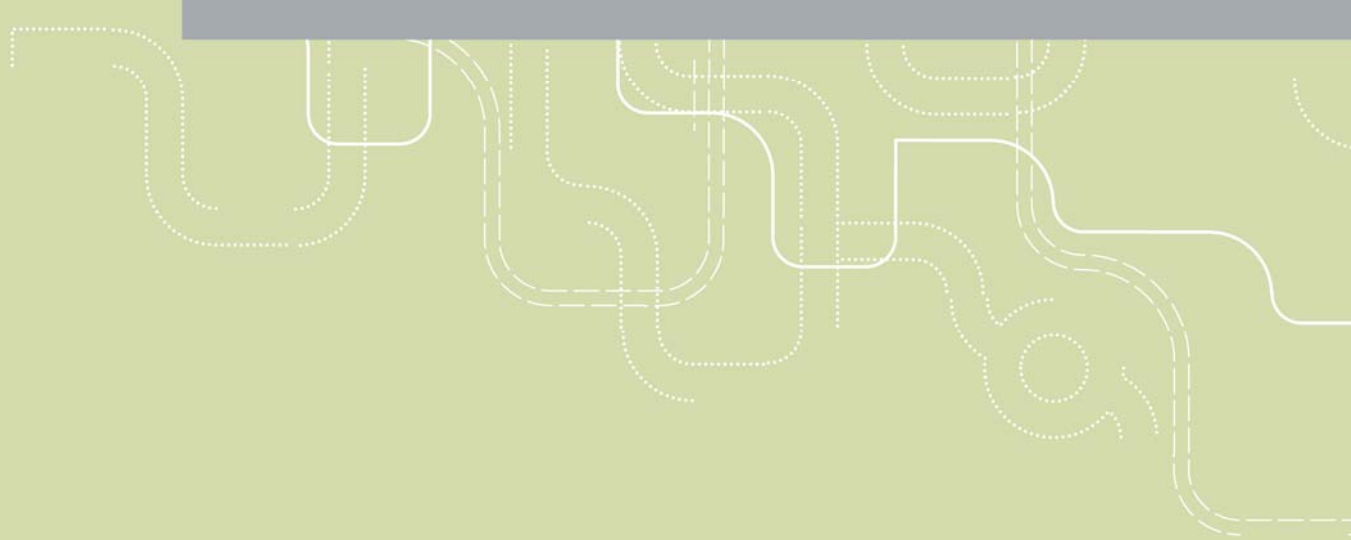


Mernytte: Næringsøkonomiske ringvirkninger av infrastrukturinvesteringer



Tittel: Mernytte: Næringsøkonomiske ringvirkninger av infrastrukturinvesteringer

Forfattere: Wiljar Hansen

Dato: 12.2011

TØI rapport: 1180/2011

Sider 31

ISBN Elektronisk: 978-82-480-1291-7

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: Forskningsprogrammet Concept

Prosjekt: 3743 - Forstudie:
Næringsøkonomiske ringvirkninger av infrastrukturinvesteringer

Prosjektleder: Wiljar Hansen

Kvalitetsansvarlig: Kjell Werner Johansen

Emneord: Mernytte
Nytte-kostnadsanalyse
SCGE-modeller

Title: Wider economic benefits of transport infrastructure investments

Author(s): Wiljar Hansen

Date: 12.2011

TØI report: 1180/2011

Pages 31

ISBN Electronic: 978-82-480-1291-7

ISSN 0808-1190

Financed by: Concept Research Programme

Project: 3743

Project manager: Wiljar Hansen

Quality manager: Kjell Werner Johansen

Key words: cost-benefit analysis
SCGE models
Wider economic benefits

Sammendrag:

Denne rapporten gir en teoretisk drøfting av begrepet mernytte og presenterer Spatial Computable General Equilibrium-modeller (SCGE) som et velegnet verktøy til å fange eventuell mernytte ved infrastrukturinvesteringer. Et utvalg operative europeiske SCGE-modeller presenteres, hvor målet med litteraturgjennomgangen er å stadfeste hva som er state of the art innen SCGE-modellering, samt kartlegge hvilke metodiske avveininger som er gjort i de ulike modellene. Rapporten avsluttes med et forslag til videreutvikling av den norske SCGE-modellen PINGO. Rapporten er kun tilgjengelig i elektronisk form.

Summary:

This report discusses the theoretical underpinnings behind the concept of wider economic benefits of transport infrastructure investments. Spatial Computable General Equilibrium (SCGE) models are presented as a suitable tool for capturing such wider effects of infrastructure investments, and a literature review on a selection of operative European SCGE models is given in order to investigate the state of the art in SCGE modeling. The report ends with a suggestion for further development of the Norwegian SCGE model PINGO. The report is only available in electronic version.

Language of report: Norwegian

Rapporten utgis kun i elektronisk utgave.

This report is available only in electronic version.

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Foreliggende rapport er utarbeidet med finansiering fra forskningsprogrammet Concept. Dette har som sitt primære mål å utvikle kunnskap om prosjekter i tidligfasen fra den første ideen oppstår til endelig finansiering av gjennomføringen er vedtatt. En hovedaktivitet er å drive følgeforskning knyttet til store, statlige investeringsprosjekter. Programmet er finansiert av Finansdepartementet.

Rapporten presenterer noen velkjente svakheter ved dagens nytte-kostnadsmetodikk og gir en teoretisk gjennomgang av begrepet mernytte. Hovedmålet med rapporten er å presentere Spatial Computable General Equilibrium-modeller (SCGE) som et velegnet verktøy for å fange eventuell mernytte ved infrastrukturinvesteringer.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært programmets forskningssjef Gro Holst Volden ved Norges teknisk- naturvitenskaplige universitet. Prosjektleder ved Transportøkonomisk institutt har vært cand.polit. Wiljar Hansen, som også har skrevet rapporten. Sekretærleder Unni Wettergreen har gjort rapporten klar for publisering.

Oslo, desember 2011
Transportøkonomisk institutt

Lasse Fridstrøm *Kjell Werner Johansen*
instituttssjef avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

1 Bakgrunn, mål og problemstilling.....	1
2 Mernytte og samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren	2
2.1 Dagens nytte-kostnadsvurdering.....	2
2.2 Mernytte.....	4
2.2.1 Agglomerasjonseffekter.....	5
2.2.2 Arbeidsmarkedsvirkninger.....	6
2.2.3 Økt produksjon i imperfekte markeder.....	8
2.2.4 Økt konkurranse som resultat av bedret transport	9
3 SCGE-modeller	10
3.1 Generelt om SCGE-modeller.....	10
3.2 Den norske SCGE-modellen PINGO	11
3.2.1 Svakheter ved dagens PINGO struktur.....	13
4 Operative SCGE-modeller som fanger mernytte	15
4.1 RAEM.....	15
4.1.1 Konkurransforhold	16
4.1.2 Pendleradferd	16
4.1.3 Migrasjon	17
4.2 RHOMOLO	17
4.2.1 Konkurransforhold	18
4.2.2 Dynamisk modell med innslag fra endogen vekstteori.....	18
4.2.3 Migrasjon	19
4.3 Andre modeller	20
4.3.1 ISEEM, LIMOBEL og CGEurope.....	20
4.4 Sammenlikning av ulike operative modeller	21
5 Oppsummering og forslag til videre arbeid	22
5.1 Innledning og problemstilling.....	22
5.2 SCGE modeller	23
5.2.1 Den norske SCGE-modellen PINGO	23
5.3 Forslag til videre arbeid	24
5.3.1 Markedsimperfeksjoner	24
5.3.2 Pendling	24
5.3.3 Migrasjon	25
5.4 Relevans.....	25
6 Litteraturliste	27

Sammendrag:

Mernytte: Næringsøkonomiske ringvirkninger av infrastrukturinvesteringer

TØI rapport 1180/2011
Forfatter: Wiljar Hansen
Oslo 2011 31 sider

Nyttevirkninger som ikke fanges opp i den direkte brukernytten i nytte-kostnadsanalysen, kaller vi for mernytte. Denne rapporten gir en teoretisk drøftning av begrepet mernytte og presenterer Spatial Computable General Equilibrium-modeller (SCGE) som et velegnet verktøy for å kvantifisere mernytte ved infrastrukturinvesteringer. Rapporten presenterer et utvalg operative europeiske SCGE-modeller, hvor målet med litteraturgjennomgangen er å stadfeste hva som er state of the art innen SCGE-modellering.

Bakgrunn, mål og problemstillinger

Knapt noe emne innen konsekvensanalyse og samfunnsøkonomisk analyse har vært så populært i Norge de siste 3-4 årene som emnet mernytte. Det har vært behandlet eller er under behandling i Finansdepartementets ekspertutvalg om samfunnsøkonomiske analyser og i metodegruppa i Nasjonal transport plan (NTP). Samferdselsdepartementet har finansiert to utredninger i Program for overordnet transportforskning (POT), og Oslo kommune med flere har finansiert en utredning om mernytte i storbyer. Emnet har også blitt studert i forbindelse med ferjefri kyststamveg på Vestlandet og i forbindelse med høyhastighetstog. Ved større samferdselsprosjekter oppleves det ofte at det er et gap mellom den nytten som fagpersonene beregner i nytte-kostnadsanalysen og den nytten som tilhengere av utbyggingen hevder prosjektet vil generere. I mange tilfeller blir det hevdet at prosjektene generer mernytte, og at nytte-kostnadsanalysen ikke favner de faktiske nyttevirkningene.

Vi ønsker å videreutvikle den norske romlige generelle likevektsmodellen PINGO (Prognosemodell for interregional godstransport) slik at modellen kan benyttes til å analysere indirekte ringvirkninger av tiltak i transportsektoren. Forprosjektet vil evaluere internasjonal litteratur og metodeutvikling innen mernytte og SCGE-modellering. Målet med litteraturgjennomgangen er å stadfeste hva som er *state of the art* innen SCGE-modellering, samt kartlegge hvilke metodiske avveininger som er gjort i de ulike operative SCGE-modellene.

Mernytte og samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren

Så lenge offentlige ressurser er knappe, vil det være konkurranse om investeringsmidlene. Budsjettbeskrankningen medfører at ethvert prosjekt har en alternativkostnad, investeringsmidlenes beste alternative anvendelse. Nytte-kostnadsanalyse er enkelt fortalt et beslutningsverktøy som summerer opp all nytten og alle kostnadene ved et investeringsalternativ med det formål å allokere samfunnets ressurser effektivt. En effektiv allokering av samfunnets ressurser innebærer at de blir anvendt der hvor verdien av anvendelsen er høyest.

