket betyder att fördelningen mellan insatsvaror och produktionsfaktorer är fixerad för de olika varorna och tjänsterna (Ivanova et al., 2002). I version 2 används Cobb-Douglas-teknologi för valet mellan insatsvaror och produktionsfaktorer (Vold och Jean-Hansen, 2007). Däremot är den geografiska mixen för varifrån insatsvarorna kommer föränderlig. Orsaken till att man använder sig av fixa andelar

för insatsvaror respektive produktionsfaktorer är att modellen blir beräkningsmässigt enklare. På den undre nivån beskrivs uppdelningen mellan produktionsfaktorerna arbete och kapital. På denna nivå är substitutionselasticiteten 1, vilket motsvarar Cobb-Douglas-teknologi med konstant skalavkastning (Ivanova et al., 2002). Företagen i PINGO antas med andra ord agera på en marknad med perfekt konkurrens och konstant skalavkastning (Hovi och Hansen, 2010).

För varje region och varugrupp finns i PINGO en transportör. Transportörerna använder arbete, insatsvaror och operating surplus commodity⁸ (med substitutionselasticitet noll) för att producera transporttjänsterna som de tillhandahåller.

För varje region och varu/tjänste/investeringsgrupp finns det även en handelssektor i PINGO. Handelssektorn för respektive varugrupp köper varor från produktionssektorerna och från importörerna, samt använder sig av transportörerna för att samla ihop varorna i en varupool. En stor (Armington)elasticitet antas för valet av vilka regioner en viss vara ska köpas in från. Denna varupool görs sedan tillgänglig för de producerande sektorerna som insatsvaror och till hushållen för konsumtion. Handelssektorerna för tjänste- och investeringsgrupperna köper bara in lokalt i den region som de befinner sig i, de använder sig därmed inte av några transportörer. Det sker därmed ingen handel av tjänster och investeringar mellan regioner i PINGO.

I vardera av de norska regionerna finns det en exportör som använder sig av inhemskt producerade varor för att producera en växelvara. Växelvaran kan antingen användas för att köpa importerade varor eller sparas som ett handelsöverskott. Importören i respektive region är formulerad som en producent som använder en växelvara som input för att producera importvaror som köps av handelssektorn i regionen. Nivån på exporten bestäms av efterfrågan på växelvaran som i sin tur bestäms av efterfrågan på importerade varor. När efterfrågan på importerade varor stiger, ökar exporten proportionellt. Om priset på importvaror går ner relativt varor producerade i regionen kommer handelssektorn använda sig av en större andel importvaror. Priset på växelvaran kan ses som en växelkurs mellan norska kronor och en mix av alla utländska valutor. När priset ändras påverkas importen och exporten. I version 1 av PINGO fanns det bara en exportör och en importör på nationell nivå (Ivanova et al., 2002).

⁸ Operating surplus commodity är nettot av skatter, vinster, subventioner och andra element som inte beaktas explicit (Vold och Jean-Hansen, 2007).

Den nationella sektorns uppgifter är att lägga på skatt på de produktionssektorerna och transportörerna, balansera operating surplus commodity samt köpa och sälja växelvaran.

4.2.2. Indelning i regioner och sektorer

Regionindelningen i PINGO utgörs av en region vardera för de 19 fylkena, en region för kontinentalsockeln/Svalbard/Jan Mayen osv, samt en region för resten av världen, totalt 21 regioner.

Produktionen i PINGO sköts av nio sektorer som producerar 32 varugrupper, 6 tjänstegrupper och 6 investeringstyper. Vilka dessa grupper och typer är listas i Vold och Jean-Hansen (2007). Här finns alltså en skillnad mot STRAGO som har lika många sektorer och varu- och tjänstegrupper. I PINGO producerar varje sektor en mix av olika produkter (varor och tjänster), hur denna mix ser ut i ett basscenario beskrivs i SAM-matrisen (Social Accounting Matrix). I STRAGO görs denna omvandling från sektor till produkt i indatabearbetningen så att varje sektor bara producerar en produkt. PINGO får exogent givna tillväxttakter för sektorerna på nationell nivå från en nationell norsk CGE-modell (Hovi och Hansen, 2010).

4.2.3. Tillämpning

Både PINGO version 1 och version 2 har använts tillsammans med logistikmodellen NEMO för att modellera regionala och interregionala godstransporter. På grund av en del omständigheter, bland annat kompetensförluster blev modellen svårare och svårare att underhålla och utveckla (Hansen, 2016). Inriktningen i Norge har under flera år också gått mot att ta fram modeller för att beräkna wider economic impacts. Sammantaget gjorde det att man tog beslutet att ta fram en ny SCGE-modell som ännu inte har något namn (Hansen, 2016).