En sentral forutsetning i den mikroøkonomiske teorien som ligger til grunn for nytte-kostnadsanalysen, er antakelsen om fullkommen konkurranse. Fra økonomisk teori vet vi at det ved en rimelig grad av fullkommen konkurranse bare er den gevinsten som tilfaller brukerne av infrastrukturen, som utgjør nettogevinsten i nytte-kostnadsanalysen (Kanemoto and Mera 1985; Jara-Diaz 1986). I en situasjon med tilnærmet fullkommen konkurranse vil det å legge til ytterligere ringvirkninger medføre dobbelttelling (Mohring 1993). Både transportsektoren og sektorene som er avhengig av transport, er imidlertid ofte karakterisert ved markedsimperfeksjoner. Når det ikke lenger er rimelig å anta fullkommen konkurranse, vil en infrastrukturutbedring kunne få virkninger i andre sektorer av økonomien som ikke nuller seg ut (Jara-Diaz 1986). Tilstrekkelig avvik fra perfekt konkurranse kan medføre at nyttesiden av et infrastrukturprosjekt underestimeres i en tradisjonell nytte-kostnadsanalyse (Venables and Gasiorek 1998; SACTRA 1999).

Nyttevirkninger som ikke fanges opp av den direkte brukernytten i nytte-kostnadsanalysen, kaller vi for mernytte. Begrepet mernytte tilsvarer det som i den internasjonale litteraturen ofte kalles *wider economic benefits*.

De viktigste samfunnsøkonomiske virkningene som ikke fanges opp av dagens nytte-kostnadsmetodikk kan sammenfattes i fire kategorier (se blant annet (DfT 2005; DfT 2008)):

- Agglomerasjonseffekter
- Arbeidsmarkedsvirkninger
- Økt produksjon i imperfekte markeder
- Økt konkurranse i imperfekte markeder

SCGE-modeller

Multiregionale SCGE-modeller benyttes som oftest til å kvantifisere regionale effekter av infrastrukturinvesteringer eller endringer i transportpolitikk. En infrastrukturinvestering, eller en endring i transportpolitikk, fører til endringer i transportkostnaden, som igjen produserer ringvirkninger i de øvrige sektorene i økonomien. SCGE-modeller favner hele økonomien, noe som gjør modellklassen spesielt godt egnet til å analysere sammenhengen mellom transportsektoren og økonomien forøvrig (SACTRA 1999; Tavasszy, Thissen et al. 2002; Vickerman 2007; Lakshmanan 2010). SCGE-modeller erkjenner at en eksogen endring i en sektor kan produsere ringvirkninger i andre sektorer.

Hovedfordelen med å benytte SCGE-modeller til å vurdere infrastrukturtiltak ligger i modellens evne til å sammenlikne ulike likevektstilstander (Tavasszy, Thissen et al. 2002), både på kort sikt ved å holde både arbeidstakere og produsenter konstante i hver region, på mellomlang sikt ved å tillate antall produsenter i hver region til å variere, og på lang sikt ved også å variere antall arbeidstakere i hver region (Oosterhaven and Knaap 2003).

PINGO er en norsk SCGE-modell utviklet ved TØI (Ivanova, Vold et al. 2002; Vold and Jean-Hansen 2007). Modellen representerer hele den norske økonomien, men er spesielt utviklet for å predikere vekstrater for godstransport innen fylker i Norge, mellom fylkespar og mellom norske fylker og utlandet. Dagens PINGO modell har imidlertid flere svakheter:

- Modellen antar perfekt konkurranse og konstant skalautbytte i alle markeder
- Det er ingen pendler- / migrasjonseffekter i modellen
- Modellen er statisk

Gjennom forutsetningen om perfekt konkurranse og konstant skalautbytte i alle markeder er PINGO ikke i stand til å fange mernytte ved infrastrukturinvesteringer.

Operative SCGE-modeller som fanger mernytte

Det er i de senere år utviklet flere europeiske SCGE-modeller som ivaretar indirekte virkninger av en infrastrukturendring. Eksempler på slike modeller er RAEM- modellen (Ivanova, Heyndrickx et al. 2007), RHOMOLO (Brandsma, Ivanova et al. 2011) og CGEurope (Bröcker, Meyer et al. 2004).

Både RAEM, RHOMOLO og CGEurope tilhører klassen av såkalte NEG-SCGE modeller. Denne klassifiseringen innebærer at modellene inkorporerer elementer fra "ny økonomisk geografi" litteraturen. Hovedmålsettingen med disse modellene er å analysere den romlige økonomiske virkningen av infrastrukturinvesteringer, hvor økonomiske virkninger også inkluderer indirekte ringvirkninger av infrastrukturinvesteringer, såkalt mernytte.

Tabellen under gir en oversikt over de viktigste forskjellene mellom SCGE modellene beskrevet i dette kapitlet.

Tabell 1: Sammenlikning av RHOMOLO, RAEM 3.0, CGEurope og LIMOBEL.

	RHOMOLO	RAEM 3.0	CGEurope II	LIMOBEL
Geografisk oppdeling	NUTS2 (NUTS 1 for Tyskland) i EU, en sone for resten av EU en sone for RoW ¹	40 innenlandske soner, en sone for EU25, en sone for RoW	288 regioner i Europa	3 Belgiske soner, 1 EU, 1 RoW
Ant. sektorer	23	14	8	28
Kapital i prod.funk	Ja	Ja	K og L slått sammen	Ja
Energi i prod.funk	Ja	Nei	Nei	Ja
Segmentert arbeidskraft	Ja, 3 typer utdanningsnivå	Nei	Nei	Ja, 2 grupper
Funksjonsform produktfunksjon	Cobb-Douglas / Leontief / CES ²	Cobb-Douglas / Leontief / CES	CES	CES
Regional kap.mob.	Ja	Nei	Nei	Nei
Sektoral kap.mob.	Nei	Nei	Nei	Nei
Skala fordeler	Ja	Ja	Ja	Under utvikling
Markedsform	Perfekt konkurranse / Dixit - Stiglitz	Dixit-Stiglitz	Perfekt konkurranse / Dixit-Stiglitz	Under utvikling
"love of variety" i innsatsvarer	Ja	Ja	Ja	Under utvikling
Ant. varegrupper	9 varer, 14 servicesektorer	14	7	16 varer, 3 service, 8 transport
Funksjonsform nyttefunksjon	LES ³	LES / CES	CES	CES
"love of variety" i konsum	Ja	JA	Ja	Under utvikling
Armington preferanser ⁴	Ja	Ja	Ja	Ja
Segmenterte husholdninger	Ja, 5 inntektsgrupper	Nei	Nei	Ja, 9 typer
Matchingmodeller i arb. mark.		Ja	Nei	Nei
Migrasjon	Reg. migrasjon innenfor samme land	Ja, diskret valgmodell	Nei	Nei
Pendling	Nei	Ja	Nei	Ja
Dynamisk modell	Ja, rekursiv	Ja, rekursiv	Nei	Nei

¹ Rest of the world

² Constant Elasticity of Substitution

³ Linear Expenditure System. LES er etterspørselsfunksjonen utledet fra Stone-Geary-nyttefunksjonen og presenterer mengden etterspurt som en lineær funksjon av prisen på varen og inntekten, som er antatt å være lik forbruket. LES er ofte benyttet i CGE modeller da den tillater å spesifisere minimumsbehov for konsum.

⁴ Armington preferanser innebærer at innenlandske og utenlandske varer er imperfekte substitutter. Armington, P. (1969). "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production " Staff Papers-International Monetary Fund: 159-178.

Forslag til videre arbeid

Vi foreslår å videreutvikle den norske SCGE-modellen PINGO slik at den kan benyttes til å analysere indirekte ringvirkninger av tiltak i transportsektoren. For å fange mernytte både på kort og lengre sikt bør SCGE-modellen inneholde imperfekt konkurranse og tiltakende skalautbytte, pendleradferd, samt tillate migrasjon mellom regionene i modellen.

I marginale trafikkforbedringer er trolig en velspesifisert nytte-kostnadsanalyse tilstrekkelig for å fange opp de relevante nyttevirkningene ved infrastrukturutbyggingen. Store infrastrukturprosjekter og sammenhengende planer for infrastrukturutbygging må derimot forventes å kunne avlede betydelig mernytte. Høyhastighetstog i Norge er et eksempel på en større infrastrukturutbygging som kan tenke seg å avlede betydelig mernytte, nye bro- og tunnelforbindelser likeså.

1 Bakgrunn, mål og problemstilling

Bredere økonomiske virkninger enn de som fanges opp i brukernytten i nyttekostnadsanalysene i transportsektoren kalles ofte for mernytte. Knapt noe emne innen konsekvensanalyse og samfunnsøkonomisk analyse har vært så populært i Norge de siste 3-4 årene som emnet mernytte. Det har vært behandlet eller er under behandling i Finansdepartementets ekspertutvalg om samfunnsøkonomiske analyser og i metodegruppa i NTP. Samferdselsdepartementet har finansiert to utredninger i POT-programmet, og Oslo kommune med flere har finansiert en utredning om mernytte i storbyer. Emnet har også blitt studert i forbindelse med ferjefri kyststamveg på Vestlandet og i forbindelse med høyhastighetstog. Noen referanser er (Gjerdåker and Lian 2008; Heldal, Rasmussen et al. 2009; Hagen, Hervik et al. 2010; Heum, Norman et al. 2011). Ved større samferdselsprosjekter oppleves det ofte at det er et gap mellom den nytten som fagpersonene beregner i nytte-kostnadsanalysen og den nytten som tilhengere av utbyggingen hevder prosjektet vil generere. I mange tilfeller blir det hevdet at prosjektene generer mernytte, og at nytte-kostnadsanalysen ikke favner de faktiske nyttevirkningene.

Vi ønsker å videreutvikle den norske romlige generelle likevektsmodellen PINGO (Prognosemodell for interregional godstransport) slik at modellen kan benyttes til å analysere indirekte ringvirkninger av tiltak i transportsektoren. Forprosjektet vil evaluere internasjonal litteratur og metodeutvikling innen mernytte og SCGE (Spatial Computable General Equilibrium)-modellering. Målet med litteraturgjennomgangen er å stadfeste hva som er *state of the art* innen SCGE-modellering, samt kartlegge hvilke metodiske avveininger som er gjort i de ulike operative SCGE modellene. Forprosjektet vil gi en første anbefaling for videreutvikling av PINGO.

Rapporten er delt inn i 4 hoveddeler. Det påfølgende kapitlet gir en kort gjennomgang av dagens nyttekostnadsanalyser, samt en teoretisk drøfting av mernyttebegrepet. Kapittel 3 presenterer SCGE-modeller som verktøy for å fange mernytte og gir en gjennomgang av den norske likevektsmodellen PINGO. I kapittel 4 studerer vi ulike europeiske operative SCGE-modeller som er i stand til å fange mernytte. Avslutningsvis oppsummeres hovedtrekkene i rapporten og det skisseres et forslag til videre arbeid med å utvikle en operativ SCGE-modell for Norge som er i stand til å fange mernytte.

2 Mernytte og samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren

2.1 Dagens nytte-kostnadsvurdering¹

Så lenge offentlige ressurser er knappe vil det være konkurranse om investeringsmidlene. Budsjettbeskrankningen medfører at et hvert prosjekt har en alternativkostnad, investeringsmidlenes beste alternative anvendelse. Nytte-kostnadsanalyse er enkelt fortalt et beslutningsverktøy som summerer opp all nytten og kostnadene ved et investeringsalternativ med det formål å allokere samfunnets ressurser effektivt. En effektiv allokering av samfunnets ressurser innebærer at de blir anvendt der hvor verdien av anvendelsen er høyest.

Bruk av nytte-kostnadsanalyse som beslutningsverktøy har en lang tradisjon i Norge. Helt fra den første veilederen på 70 tallet og frem til dagens praksis med krav til gjennomføring av samfunnsøkonomiske analyser hjemlet i Plan og Bygningsloven. KS1 ordningen ble innført i 2005 og skal sikre at konseptvalget i store statlige prosjekter skal undergis reel politisk styring. Som underlag for den politiske behandlingen av konseptvalget skal det blant annet utarbeides en alternativanalyse som skal inneholde nullalternativet og minst to andre hovedalternativer med angivelse av resultatmål (innhold, herunder ytelse, samt kostnad og tid), usikkerhet og finansieringsplan, herunder rammemessig innpassing. Alternativene skal bearbeides i en samfunnsøkonomisk analyse (Minken, Larsen et al. 2009).

I den tradisjonelle nytte-vurderingen av en infrastrukturutbygging antas det at en velspesifisert nytte-kostnadsanalyse fanger opp alle relevante nyttevirkninger. Samfunnsøkonomiske analyser av infrastrukturtiltak i samferdselssektoren konsentrerer seg i dag om de direkte effektene i transportmarkedene:

- trafikantenes og vareeierens tids- og pålitelighetsgevinster og monetære kostnader (kjørekostnader, billett-kostnader, bompengekostnader),
- overskuddet til kollektivselskapene og de andre selskapene i sektoren (for eksempel bompengeselskaper, parkeringsselskaper, private selskaper som bygger og driver infrastruktur),
- budsjettvirkninger for det offentlige (kostnader vedrørende bygging og drift av infrastruktur, overføringer til og fra private selskaper i sektoren, budsjettvirkninger av endringer i inngangen av skatter og avgifter fra transportsektoren),
- ulykkeskostnader, støykostnader, kostnader ved utslipp av klimagasser og lokal luftforrensning.

¹Store deler av dette avsnittet samsvarer med Minken, H. (2011). Merknader om mernytte. Arbeidsdokument ØL/2333/2011, Transportøkonomisk institutt.

Etterspørselen etter transport antas som regel å være en funksjon av generaliserte transportkostnader, der ulike former for tidskostnader og monetære kostnader inngår. Trafikantenes nytte uttrykkes generelt som konsumentoverskuddet, målt enten med trapesformelen eller ved en logsum. Virkningene for det offentlige multipliseres med en skattefaktor (skyggepris på offentlige midler) som skal fange opp kostnadene i økonomien som helhet ved å finansiere offentlig virksomhet over skatteseddelen.

Ved til slutt å summere over de fire gruppene – trafikanter, selskaper, det offentlige og samfunnet for øvrig – elimineres overføringer som billetter, bompenger, skatter og avgifter. På grunn av trafikantenes og selskapenes tilpasninger og skattefaktoren for det offentlige vil det ikke være riktig å eliminere overføringer før man har tatt hensyn til hvordan de påvirker atferden til trafikantene og selskapene og budsjettbalansen til det offentlige. Denne måten å føre nyttekostnadsregnestykket på kaller vi i Norge for bruttometoden.

En sentral forutsening i den mikroøkonomiske teorien som ligger til grunn for nytte-kostnadsanalysen er antakelsen om fullkommen konkurranse. Fullkommen konkurranse innebærer blant annet at det er mange kjøpere og selgere i markedet og at ingen av disse individuelt kan påvirke markedsprisen. Det er fri markedsadgang og avgang, perfekt informasjon, homogene varer og det er ingen eksterne effekter. Selv om det er vanskelig å se at det finnes eksempler på markeder hvor forutsetningen om fullkommen konkurranse holder, står allikevel forutsetningen sentralt i mikroøkonomisk teori og har i mange tilfeller vist seg å være en fullt brukbar tilnærming. Fra økonomisk teori vet vi at det ved en rimelig grad av fullkommen konkurranse bare er den gevinsten som tilfaller brukerne av infrastrukturen som utgjør nettogevinsten i nytte-kostnadsanalysen (Kanemoto and Mera 1985; Jara-Diaz 1986). I en situasjon med tilnærmet fullkommen konkurranse vil det å legge til ytterligere ringvirkninger medføre dobbelttelling (Mohring 1993). Med pris lik den samfunnsøkonomiske grensekostnaden vil altså virkningene av et transporttiltak i andre deler av økonomien ikke være annet enn forvandlede former for den nytten for trafikantene som vi kan beregne i transportmarkedene. Ved tilnærmet fullkommen konkurranse vil teknologisk utvikling og andre endringer som medfører lavere enhetskostnader automatisk føre til lavere priser, alle kostnadsreduksjoner vil veltes over på konsumenten. Dette innebærer at dersom en trafikkforbedring medfører at bedriftene i området blir mer konkurransedyktige, er all nytten dette medfører allerede inkludert i tids- og pålitelighetsgevinsten beregnet i NKA. Hvis dette resulterer i økt inntjening og derigjennom økte lønninger eller økt sysselsetting er også disse effektene medregnet i analysen. Å inkludere slike førstehånds og andrehånds effekter i NKA vil medføre dobbelttelling.

Small (1997) skiller mellom to former for eksterne effekter av investering i infrastruktur, teknologiske og pekuniære. De teknologiske eksterne effektene er definert ved at aktiviteten til en part inngår som argumenter i nytte- eller produktfunksjonen til en annen part. Det vi vanligvis omtaler som negative eksterne effekter ved transport, som kødannelse, forurensende utslipp og støy er eksempler på slike teknologiske eksterne effekter. Pekuniære eksternaliteter er effekter som påvirker de prisene aktørene står over for i markedet. Eksempler på pekuniære eksterne effekter er effekter en infrastrukturutbedring kan ha på eiendomsprisene og lønningene i et område. Hvis de tilstøtende markedene som er gjenstand for pekuniære eksterne effekter er karakterisert ved tilnærmet

fullkommen konkurranse vil slike eksterne effekter materialisere seg som omfordeling av nytte, og ikke bidra til ny nytte utover den som kan beregnes i det direkte berørte markedet. Partielle betraktninger er derfor tilstrekkelig dersom de tilstøtende markedene er karakterisert ved tilnærmet fullkommen konkurranse.

2.2 Mernytte

Nyttevirkninger som ikke fanges opp av den direkte brukernytten i nytte-kostnadsanalysen kaller vi for mernytte. Begrepet mernytte tilsvare det som i den internasjonale litteraturen ofte kalles *wider economic benefits*.

Både transportsektoren og sektorene som er avhengig av transport er ofte karakterisert ved markedsimperfeksjoner. Når det ikke lenger er rimelig å anta fullkommen konkurranse vil en infrastrukturutbedring kunne få virkninger i andre sektorer av økonomien som ikke nuller seg ut (Jara-Diaz 1986). Tilstrekkelig avvik fra perfekt konkurranse kan medføre at nyttesiden av et infrastrukturprosjekt underestimeres i en tradisjonell nytte-kostnadsanalyse (Venables and Gasiorek 1998; SACTRA 1999). Mernytte blir vanligvis antatt å være positiv. Teoretisk er det imidlertid ingen logisk grunn til at nytte-kostnadsanalysen ikke kan overestimere nyttevirkingene ved et prosjekt.

Det er viktig å skille mellom markedsimperfeksjoner i transportsektoren og markedsimperfeksjoner i de sektorene som benytter transporten. Avvik fra frikonkurranseforutsetningen i transportsektoren er ofte karakterisert ved eksterne virkninger ved bruken av infrastrukturen. En infrastrukturinvestering vil påvirke omfanget av de negative eksterne virkningene som kødannelse, forurensende utslipp og støy. Denne typen markedsimperfeksjoner, omtalt som teknologiske eksterne virkninger av Small (1997) er allerede ivaretatt i en velspesifisert nytte-kostnadsanalyse og er ikke gjenstand for eventuell mernytte.

Markedsimperfeksjoner i de tilstøtende sektorene kan derimot medføre at nytte-kostnadsanalysen underestimerer nytten av trafikkforbedringen. Imperfekte markeder er karakterisert ved pris høyere enn den samfunnsøkonomiske grensekostnaden og blant de vanligste årsakene til markedsimperfeksjoner finner vi markedsrett, informasjonsforhold, skatter og avgifter.

Følgende tabell er hentet fra (SACTRA 1999) og gjengitt i (Holvad and Preston 2005). Tabellen viser den relative forskjellen mellom total økonomisk nytte og total trafikanntytte ved en infrastrukturinvestering for ulike prisdannelser. Tabellen viser ved hvilke prisdannelser mernytte oppstår.

Tabell 1: Samfunnsøkonomisk nytte relativt til trafikanntytte for ulike prisdannelser, (SACTRA 1999)

Transport sector	Transport using sectors		
	P < MC	P = MC	P > MC
P < LRMSC	B < 1; B** < 1	B < 1; B** = 1	B = ?; B** > 1
P = LRMSC	B < 1; B** < 1	B = 1; B** = 1	B > 1; B** > 1
P > LRMSC	B = ?; B** < 1	B > 1; B** = 1	B > 1; B** > 1

Hvor,

- P = pris
- MC = marginalkostnad
- $LRMSC$ = samfunnets marginalkostnad på lang sikt
- B = Total økonomisk nytte / total trafikantnytte, hvor den siste er målt ved en nytte-kostnadsanalyse som ser bort fra eksterne virkninger.
- B^{**} = Total økonomisk nytte / total trafikantnytte, hvor det siste er målt ved en nytte-kostnadsanalyse som inkluderer alle eksterne virkninger av infrastrukturinvesteringen.