4.2.4. Ny norsk SCGE-modell

Nyligen har en uppdaterad SCGE-modell tagits fram. Denna bygger på PINGO men också på RAEM och TIGER (se nedan för kort beskrivning av dessa två modeller). Modellen har använts för att analysera wider economic impacts av en förbindelse över Oslofjorden, en färjefri europaväg E39 och nio investeringar i den nationella transportplanen 2018-2029 (Hansen et al., 2014; Hansen, 2015; Hansen och Johansen, 2016). En tidig formulering av modellen beskrivs även i Hansen och Ivanova (2012). I denna nya modell antas monopolistisk konkurrens med stigande skalavkastning för ett urval av sektorerna och modellen tar även hänsyn till pend-

lings- och migrationsflöden mellan regionerna. Nyttor beräknas för såväl gods- som persontransporter. Beskrivningen nedan bygger på Hansen och Johansen (2016) om inte annat anges.

Modellen har 97 regioner (90 så kallade ekonomiska zoner i Norge samt sju regioner för resten av världen). Modellen har 25 sektorer, varav 18 är varuproducerade och resterade tjänsteproducerande. Hushållen beskrivs genom ett representativt hushåll i respektive region. Hushållen säljer en andel av sin arbetskraft i utbyte mot lön i bostadsregionen och en andel i andra regioner, dvs. arbetspendling modelleras. Detsamma gäller även för kapitalet som hushållen äger. En andel lånas ut i utbyte mot ränta i bostadsregionen och en andel i andra regioner. Migration modelleras mellan varje zonpar med en enkel modell som baseras på löneskillnader.

Sektorerna i modellen delas upp i traditionella sektorer med perfekt konkurrens och konstant skalavkastning respektive moderna sektorer med monopolistisk konkurrens och positiv skalavkastning. Företagen beskrivs även här som vinstmaximerande rationella aktörer. En begränsning i även denna modell är att den antar att det inte sker någon handel av tjänster mellan regionerna, utan bara handel av varor.

4.3 Översiktlig jämförelse mellan STRAGO och PINGO

Både STRAGO och PINGO SCGE-modeller med relativt grov regionindelning och relativt fin sektorsindelning, speciellt efter utökningen av antalet sektorer i STRAGO. Uppdelningen i PINGO är dock något finare på båda områdena.

Ett ursprungligt syfte med båda modellerna var kopplat till prognoser och analyser av godstransporter. Sedan har dock användningen delvis divergerat. STRAGO har i första hand använts för att bryta ner nationella ekonomiska scenarier till mindre geografiska områden⁹ medan PINGO (och framför allt vidareutvecklingen av modellen som gjort på senare år) mer gått mot att användas för att analysera samhälls-ekonomiska effekter av infrastrukturförbättringar för gods- och persontransporter. Speciellt så kallade wider economic impacts har varit i fokus eftersom dessa inte fångas i en konventionell samhällsekonomisk analys (som görs med till exempel SAMPERS/SAMKALK).

⁹ Detta var också ett av huvudsakligt användningsområde som identifierades för STRAGO i samband med modellens framtagning.

En skillnad mellan modellerna är att version 1 och 2 av PINGO antar perfekt konkurrens mellan företagen medan STRAGO antar monopolistisk konkurrens med positiv skalavkastning. STRAGO fångar därmed vissa effekter av agglomeration. I vidareutvecklingen av PINGO som Hansen med flera gjort antas dock monopolistisk konkurrens för att kunna modellera wider economic impacts. Under ett antagande om perfekt konkurrens finns inga agglomerationseffekter i en modell.

I PINGO finns det ingen substitution mellan insatsvaror och produktionsfaktorer. Det betyder att andelarna för dessa är konstanta även om relativpriserna ändras. Det är en förenkling för att få en snabbare modell (det står möjligen i kontrast till att arbetskraft i tillverkningsindustrin alltmer ersätts mot insatsvaror producerade i länder med lägre lönekostnader). Fördelningen för varifrån insatsvarorna köps in ändras dock i båda modellerna beroende på produktions- och transportkostnader.

Det är svårt att uttala sig med någon större säkerhet hur stor påverkan dessa skillnader har på resultat av nedbrytningar av nationella scenarier utan att genomföra faktiska modellberäkningar.

4.4 Exempel på andra operativa SCGE-modeller

Bröcker (1998) presenterar en prototyp till en SCGE-modell som varit inspiration för ett flertal senare europeiska modeller. Modellen har ett antal regioner, representativa företag för sektorerna i respektive region och representativa hushåll. Perfekt konkurrens antas bland företagen medan hushållen säljer sina produktionsfaktorer i utbud mot lön och ränteinkomster. Företag och transportörer modelleras som vinstmaximerare och hushållen som nyttomaximerare givet en budget.