Antatt at nytten er korrekt målt, og inkluderer alle teknologiske eksterne virkninger av infrastrukturinvesteringen, vil mernytte oppstå når $B^{**} > 1$, dvs. når den totale nytten overstiger trafikantnytte. Av tabellen ser vi at $B^{**} > 1$ oppstår når $P > MC$ for sektorene som benytter transporten, uavhengig av om prisen er høyere, lavere eller lik samfunnets marginale kostnad på lang sikt i transportsektorene. Det vil si at mernytte oppstår når det er markedsimperfeksjoner i de sektorene som benytter transporten.

De viktigste samfunnsøkonomiske virkningene som ikke fanges opp av dagens nytte-kostnadsmetodikk kan sammenfattes i 4 kategorier (se blant annet (DfT 2005; DfT 2008)):

- Agglomerasjonseffekter
- Arbeidsmarkedsvirkninger
- Økt produksjon i imperfekte markeder
- Økt konkurranse i imperfekte markeder

2.2.1 Agglomerasjonseffekter

Agglomerasjonseffekter er produktivetsgevinster bedrifter har av å være lokalisert nær andre bedrifter. Samlokalisering kan gi produktivetsgevinster ved at kunnskap utveksles bedriftene i mellom, leverandørtilgangen og tilgangen på arbeidskraft øker og det vokser frem et levedyktig og kompetent miljø. Det oppstår skalafordeler ved at bedrifter i samme bransje eller langs samme verdikjede samlokaliserer. En av de gjennomgående observasjonene av bedrifters lokaliseringssatferd er at de tenderer til å klumpe seg sammen i næringsparker, tettsteder og byer. Slik klyngedannelse blir tatt til inntekt for at skalafordelene oppveier de økte eiendomsprisene og de økte lønnskostnadene i klyngen. Uten denne produktivetsgevinsten ville klyngene brytes opp og bedriftene vil lokalisere seg jevnere i geografien.

Næringsklynger har vært studert av økonomer helt tilbake til Alfred Marshall (Marshall 1890). Marshall identifiserer tre hovedårsaker til klyngedannelser: kunnskapsoverføring (*information spillovers*), lokal produktspesialisering for leverandører (*non-traded local inputs*) og felles arbeidsmarked for kvalifisert arbeidskraft (*local skilled-labour pool*). Et av de viktigste bidragene til Marshall er hans argument om at det oppstår en kollektiv kunnskap i klynger, et fellesgode som bidrar til innovasjoner og vekstprosesser på stedet (Jakobsen and Onsager 2002), og at denne kollektive kunnskapen ikke kan flyttes på.

Klyngedannelser har hatt en renessanse i nyere økonomisk forskning, hvor både Porter og Krugman har gitt viktige bidrag til hver sin teoriretning. Porter lanserte

sin diamantmodell for næringsklynger i *A Competitive Advantage for Nations* (Porter 1990). Krugman (Krugman 1991) krediteres ofte som opphavet til *ny økonomisk geografi* hvor det fokuseres på hvordan samspillet mellom skalafordeler, produkt differensiering, faktormobilitet og transportkostnader kan gi opphav til agglomerasjon. En syntese av de grunnleggende teoriene innen *ny økonomisk geografi* finnes i (Fujita, Krugman et al. 1999). Det er mange likheter, men også viktige forskjeller mellom Porter og Krugman sine tilnærminger til klyngedannelse. Mens samlokalisering er et spørsmål om kostnadsforhold for Krugman legger Porter mer vekt på at næringsklynger stimulerer til innovasjon og eksport (Reve 2006).

Det skilles ofte mellom bransjeintern (*inter-industry*) og bransjeekstern (*intra-industry*) agglomerasjon. Bransjeintern agglomerasjonsfordeler er de produktivitetsgevinstene som oppstår ved at bedrifter i samme bransje eller langs samme verdikjede samlokaliserer. Bransjeeksterne agglomerasjonsfordeler er gevinster ved å ha en stor og tett befolket by, på tvers av bransjer. Denne siste formen for agglomerasjonsfordeler omtales ofte som *urban agglomeration economies*. Duranton and Puga (2004) beskriver det mikro-økonomiske teorifundamentet for framveksten og opprettholdelsen av de skalafordelene som ligger til grunn for bysamfunnet. Forfatterne skiller mellom 3 mekanismer; deling (*sharing*), læring (*learning*) og kobling (*matching*). Den første mekanismen omhandler deling av fasiliteter, arbeidsmarked, gevinsten av et større marked for innsatsfaktorer som resultat av et større marked for sluttprodukter, gevinsten av muligheten for større spesialisering opprettholdt av en større samlet produksjon, og deling av risiko. Læring: mekanismer basert på dannelsen, utbredelsen og akkumuleringen av kunnskap. Mens den tredje mekanismen bak skalafordeler i bysamfunn omhandler agglomerasjon som grunnlag for forventet kvalitet, eller sannsynligheten for bedre kobling, i møtet mellom arbeidstaker og arbeidsgiver, selger og kjøper av varer og tjenester, og mellom potensielle foretningsspartnere.

Agglomerasjonseffekter har hovedfokus i mye av litteraturen omkring mernytte ved infrastrukturinvesteringer (van Exel, Rienstra et al. 2002; Laird, Nellthorp et al. 2005; Graham 2007; Venables 2007; Graham and Dender 2011). Venables (2007) argumenterer for at størrelsen på en by er regulert av to motvirkende krefter. Arbeidskraften er mer produktiv i en større by, noe som leder til agglomerasjon, mens kostnaden ved pendling øker gjennom økt kødannelse. Hvis køkostnaden faller vil agglomerasjonseffekten kunne trekke i retning av en større by og økt produktivitet. Venables argumenterer videre for at skattleggingen på arbeidsinntekt forsterker den effekten. Venables konkluderer med at det kan være signifikante gevinster ved infrastrukturutbedringer i byområder. Under til dels strenge forutsetninger finner han blant annet at den totale nytten av å redusere pendlerkostnaden kan være flere ganger større enn reduksjonen i pendlerkostnaden.

2.2.2 Arbeidsmarkedsvirkninger

En redusert generalisert reisekostnad for arbeidstakeren påvirker hans valg av arbeidssted og arbeidstid. Lavere reisekostnader gjør det mer lønnsomt for flere å jobbe, noen vil ønske å jobbe mer og enkelte vil flytte til mer produktive næringer. Valget over hvor og hvor mye en arbeidstaker skal jobbe er en avveining mellom de generaliserte reisekostnadene og den lønn han oppnår i den

jobben han reiser til. I et arbeidsmarked uten skatt på lønn vil verdien av økt arbeidstilbud bli fanget opp av trafikantnyten i NKA. Skatt på lønnsinntekt forårsaker et effektivitetstap i arbeidsmarkedet. Arbeidstakeren foretar sine valg basert på lønnsgevinsten etter skatt, mens samfunnets gevinst er lik produksjonsøkningen før skatt. På grunn av inntektsskatten kan lavere generaliserte reisekostnader redusere effektivitetstapet i arbeidsmarkedet, og derigjennom generere mernytte.

(DfT 2005; DfT 2008; Laird and Mackie 2009) identifiserer tre effekter i arbeidsmarkedet som kan resultere i mernytte:

1. Endring i antallet som velger å jobbe som følge av endrede pendlerkostnader
2. Endringer i antallet timer som jobbes som følge av endrede pendlerkostnader
3. Relokalisering til mer produktive arbeidssteder

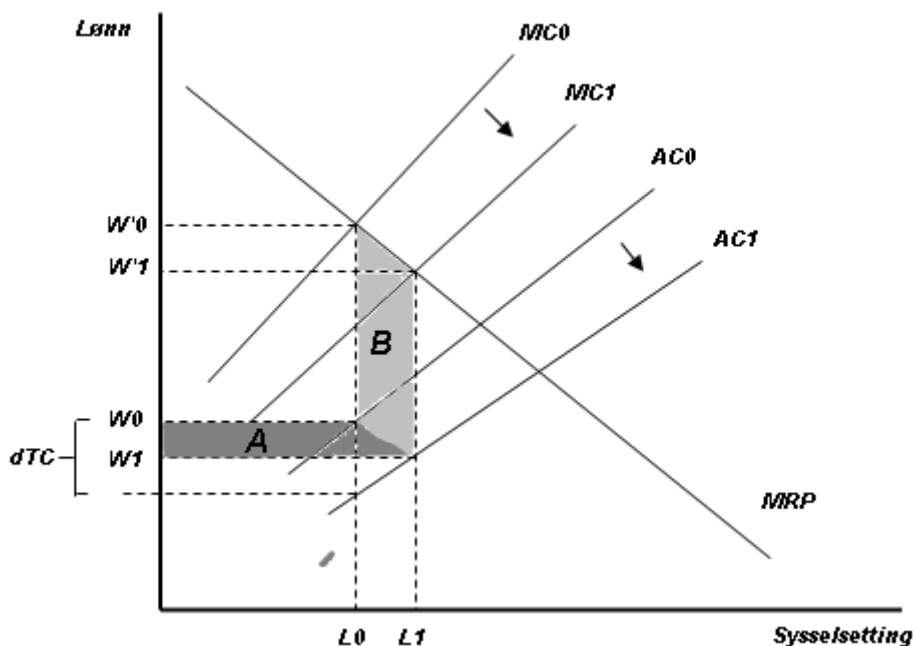
I tillegg til disse tre effektene identifiserer litteraturen ytterligere to effekter i arbeidsmarkedet som kan føre til mernytte.

4. Effekten av tilbudsoverskudd i arbeidsmarkedet
5. Effekten av et "tynt" arbeidsmarked

Dersom det er ufrivillig arbeidsledighet vil lønnen som klarerer arbeidsmarkedet ligge under den faktiske lønnen, og den faktiske sysselsettingen ligger under det sysselsettingsnivået som klarerer arbeidsmarkedet. Hvis sysselsettingen øker som konsekvens av en infrastrukturutbedring er velferdsvirkningen større enn trafikantnyten assosiert med endringen i pendlerkostnaden (Elhorst and Oosterhaven 2008).