I syfte att modellera policyeffekter av infrastrukturåtgärder inom Trans-European Transport Network Initiative har Bröcker utvecklat en modell som delar upp Europa i mer än 1373 regioner, plus en för resten av världen (Bröcker, 2006). Modellen har en väldigt fin geografisk uppdelning men bara två sektorer, handelsvaror och icke-handelsvaror. Förbättringar av transportnätverket genom infrastrukturinvesteringar modelleras genom sänkta kostnader för handel mellan regionerna i modellen. Både hushåll och företag verkar i den region de finns i och är immobile. Representativa hushållen som antas vara nyttomaximerare används och det finns två sorters företag: de som producerar lokala (icke-handels) varor och de som producerar handelsvaror. Lokala varor produceras under konstant skalavkastning med

perfekt konkurrens medan handelsvaror produceras under monopolistisk konkurrens under Dixit-Stiglitz-antagandet (Bröcker, 2006).

På Groningens universitet har Jan Oosterhaven med flera tagit fram RAEM som är en nederländsk SCGE-modell. Den första versionen av modellen beskrivs i Oosterhaven et al. (2001) och den senaste versionen (version 3.0) beskrivs i Ivanova et al. (2007). RAEM är dynamisk och stegar sig fram årsvis utifrån basåret 2006. Modellen har 15 varu- och tjänsteproducerade sektorer, en nationell offentlig sektor och en handelssektor. De 15 producerade sektorerna producerar 15 produkter. Vidare antas monopolistisk konkurrens och att olika företag inom respektive sektor producerar olika varianter av sektorns produkt inom respektive sektor (samma antaganden som i STRAGO). Andelen insatsvaror är fix i förhållande till produktionen medan fördelningen mellan arbete och kapital varierar med konstant substitutionselasticitet (samma antaganden som i PINGO).

Modellen omfattar 40 regioner i Nederländerna, den geografiska upplösningen är med andra ord relativt fin. Dessutom finns regioner för EU25 och övriga världen. Modellen har nyttomaximerande representativa hushåll. Både företag och hushåll använder sig av transporttjänster från en separat transportsektor. Hushållens resor är uppdelade på ärendena arbete, tjänste, inköp, skola och rekreation. RAEM modellerar även interregional migration. Migration pågår tills hushållens nytta (från både konsumtion och boende) är lika stor i alla regioner.

Ytterligare exempel på europeiska SCGE-modeller är RHOMOLO och TIGER. Olga Ivanova som var med och utvecklade PINGO i Norge, och som varit med i vidareutvecklingen av RAEM, har medverkat även i framtagandet av dessa två modeller. RHOMOLO är en dynamisk SCGE-modell som utvecklats för att utvärdera EU:s regionalpolitik (Gardiner et al., 2011, Brandsma et al. 2013). Den geografiska omfattningen av modellen är hela EU 27 på NUTS2-nivå¹⁰. Det innebär att modellen omfattar väldigt många regioner. I övrigt har RHOMOLO många likheter med RAEM, bl.a. monopolistisk konkurrens och migration. Dock har modellen inte samma detaljerade modellering av persontransporter utan kopplas istället ihop med trafikmodellen TRANSTOOLS.

¹⁰ I vissa länder är NUTS2-områdena små och NUTS1-områden används istället (Brandsma et al. 2013).

TIGER-modellen kan användas för att utvärdera ekonomiska och miljömässiga effekter av förändrad transportpolicy. Den geografiska omfattningen är Benelux-området och en del av Tyskland på NUTS3-nivå (Heyndrickx et al., 2011). TIGER modellerar effekter av förändringar av transportpolicys som påverkar interregionala och internationella transporter. Modelleringen sker på en disaggregerad nivå med frakt och persontransporter var för sig, olika färdmedel (väg, spår, vatten) och ärenden. Arbetsresependling modelleras i detalj med ”lokaliserings-attraktion-funktion” som simultant bestämmer bostads- och arbetsplats. Modellen bygger på data som finns tillgängliga i TRANSTOOLS-databasen (Heyndrickx et al., 2011).

Geoff Hewings leder Regional Economics Applications Laboratory (REAL) på University of Illinois som tagit fram ett antal SCGE-modeller, främst för Mellanvästern och Ostkustregionerna i USA men även för exempelvis Brasiliens delstater (REAL, 2016).

Avslutningsvis kan även den regionalekonomiska modellen SASI nämnas även om den inte är en SCGE-modell. SASI började utvecklas 1996 av forskare från Dortmunds Universitet och Wiens tekniska universitet inom EU-projektet SASI (Spatial and Socio-economic Impacts of Transport Investments and Transport System Improvements). En första beskrivning av modellen återfinns i Wegener och Böke-mann (1998). I SASI-modellen delas Europa in i 1330 regioner. SASI modellerar både ekonomin och befolkningens utveckling och innehåller sju delmodeller: European Developments, Regional Accessibility, Regional GDP, Regional Employment, Regional Population, Regional Labour Force och Socio-Economic Indicators (Wegener, 2008).

5 Avslutande kommentarer

STRAGO och PINGO är relativt lika varandra som SCGE-modeller med förhållandevis stora regioner och relativt många sektorer. Modellerna för kontinentala Europa har generellt sett mindre geografiska regioner, vilket är naturligt med tanke på den större befolkningsdensiteten. Därmed innehåller dessa modeller också som regel beräkningar av flyttningar och persontransporter, vilket inte finns i STRAGO eller PINGO¹¹.

Operativa SCGE-modeller är inte estimerade eftersom det inte låter sig göras. Det kan å enda sidan ses som en svaghet för modellområdet överlag. Men de beaktar och återger samband och beteenden i ekonomin som vi tror är rimliga. Å andra sidan finns det modeller och modelltyper som är estimerade men som inte beaktar de viktiga sambanden och inte återger helt rimliga beteenden. Därför går det inte att på rak arm säga att en estimerad modell är bättre och mer användbar än en icke estimerad modell som bara är kalibrerad.

En viktig aspekt med SCGE-modeller, som också Bröcker (1998) trycker på, är att de håller ordning på intäkter och utgifter för alla agenter, även regioner. Det betyder exempelvis att modellerna ser till att långsiktigt ohållbara och orealistiska obalanser för en region i bland annat import/export inte byggs in i de framskrivningar som tas fram.

Eftersom SCGE-modeller beaktar de viktiga sambanden i ekonomin är det möjligt att ta hänsyn till en del möjliga trendbrott. Till exempel går det att beräkna regionalekonomiska effekter av att bränsle- och transportkostnader ökar snabbare än vad som trendmässigt varit fallet (vilket skulle kunna vara en del av en politik som styr mot att begränsa transporterens klimatpåverkan). Utan att använda en SCGE-modell är det svårare att beräkna realistiska regionalekonomiska effekter av en sådan utveckling.

¹¹ Den vidareutvecklade modellen som bland annat bygger på PINGO och som beskrivs i Hansen et al. (2014) och Hansen (2015) modellerar dock flyttningar och persontransporter.

Referenser

- Anderstig, C. och Sundberg, M. (2013), "Integrating SCGE and I-O in Multiregional Modelling", Chapter 8 in F. Pagliara et al. (eds.), *Employment Location in Cities and Regions, Advances in Spatial Science*, Springer-Verlag
- Brandsma A., Kancs, A., Monfort, P. och Rillaers, A. (2013), "RHOMOLO: A Dynamic Spatial General Equilibrium Model for Assessing the Impact of Cohesion Policy", JRC81133, European Commission, DG Joint Research Centre
- Bröcker, J. (1998), "Operational spatial computable general equilibrium modeling", *The Annals of Regional Science* 32(3): 367-387
- Bröcker, J. (2006), "Spatial effects of transport infrastructure - an update", Christian-Albrechts-Universität, Kiel
- Carlén, B. och Sahlén Östman, L. (2015), *EMEC – En populärvetenskaplig beskrivning*, Konjunkturinstitutet
- Gardiner, B., Brandsma, A., Ivanova, O. och Kancs, A. (2011), "RHOMOLO: A Dynamic General Equilibrium Modelling Approach to the Evaluation of the EU's Regional Policies", 51st Congress of the European Regional Science Association, Barcelona
- Hansen, W. (2015), "Makroøkonomiske effekter av ferjefri E39: En SCGE modell-analyse", TØI rapport 1411/2015, Transportøkonomisk institutt, Oslo
- Hansen, W. (2016), "SCGE-modeller i Norge", forskare vid Transportøkonomisk institutt, Oslo, presentation 2016-06-10
- Hansen, W., Engebretsen, Ø., Thune-Larsen, H., Sandberg Eriksen, K., och Østli, K.V. (2014), "Regionale virkninger av ny Oslofjordkryssing: Underlagsrapport i konseptvalgutredning (KVU) for kryssing av Oslofjorden", TØI-rapport 1368/2014, Transportøkonomisk institutt, Oslo
- Hansen, W. och Ivanova O. (2012), "Wider Economic Benefits in Transport Appraisal, a SCGE-model approach with application to a proposed Norwegian road infrastructure project", European Transport Conference 2012, Glasgow
- Hansen, W. och Johansen, B. (2016), "Beregning av netto ringvirkninger på utvalgte prosjekter, NTP 2018-2029", TØI-rapport 1471/2016, Transportøkonomisk institutt, Oslo
- Hewings, G.J.D och Jensen, R.C. (1986), "Regional, Interregional and Multiregional Input-Output Analysis", Chapter 8 in P.Nijkamp (ed.) *Handbook of Regional and Urban Economics, Volume I*, Elsevier Science Publishers BV
- Heyndrickx, C., Koops, O., och Ivanova O. (2011). "The TIGER Model: Application of detailed passenger and freight transport in a regional CGE setting", 51st Congress of the European Regional Science Association, Barcelona