Arbeidsmarkedet i perifere regioner blir ofte karakterisert som tynt (Manning 2003; Manning 2003), jobbmulighetene er få og i ytterste tilfelle kan det være bare en potensiell arbeidsgiver, såkalt monopsoni. Figur 1 viser partiell likevekt i arbeidsmarkedet ved monopsoni. En monopsonist møter en stigende tilbudskurve for arbeidskraft, hvor marginalkostnadskurven for arbeidskraft (MC) ligger over gjennomsnittskostnadskurven (AC). I utgangssituasjonen maksimerer monoposnisten sin profitt med resulterende sysselsettingsnivå L_0 , hvor marginalkostnaden ved å sysselsette en person til er lik grenseproduktets verdi. Lønnsnivået W_0 er gitt ved nivået hvor gjennomsnittskostnadskurven er lik grenseproduktiviteten. W_0 viser arbeidskraftens marginalprodukt i utgangssituasjonen. Av figuren ser vi at arbeidskraftens grenseproduktivitet er høyere enn arbeidskraftens marginalkostnad, dette innebærer at bedriften ville ha hatt positiv profitt ved å ansette en arbeidstaker til, men i og med at lønningene ville måtte økes for å tiltrekke seg arbeidstakeren og at denne økte lønnen må betales til alle de eksisterende arbeidstakerne, er det ingen incentiver i modellen for å øke sysselsettingen. Kilen mellom arbeidstakernes grenseproduktivitet og kostnad omtales av (Pigou 1924) og (Hicks 1932) som "the rate of exploitation".

Figur 1: Monopsonistisk tilpasning i arbeidsmarkedet, tilsvarende figur finnes i (Laird and Mackie 2009)



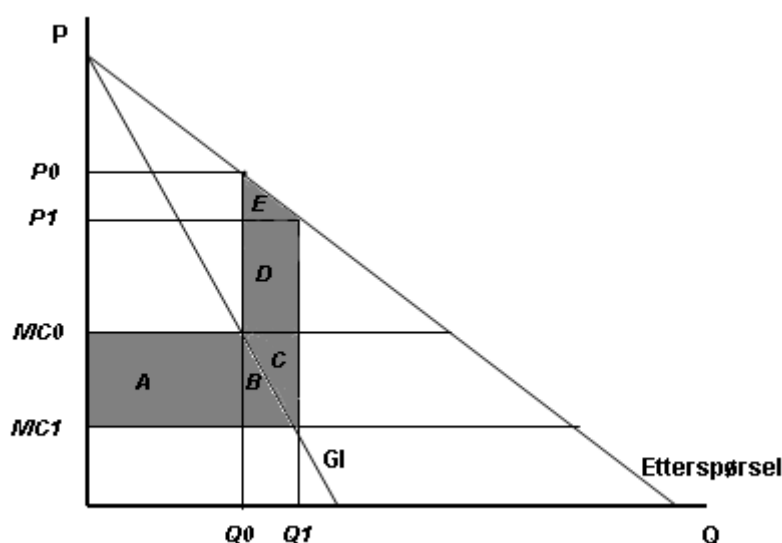
En reduksjon i pendlerkostnaden (dTC) skifter gjennomsnittskostnadskurven og marginalkostnadskurven nedover i diagrammet, og en ny likevekt oppstår med sysselsetting $L1$ til pris $W1$. Reduksjonen i pendlerkostnaden medfører økt nytte i arbeidsmarkedet, lik arealet $A + B$. Arealet A er allerede tatt hensyn til i NKA, mens arealet B representerer mernytte ved økt sysselsetting.

Avviket fra fullkommen konkurranse avhenger av hvor elastisk arbeidskraftstilbudet er med hensyn på lønn. Jo mindre elastisk arbeidskraftstilbud desto mer markedsmakt. Monopsoni i arbeidsmarkedet kan blant annet ha utspring i geografisk- og yrkesmessig immobilitet blant arbeidstakerne. Ulike grupper arbeidstakere har ulike arbeidstilbudselastisitet, tradisjonelt har kvinner blant annet hatt færre alternativer på arbeidsmarkedet enn menn.

2.2.3 Økt produksjon i imperfekte markeder

Ved markedsimperfeksjoner i produktmarkedet vil en trafikkforbedring kunne lede til mernytte i dette markedet. Markedsimperfeksjoner oppstår oftest på grunn av skatter og avgifter, og monopolmakt, hvor monopolmakten gjerne har sitt utspring i produktdifferensiering eller lokalisering i regioner med liten konkurranse. Markedsimperfeksjoner leder til ineffektiv produksjon, såkalt dødvectstap, og derigjennom et avvik fra den samfunnsøkonomisk effektive allokeringen.

Figur 2: Økt produksjon i imperfekte markeder, lignende figurer er å finne i blant annet (Heldal, Rasmussen et al. 2009) og (de Rus 2009)



Figuren viser effekten av en reduksjon i transportkostnadene på marginalkostnaden til en profittmaksimerende monopolist. Før tiltaket produseres mengden Q_0 til prisen P_0 , hvor grenseinntekt = marginalkostnad. Infrastrukturtiltaket medfører at marginalkostnaden faller fra MC_0 til MC_1 . Produsert mengde øker dermed til Q_1 til pris P_1 . Økningen i samfunnsøkonomisk overskudd som følge av tiltaket er gitt ved arealene $A+B+C+D+E$. Arealet $A+B$ er allerede fanget opp i trafikantnyten i transportmarkedet. Arealet $C+D+E$ derimot representerer mernytte ved at produksjonen øker i markedet karakterisert ved imperfekt konkurranse. Denne effekten forutsetter ikke økt konkurranse, men at bedrifter med markedsrett kan øke sin profitt gjennom å øke produksjonen, alt dette fordi marginalkostnaden har falt.

2.2.4 Økt konkurranse som resultat av bedret transport

Transporttilbudet kan i mange tilfeller opptre som en etableringsbarriere. En infrastrukturinvestering som gir lavere transportkostnad vil kunne medføre nyetableringer i markeder hvor det tidligere har vært få aktører, en slik nyetablering vil øke konkurransen og derigjennom effektiviteten i økonomien. Dette er en effekt som kan være viktig i infrastrukturprosjekter som knytter regioner med dårlig tilgjengelighet, hvor det er bedrifter som nyter markedsrett på bakgrunn av denne dårlige tilgjengeligheten, tettere til transportnettverket. Bedret transport gir også bedrifter lokalisert på andre steder muligheten til å trenge inn i andre markeder med sine produkter. På samme måte som ved nyetableringer medfører dette at de eksisterende bedriftene i markedet mister markedsrett og at prisene nærmer seg frikonkurranseløsningen samtidig som produsert volum øker. Jara-Diaz (1986) ser på to regioner hvor tilbudet av en vare er forsynt av en monopolist i hver av regionene. Reduserte transportkostnader gjør det mulig for bedriftene å tiltrekke seg kunder fra den andre regionen gjennom å senke prisen på sin vare. Den økte konkurransen reduserer prisene i markedet, øker den totale produksjonen, og reduserer dødvektstapet ved monopolisttilpasningen.

3 SCGE-modeller

3.1 Generelt om SCGE-modeller

I motsetning til partielle likevektsmodeller hvor man kun ser på et gitt marked, tar prisene i resten av økonomien for eksogent gitt og ser bort fra virkninger i den øvrige økonomien, fanger generelle likevektsmodeller opp samspillet mellom sektorene i økonomien. De klassiske referansene innen teoretiske generelle likevektsmodeller er (Debreu 1959) og (Arrow and Hahn 1971). En CGE-modell (Computable General Equilibrium) er en generell likevektsmodell som lar seg løse numerisk. CGE-modeller bygger på et referansedatasett som inneholder alle transaksjonene i økonomien i et basisår, samt substitusjons- og transformasjonselastisitetene for produktene i modellen. Et slikt referansedatasett kalles for SAM (Social Accounting Matrix). CGE-modellen er et sett av likninger som reproducerer referansedatasettet gjennom forutsetninger for markedsstruktur, funksjonsformer for produkt og nyttefunksjoner, og parameterverdier på elastisitetene i modellen. Likningssystemet beskriver atferden til de økonomiske agentene (husholdninger, bedrifter) og myndigheter, og markedsstruktur (varer, innsatsfaktorer etc). I CGE-modellen fanges samspillet mellom aktørene i økonomien opp gjennom prisene. Vektoren av priser som simultant klarer alle markedene definerer likevekten i modellen. I en del tilfeller er det ikke mulig å finne markedlikevektene i modellen ved å løse modellen som et optimeringsproblem. I slike tilfeller kan likevektsmodellen formuleres som *Mixed Complementarity* problemer (MCP), hvor termen *mixed* refererer til at løsningen er en blanding av likheter og ulikheter. Mathisen (1985) har vist at Arrow-Debreu likevektsmodeller kan formuleres som MCP hvor tre ulikheter må tilfredstilles; null-profitbetingelsen, markedsklaringsbetingelsen og balanse mellom inntekter og utgifter. En Walras-likevekt hvor alle markeder klarer oppnås da ved å finne det sett av priser og det aktivitetsnivået som (Gaasland 2008).

- Simultant klarer alle markeder,
- Sikrer at alle produsenter har null profitt
- Bidrar til at konsumentene har inntekt som tilsvarer utgiftene.

CGE-modeller benyttes som oftest til å analysere økonomiens respons på eksogene endringer i politikkvariable, teknologi eller andre eksterne faktorer. Den norske MSG modellen (Johansen 1960) blir ofte kreditert som den første CGE-modellen.

Den romlige utvidelsen av CGE-modeller til SCGE-modeller (Spatial Computable General Equilibrium) oppnås ved en eksplisitt fremstilling av vareflyten mellom hver sone, samt internt innen sonene, i modellen. I tillegg til matriser over transportert mengde for hver varegruppe mellom hvert par av soner i modellen, trenger SCGE-modellen transportkostnader for hver handelsrelasjon. Det er flere ulike fremgangsmåter for å dekke dette databehovet. Det er 3 hovedmetoder for å fremstille vareflyten mellom regionene i modellen; ved transportdata, handelsdata eller syntetisk handelsdata (Hansen 2011). Tilnærmingen som benytter

transportdata tar utgangspunkt i lastbærerspesifikke trafikktegninger og annen tilgjengelig transportstatistikk, mens handelsdata enten kan konstrueres ved bruk av gravitasjonsfunksjoner på tilgjengelig transportstatistikk eller ved utnyttelse av varestrømsundersøkelser. Transportkostnadene for hver handelsrelasjon blir enten kalkulert i nettverksmodeller, som den norske Logistikkmodellen (de Jong, Grønland et al. 2005; de Jong, Baak et al. 2007; de Jong and Ben-Akiva 2007; de Jong, Ben-Akiva et al. 2008), eller ved bruk av Samuelson (1954) sin isfjellmodell for transportkostnader.

Multiregionale SCGE-modeller benyttes som oftest til å kvantifisere regionale effekter av infrastrukturinvesteringer eller endringer i transportpolitikk. En infrastrukturinvestering, eller en endring i transportpolitikk, fører til endringer i transportkostnaden som igjen produserer ringvirkninger i de øvrige sektorene i økonomien. SCGE-modeller favner hele økonomien, noe som gjør den modellklassen spesielt godt egnet til å analysere sammenhengen mellom transportsektoren og økonomien for øvrig (SACTRA 1999; Tavasszy, Thissen et al. 2002; Vickerman 2007; Lakshmanan 2010). SCGE modeller erkjenner at en eksogen endring i en sektor kan produsere ringvirkninger i andre sektorer.

Hovedfordelen med å benytte SCGE-modeller til å vurdere infrastrukturtiltak ligger i modellens evne til å sammenlikne ulike likevektstilstander (Tavasszy, Thissen et al. 2002), både på kort sikt ved å holde både arbeidstakere og produsenter konstante i hver region, på mellomlang sikt ved å tillate antall produsenter i hver region til å variere, og på lang sikt ved også å variere antall arbeidstakere i hver region (Oosterhaven and Knaap 2003).

Modellen i Bröcker (1998) var det første europeiske eksemplet på en SCGE-modell, og har fungert som inspirasjon for mange etterfølgende SCGE-modeller, inkludert den norske modellen PINGO.

3.2 Den norske SCGE-modellen PINGO²

Det norske nasjonale modellsystemet for godstransport består av en prognosemodell for interregional godstransport (PINGO) og en modell for transportmiddel- og rutevalg (Logistikkmodellen).

PINGO er en norsk SCGE-modell utviklet ved TØI (Ivanova, Vold et al. 2002; Vold and Jean-Hansen 2007). Modellen representerer hele den norske økonomien, men er spesielt utviklet for å predikere vekstrater for godstransport innen fylker i Norge, mellom fylkespar og mellom norske fylker og utlandet. Modellen representerer den norske økonomien med et vare-sektorregnskap. Det er en sone for hvert fylke, en sone for kontinentalsokkelen/Svalbard/Jan Mayen og en sone for utlandet. For hver sone er det representert vare- og tjenesteproduserende sektorer for produksjon av 32 varegrupper, 6 servicegrupper og 6 investeringsarter og sektorer for privat og offentlig konsum.

Tabellen under viser inndelingen av varegruppene i PINGO, denne inndelingen samsvarer med sektorinndelingen i Logistikkmodellen.

² Deler av dette avsnittet samsvarer med Ivanova, O., A. Vold, et al. (2002). PINGO A model for prediction of regional and interregional freight transport. Version 1. Oslo, Institute of Transport Economics.

Tabell 2: Varegrupper i PINGO

No	Commodity	No	Commodity
1	Bulk food	17	Pulpwood
2	Consumption food	18	Pulp and chips
3	Beverages	19	Paper intermediates
4	Fresh fish	20	Wood products
5	Frozen fish	21	Paper products and printed matters
6	Other fish (conserved)	22	Mass commodity
7	Thermo input	23	Coal, ore and scrap
8	Thermo consumption	24	Cement, plaster and cretaceous
9	Machinery and equipments	25	Non-traded goods
10	Vehicles	26	Chemical products
11	Gen cargo, high value	27	Fertilizers
12	Gen cargo, living animals	28	Metals
13	Gen cargo, building materials	29	Aluminium
14	Gen cargo, inputs	30	Raw oil
15	Gen cargo, consumption	31	Petroleum gas
16	Sawlogs	32	Refined petroleum products

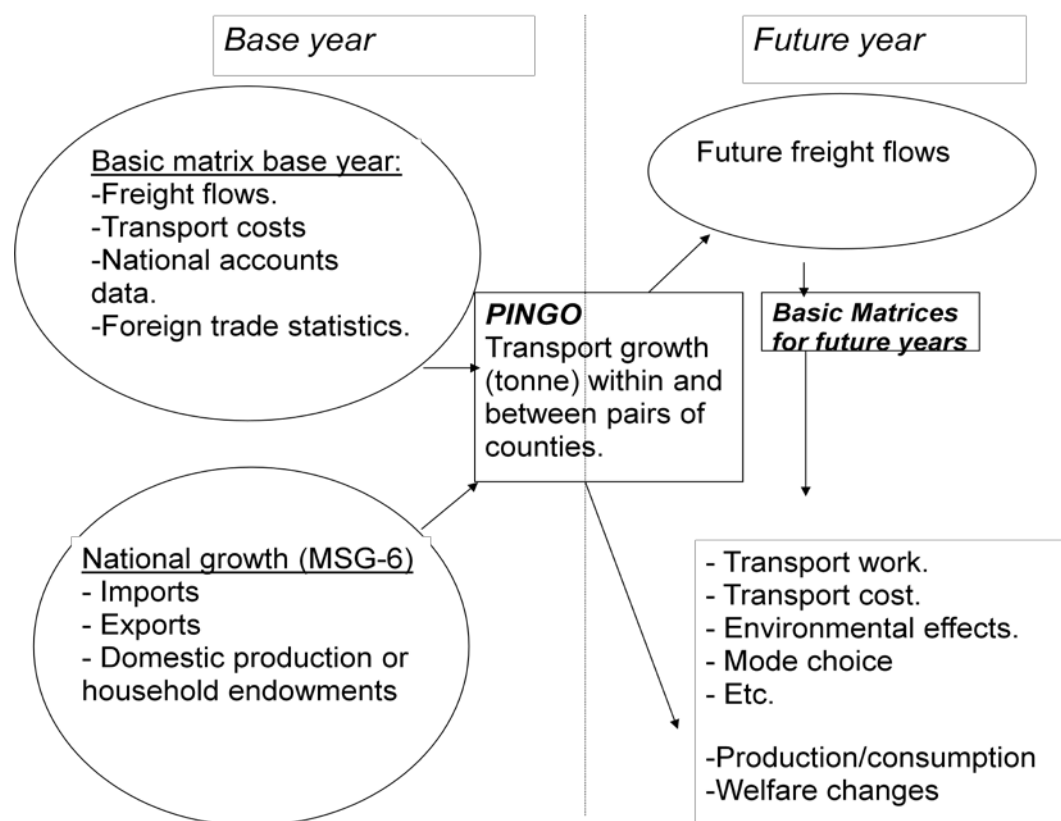
SAM-matrisen som ligger til grunn for PINGO inneholder en rad per vare eller produksjonsfaktor per fylke. Radene representerer markedene for varer og produksjonsfaktorer. Kolonnene i matrisen representerer input og output for produksjons- og investeringssektorene, agenter og sektorer for import og eksport, og etterspørsel og initiale ressurser for konsumenter og det offentlige. Transport av hver varegruppe innen hvert fylke og mellom par av fylker er representert i delmatriser til SAM-matrisen. Siden SAM-matrisen representerer en likevektssituasjon, har vi at hver radsum og kolonnesum er "null".

PINGO er en statisk SCGE-modell hvor sektorer og markeder er representert ved CES/CET funksjoner og konsumentene preferanser er representert ved CES nyttefunksjoner. Det er konstant skalautbytte og perfekt konkurranse i alle markeder i modellen. Produksjonsstrukturen i PINGO er nestet sammen i to nivåer. På det laveste nivået substitueres det mellom arbeidskraft og kapital, mens det på det øverste nivået substitueres mellom innsatsvarer, som er et aggregat av alle andre varer, og aggregatet av produksjonsfaktorer fra laveste nivå. Cobb-Douglas teknologi ligger til grunn på begge nivåer i nestingsstrukturen.

PINGO er implementert i GAMS gjennom programmeringsspråket MPSGE. Solveren PATH (Ferris and Munson 2000) er benyttet til å finne løsninger på *Mixed Complementarity* problemene (MCP). Programvaren er basert på forutsetninger om at alle produsenter og konsumenter er informert om alle priser og tar dem for gitt, og at produksjons- og investeringssektorene og agentene er profittmaksimerende. Videre er det forutsatt at konsumentene er nyttemaksimerende innenfor rammene som husholdningsbudsjettet tillater, der budsjettet dekker alle levekostnader, inklusive bokostnader som er representert som en del av konsumentenes overskudd. MPSGE beregner likevektspriser og

volumer når modellen er riktig spesifisert ved produktfunksjoner, nyttefunksjoner, initiale ressurser etc. og den tilhørende SAM matrisen.

Figur 3: Skjematisk oversikt over input og output fra PINGO, (Vold and Jean-Hansen 2007)



PINGO benytter vekstbaner fra den nasjonale generelle likevektsmodellen MSG-6 (Heide, Holmøy et al. 2004) som input i modellen, i tillegg til transporterte tonnmengder mellom og innad i sonene, transportkostnader, verdier fra fylkesfordelt nasjonalregnskap og utenrikshandelsstatistikken.

Tonnmengdene som transporteres mellom sonene og innad i hver sone i modellen, samt transportkostnadene knyttet til godsflyten hentes fra Logistikkmodellen. Her beregnes transportkostnader for alle varegrupper mellom alle sonene og innad i sonen. Denne fremgangsmåten er i kontrast til mange av de øvrige SCGE-modellene som er utviklet. Det er vanlig å benytte en såkalt "ice-berg" tilnærming (Samuelson 1954), hvor en prosentandel av varen smelter vekk under transport, analogt til at hesten spiser en del av havren på vei til markedet.

3.2.1 Svakheter ved dagens PINGO struktur

PINGO kan benyttes til å beregne hvordan fremtidig transportvolum påvirkes av endrede transportkostnader, endret tilgang på arbeidskraft og endringer i eksport og importpriser. Modellen kan også benyttes til å beregne hvordan transportvolumer påvirkes av teknologiendringer, investeringer i infrastruktur, endringer i konsumentenes preferanser og endringer i distriktpolitikken gjennom endrede overføringer til fylkene.