- Hovi, I.B. och Hansen, W. (2010), "A Model System for Forecasting National and International Freight Transport in Norway", Innovations in Freight Demand Modeling & Data, symposium September 14 & 15, 2010 Washington DC, SHRP 2, TRB
- Ivanova O, Vold A, och Jean-Hansen V (2002), "Pingo - A model for prediction of regional and interregional freight transport", TØI report, 578/2002, Oslo
- Ivanova, O. Heyndrickx, C., Spitaels, K., Tavasszy, L., Manshanden, W., Snelder, M. och Koops, O. (2007). "RAEM: version 3.0 Final report", Transport and mobility Leuven
- Krugman, P. (1991). "Increasing Returns and Economic Geography", Journal of Political Economy, June 1991a, 99(3), sid 483-99.
- Marcial Echenique & Partners, LT Consultants och Spiekermann & Wegener (2001), "Transport and Land-use Interaction Part A: Integrated Modelling Methodology", Report EUR 20124 EN, European Commission, DG Joint Research Centre
- Oosterhaven, J., Knaap, T., Ruijgrok, C. och Tavasszy L (2001), "On the development of RAEM: the Dutch spatial general equilibrium model and its first application", 41th European Regional Science Association Conference, Zagreb
- Pandagruppen (2016), webbsidan för Pandagruppen, <http://www.pandagruppen.no/> (hämtad 2016-03-09)
- REAL (2016), webbsidan för Regional Economics Applications Laboratory, The University of Illinois at Urbana-Champaign, <http://www.real.illinois.edu/> (hämtad 2016-03-10)
- REMI (2007), "TranSight 2.1 User's Guide & Model Documentation", Regional Economic Models, Inc., Amherst, Massachusetts, USA, <http://www.remi.com/products/transight> (Hämtad 2016-03-08)
- REMI (2015), "PI+ v1.7 Model Equations", Regional Economic Models, Inc., Amherst, Massachusetts, USA, <http://www.remi.com/products/pi> (Hämtad 2016-03-08)
- REMI (uå), "REMI brochure", Regional Economic Models, Inc., Amherst, Massachusetts, USA, <http://www.remi.com/products/pi> (Hämtad 2016-03-08)
- Stokka A. och Bjørnsen M. (uå), "Hva er Panda og hva kan det brukes til?", presentation tillgänglig på <http://www.pandagruppen.no/> (hämtad 2016-03-09)
- Sundberg, M. (2009a), "Essays on Spatial Economies and Organization", Diss., TRITA-TEC_PHD 09-005, Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm
- Sundberg, M. (2009b), "The Development of STRAGO - With application to a kilometer tax", i Diss.: Essays on Spatial Economies and Organization, TRITA-TEC_PHD 09-005, Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm

- Sundberg, M. (2015) ”Introduktion till SCGE-modellen STRAGO”, Avd. för Systemanalys och Ekonomi, Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm
- Tillväxtanalys (2013), ”Raps – ett regionalt analys- och prognosverktyg”, Myndigheten för tillväxtpolitiska utvärderingar och analyser, Östersund
- Toyomane, N. (1988), “Multiregional Input-Output Models in Long-Run Simulation”, Kluwer
- Vold, A. och Jean-Hansen, V. (2007), “PINGO - A model for prediction of regional and interregional freight transport in Norway”, TØI-rapport 899/2007, Transportøkonomisk institutt, Oslo
- Wegener, M. (2008), “SASI Model Description”, Working Paper 08/01, Spiekermann & Wegener Urban and Regional Research, Dortmund
- Wegener, M., Bökemann, D. (1998), “The SASI Model: Model Structure. SASI Deliverable D8”, Institut für Raumplanung, Universität Dortmund