Dagens PINGO modell har imidlertid flere svakheter:

- Modellen antar perfekt konkurranse og konstant skalautbytte i alle markeder
- Det er ingen pendler / migrasjonseffekter i modellen
- Modellen er statisk

Gjennom forutsetningen om perfekt konkurranse og konstant skalautbytte i alle markeder er PINGO ikke i stand til å fange mernytte ved infrastrukturinvesteringer.

I PINGO er det heller ingen migrasjon mellom sonene i modellen. Dette innebærer at fylkesvise vekstbaner for befolkningsfremskrivning ligger fast gjennom prognoseperioden uavhengig av hvilke eksogene endringer som gjøres i infrastrukturen. I modellen er det heller ikke modellert noen pendleradferd. I virkeligheten vil en større infrastrukturutbedring mest sannsynlig medføre endringer i pendleradferden på kort sikt. På lengre sikt vil antakelig endringer i bedriftssammensetningen i regionene medføre migrasjon.

4 Operative SCGE-modeller som fanger mernytte

I denne delen av forprosjektet vil vi se nærmere på ulike operative europeiske SCGE-modeller som er i stand til å fange mernytte. Målet med litteraturgjennomgangen er å stadfeste hva som er *state of the art* innen SCGE-modellering, samt kartlegge hvilke metodiske avveininger som er gjort i de ulike operative SCGE-modellene. Det er i de senere år utviklet flere europeiske SCGE-modeller som ivaretar indirekte virkninger av en infrastrukturendring. Eksempler på slike modeller er RAEM- modellen (Ivanova, Heyndrickx et al. 2007), RHOMOLO (Brandsma, Ivanova et al. 2011) og CGEurope (Bröcker, Meyer et al. 2004). I tillegg utvikles det en modell for Belgia LIMOBEL (Mayeres, Jourquin et al. 2009) som per dags dato ikke fanger mernytte, men som allikevel innehar elementer som er interessante.

Både RAEM, RHOMOLO og CGEurope tilhører klassen av såkalte NEG-SCGE modeller. En klassifisering som innebærer at modellene inkorporerer elementer fra "ny økonomisk geografi" litteraturen. Hovedmålsettingen med disse modellene er å analysere den romlige økonomiske virkningen av infrastrukturinvesteringer, hvor økonomiske virkninger også inkluderer indirekte ringvirkninger av infrastrukturinvesteringer, såkalt mernytte.

4.1 RAEM

RAEM 3.0 (Ivanova, Heyndrickx et al. 2007) er en dynamisk SCGE-modell for den Nederlandske økonomien. Dette er den tredje versjonen av RAEM modellen, de to første versjonene vil ikke bli omtalt i dette dokumentet. RAEM modellen har vært benyttet i flere ulike studier av mernytte og spesielt arbeidsmarkedsvirkninger av infrastrukturtiltak i Nederland, se blant annet (Knaap and Oosterhaven 2000; Elhorst and Oosterhaven 2008; Knaap and Oosterhaven 2011). Enklere versjoner av RAEM modellen, kalt RAEM-light, er utviklet for den japanske økonomien (Koike, Tavasszy et al. 2009; Koike, Tavasszy et al. 2010), samt benyttet i modeller for Sør Korea og Ungarn.

RAEM modellen har 15 varegrupper og 42 soner. Sonene fordeler seg på 40 innenlandske soner, en sone for EU25 og en sone for resten av verden.

Det er en representativ husholdning i hver region, og således ingen segmentering av husholdningene etter utdanning eller inntektsgruppe. Det er da ikke mulig å analysere fordelingsvirkninger ved infrastrukturinvesteringer.

Modellen er dynamisk og inkluderer modellering av spare- og kapitalakkumulasjon, teknologisk fremskritt og adaptive forventninger.

4.1.1 Konkurransforhold

Det er antatt monopolistisk konkurranse og tiltakende skalautbytte i alle markeder, bedriftene er homogene med samme produksjonsteknologi og lik produsert mengde. Bedriftene i hver sektor produserer differensierte produkter.

Produksjonsfunksjonen har to nivåer. Øverste nivå er en Cobb-Douglas funksjon for substitusjonsmulighetene mellom et aggregat av innsatsfaktorer og et aggregat av innsatsvarer. I nivået under er både aggregatet av innsatsvarer (kombinasjonen av arbeidskraft og kapital) og innsatsfaktorer modellert som CES funksjoner.

4.1.2 Pendleradferd

RAEM inkluderer 5 typer persontransport i modelleringen: arbeidsreiser, pendling, shopping, utdanning, og annen reising. Husholdningene og produksjonssektorene benytter persontransport i sin produksjons og konsumentadferd. Mengden persontransport genereres gjennom separate reise genererende funksjoner for hver av transportkategoriene.

Arbeidsrelatert pendling mellom regionene genereres gjennom følgende funksjon (Ivanova, Heyndrickx et al. 2007):

$$LCM_{j,i} = aM_{j,i} \cdot (LS_i - UNEMP_i)^{\alpha M_{j,i}} \cdot \left(\sum_{Si} (L_{Si,j}) \right)^{(1-\alpha M_{j,i})} \cdot \exp\left(-\beta T_{j,i} \cdot (T_{time_{j,i}} + T_{money_{j,i}})\right)$$

Hvor

$LCM_{j,i}$ = antall pendlere mellom regionpar i og j

aM = vektparameter i matchingfunksjonen

LS = regionalt arbeidskraftstilbud

$UNEMP$ = regionalt arbeidsledighetsnivå

$L_{si,j}$ = arbeidskraft som innsatsfaktor i sektor i, region j.

αM = andelsparameter i matchingfunksjonen relatert til antall ledige stillinger

βT = reisekostnadsrelatert parameter i matchingfunksjonen

T_{time} = tidbruk ved pendling

T_{money} = kostnad ved pendling

Det som avgjør tiltrekningen av arbeidskraft i pendlerfunksjonen er arbeidskraftstilbudet i avsenderregionen og den totale etterspørselen etter arbeidskraft i destinasjonsregionen, hvor det tas hensyn til reisetid og reisekostnad.

De øvrige persontransportkategoriene har separate attraksjonsfunksjoner.

Resultatene fra de reise genererende funksjonene inngår i funksjonene for myndighetenes skatteinntekt og overføringer, i etterspørselsfunksjonen for transportsektoren, og når BNP beregnes.

4.1.3 Migrasjon

Migrasjon er modellert gjennom en nestet diskret valgmodell. På trinn en av valgmodellen avgjør husholdningen om den skal flytte fra en region eller ikke. Flyttevalget er basert på sektorspesifikke preferanser og gjennomsnittlig nytte hos husholdningene i denne regionen sammenlignet med de øvrige regionene. Arbeidskraftsmigrasjonen per regionpar er gitt ved (Ivanova, Heyndrickx et al. 2007):

$$LMIG_{i,j} = \sum_k LS_k \cdot (Bmig_i + \sum_k U_k / N - U_i) / \sum_l (Bmig_l + \sum_k U_k / N - U_l) \cdot (Amig_{i,j} + U_j) / \sum_k (Amig_{i,k} + U_k)$$

Hvor,

LS = regionalt arbeidskraftstilbud (eksogent)

Bmig = parameter for total migrasjon fra region

Amig = parameter for fordelingen av den genererte migrasjonen

U = husholdningenes nytte

Fotskiftene i, j, k og l indikerer region

Gitt at husholdningen flytter, avgjøres hvilken region den flytter til på trinn to av modellen. Dette valget er basert på regionspesifikke preferanser og den gjennomsnittlige nytten for husholdningene i de ulike regionene.

4.2 RHOMOLO

RHOMOLO (Ferrara, Ivanova et al. 2010; Brandsma, Ivanova et al. 2011) er en dynamisk SCGE modell utviklet/ under utvikling for å gjøre konsekvensanalyser av EU sin samhørighetspolitikk (European Cohesion Policy (ECP)). Modellen er utviklet for å kunne gjøre konsekvensanalyser både ex-ante og ex-post, samt scenarioanalyser og simuleringer. RHOMOLO modellen søker å fange følgende romlige mekanismer kjent fra NEG teorien (Brandsma, Gardiner et al. 2011):

- Markedstilgangseffekten. Bedrifter utsatt for monopolistisk konkurranser ønsker å lokalisere seg i store markeder og eksportere til mindre markeder. På denne måten minimerer de transportkostnaden og optimalisere sine muligheter til å være den mest konkurransedyktige tilbyder i alle regioner.
- Effekten av større utvalg. Bedrifter (og konsumenter) vil ønske å lokalisere seg i store markeder med større utvalg av innsatsfaktorer. Dette, på bakgrunn av Dixit-Stiglitz preferansene, øker produktiviteten (og nytten for konsumenten) gjennom større valgmuligheter blant innsatsfaktorer (og ferdigprodukter).
- Levekostnadseffekten. Varer tenderer mot å være billigere i regioner med større økonomisk aktivitet. Siden prisen på importerte varer inkluderer transportkostnaden vil lokalt produserte alternativer, alt annet likt, være billigere for konsumenten. Et sjokk i tilflyttingen til en region vil medføre større produksjon og lavere produktpriser i mottakerregionen og derigjennom gjøre det enda mer attraktivt å migrere hit.

- Markedstrengsel. Bedrifter vil ønske å lokalisere seg i regioner med færre konkurrenter for å unngå sterk konkurranse.

Mens de tre første kulepunktene er agglomerasjonseffekter, er det siste kulepunktet et uttrykk for krefter som trekker i retning av større geografisk spredning av økonomisk aktivitet.

4.2.1 Konkurransforhold

RHOMOLO modellen består av R regioner i EU, $r \in \{1, \dots, o, \dots, r, \dots, d, \dots, R\}$ ³, en aggregert sone for resten av EU og en aggregert sone for resten av verden. Hver region er utstyrt med F produksjonsfaktorer, regionalt arbeidskraftstilbud (LS_r), kapital (KS_r) og landeiendom (LDS_r). Det regionale arbeidskrafttilbudet er differensiert etter utdanningsklasser, lav, middels og høy. Kapitalen er mobil mellom regioner, men immobil mellom sektorer innen regionene. LDS_r er eksogent fastsatt. Det er 3 typer agenter i modellen, husholdninger, myndigheter og bedrifter. Husholdningene er delt inn i 5 inntektsklasser, og det differensieres mellom regionale og sentrale myndigheter. Bedriftene er delt inn i to klasser, moderne og tradisjonelle, hvor den tradisjonelle klassen møter perfekt konkurranse i sine markeder og produserer homogene varer under konstant skalautbytte. Den moderne bedriftsklassen opererer i markeder karakterisert ved monopolistisk konkurranse, hvor produktprisen er høyere enn marginalkostnaden. Differansen mellom marginalkostnaden og produktprisen avhenger av substitusjonselastisiteten mellom de ulike variantene av det differensierte produktet. Konsumentenes preferanser for variasjon (*love of variety*) (Dixit and Stiglitz 1977) innebærer at det er etterspørsel etter hver produktutgave i alle regionene i modellen.

4.2.2 Dynamisk modell med innslag fra endogen vekstteori

Dynamikken i RHOMOLO er rekursiv over tid, noe som innebærer at den i prinsippet kan løses for hvert enkelt analyseår. Modellen har adaptive forventninger og er dynamisk i akkumulasjonen av kapital, både fysisk og human, og teknologi. RHOMOLO modellen inkluderer også elementer fra endogen vekstteori, som teknologisk fremskritt og akkumulering av humankapital. Modellen benytter en spesifisering av økonomisk vekst og "catch-up" som er kjent fra leder-følgermodeller for økonomisk utvikling. Innenfor dette rammeverket genereres produktivitetsvekst gjennom egen innovasjon, kunnskapsutveksling og teknologisk tilpasning.

Veksten i total faktorproduktivitet er fremstilt ved følgende esammenheng:

$$\hat{TFP}_{r,s} = a_0 + a_1 \ln H_r + a_2 RD_r + a_3 LQ_{r,s} + a_4 KSI_r + b \ln H_r \left(1 - \frac{TFP_{r,s}}{TFP_{r,s}^*} \right) + \epsilon_{r,s}$$

Hvor ,

H = humankapital

³ Hvor o markerer startpunktet (origin) og d markerer destinasjonen for godsflyt, migrasjon, kapital og inntektsstrømmer

RD = forskning og utvikling

LQ = sektor spesialisering (location quotient)

KSI = Krugman Specialization Index, uttrykk for graden av næringsstrukturell likhet med resten av regionene i modellen.

Det siste leddet i funksjonen uttrykker avstanden til produktivetsfronten, hvor konstanten b er et uttrykk for den absorberende kapasiteten i læringen fra produktivetsfronten.

4.2.3 Migrasjon

I RHOMOLO modellen er interregional migrasjon kun mulig mellom regioner innen samme land. Begrunnelsen for denne begrensningen oppgis til å være kvaliteten og tilgjengeligheten av data på internasjonal migrasjon. I likevekt er arbeidskraftstilbudet i en region er gitt ved (Brandsma, Ivanova et al. 2011):

$$LS_{er} = \sum_i L_{eir} + U_{er}$$

Hvor,

LS_{er} = arbeidskraftstilbudet etter utdanningsgruppe for region r

L_{eir} = samlet arbeidskraftsetterspørsel fra alle sektorer i region r

U_{er} = arbeidsledighet etter utdanningsgruppe i region r .

Netto tilflytting til en region i i modellen avhenger av den relative forskjellen mellom reallønninger i regionen og gjennomsnittet i landet, og den relative forskjellen i etterspørselen etter arbeidskraft mellom regionen og landsgjennomsnittet. En region med høyere reallønn og lavere arbeidsledighet vil ha høyere netto tilflytting. Raten for netto tilflytting til en region er gitt ved (Brandsma, Ivanova et al. 2011):

$$\begin{aligned} \chi_3 \frac{LMIG_{eo}}{LS_{eo}} &= \chi_4 + \chi_5 \frac{(\sum_i PL_{eio}L_{eio}) \sum_{id \in r} L_{eio}}{(\sum_{id \in r} PL_{eid}L_{eid}) \sum_i L_{eid}} \\ &+ \chi_6 \left(\frac{(\sum_i PL_{eio}L_{eio}) \sum_{id \in r} L_{eio}}{(\sum_{id \in r} PL_{eid}L_{eid}) \sum_i L_{eid}} \right)^2 \\ &- \frac{\sum_{d \in r} LMIG_{eo} \frac{LMIG_{ed}^*}{LMIG_{eo}^*}}{R} \end{aligned}$$

Hvor,

$\chi_3 - \chi_6$ er konstanter,

R = antall regioner,

$LMIG$ = netto tilflytningsrate,

LS = arbeidskraftstilbud,

PL = relativ lønnsrate,

L = etterspørsel etter arbeidskraft,
Fotskrift o betegner opphavsregion,
Fotskrift d betegner mottakerregion,
Fotskrift e betegner utdanningsnivå,
Fotskrift i betegner sektor.

4.3 Andre modeller

4.3.1 ISEEM, LIMOBEL og CGEurope

CGEuropa II (Bröcker, Meyer et al. 2004) er en statisk SCGE modell utviklet for å analysere velferdsvirkninger av EU sin transportpolitikk. Modellen innehar ingen pendlings eller migrasjonselementer, og er derfor bare i begrenset grad i stand til å fange agglomerasjonseffekter utover kortsiktige virkninger. Den første versjonen av CGEuropa innholdt 1372 europeiske regioner og 6 produksjonssektorer, i den andre versjonen av modellen, CGEuropa II, er regionene innskrenket til 288 og sektorene økt til 8.

Det er to operative SCGE modeller for den Belgiske økonomien, ISSEM (Heyndrickx, Ivanova et al. 2009) og LIMOBEL (Mayeres, Jourquin et al. 2009). Begge disse modellene har et litt bredere fokus enn RAEM modellen ved at de også modellerer utslipp og klimapåvirkning ved investeringer i infrastruktur. LIMOBEL er under utvikling, og per dags kun operativ i en versjon som antar perfekt konkurranse og konstant skalutbytte, og ikke i stand til å fange mernytte. ISEEM er basert på RAEM 3.0 og inneholder de samme elementene som denne modellen. Noen forskjeller er det derimot, de viktigste er summert i følgende kulepunkter:

- Mer detaljert beskrivelse av arbeidsmarkedet
- Flere estimerte og færre kalibrerte størrelser
- Flere inntektsgrupper
- Modellerer utslippsvirkninger av infrastruktur, CO₂, drivhusgasser og andre forurensende gasser som NO_x, SO_x og NH₃.
- Sosio-økonomiske data er benyttet i utstrakt grad i modelleringen av husholdningenes inntekt og konsum. Gir mulighet for en bredere analyse av velferdsvirkninger.

4.4 Sammenlikning av ulike operative modeller

Tabellen under gir en oversikt over de viktigste forskjellene mellom SCGE modellene beskrevet i dette kapitlet.

Tabell 3: Sammenlikning av RHOMOLO, RAEM 3.0, CGEurope og LIMOBEL.

	RHOMOLO	RAEM 3.0	CGEurope II	LIMOBEL
Geografisk oppdeling	NUTS2 (NUTS 1 for Tyskland) i EU, en sone for resten av EU en sone for RoW ⁴	40 innenlandske soner, en sone for EU25, en sone for RoW	288 regioner i Europa	3 Belgiske soner, 1 EU, 1 RoW
Ant. sektorer	23	14	8	28
Kapital i prod.funk	Ja	Ja	K og L slått sammen	Ja
Energi i prod.funk	Ja	Nei	Nei	Ja
Segmentert arbeidskraft	Ja, 3 typer utdanningsnivå	Nei	Nei	Ja, 2 grupper
Funksjonsform produktfunksjon	Cobb-Douglas / Leontief/ CES ⁵	Cobb-Douglas/ Leontief / CES	CES	CES
Regional kap.mob.	Ja	Nei	Nei	Nei
Sektoral kap.mob.	Nei	Nei	Nei	Nei
Skala fordeler	Ja	Ja	Ja	Under utvikling
Markedsform	Perfekt konkurranse / Dixit - Stiglitz	Dixit-Stiglitz	Perfekt konkurranse / Dixit-Stiglitz	Under utvikling
"love of variety" i innsatsvarer	Ja	Ja	Ja	Under utvikling
Ant. varegrupper	9 varer, 14 servicesektorer	14	7	16 varer, 3 service, 8 transport
Funksjonsform nyttefunksjon	LES ⁶	LES / CES	CES	CES
"love of variety" i konsum	Ja	JA	Ja	Under utvikling
Armington preferanser ⁷	Ja	Ja	Ja	Ja
Segmenterte husholdninger	Ja, 5 inntektsgrupper	Nei	Nei	Ja, 9 typer
Matchingmodeller i arb. mark.		Ja	Nei	Nei
Migrasjon	Reg. migrasjon innenfor samme land	Ja, diskret valgmodell	Nei	Nei
Pendling	Nei	Ja	Nei	Ja
Dynamisk modell	Ja, rekursiv	Ja, rekursiv	Nei	Nei

⁴ Rest of the world

⁵ Constant Elasticity of Substitution

⁶ Linear Expenditure System. LES er etterspørselsfunksjonen utledet fra Stone-Geary-nyttefunksjonen og presenterer mengden etterspurt som en lineær funksjon av prisen på varen og inntekten, som er antatt å være lik forbruket. LES er ofte benyttet i CGE modeller da den tillater å spesifisere minimumsbehov for konsum.

⁷ Armington preferanser innebærer at innenlandske og utenlandske varer er imperfekte substitutter. Armington, P. (1969). "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production " Staff Papers-International Monetary Fund: 159-178.

5 Oppsummering og forslag til videre arbeid

5.1 Innledning og problemstilling

I denne forstudien har vi fokusert på de næringsøkonomiske ringvirkningene som ikke fanges opp i tilstrekkelig grad i dagens nyttekostnadsanalyser i transportsektoren, såkalt mernytte. Vi har problematisert rundt dagens nyttekostnadsvurdering innen transportsektoren og gitt en teoretisk drøfting av begrepet mernytte. Spatial Computable General Equilibrium (SCGE) modeller er presentert som en mulig metode for å kvantifisere mernytte, og de viktigste egenskapene ved ulike Europeiske operative SCGE-modeller som er i stand til å fange mernytte er diskutert.

Infrastrukturinvesteringer tilrettelegger for økonomisk vekst gjennom å bedre tilgjengeligheten. Teorier om virkninger av infrastrukturinvesteringer tar hovedsakelig utgangspunkt i reisetid og transportkostnader, som igjen påvirker faktorer som markedstilgang, foretakslokalisering, spesialisering og stordriftsfordeler, økt konkurranse og mindre monopolisering, samarbeidsforhold mellom leverandører og kunde, sysselsetting, arealbruk, samt endringer i bosetning, arbeidsmarked, servicetilgang og fritidstilbud. Det er gjennom reduksjon i transportkostnadene at de bredere indirekte virkningene av infrastrukturinvesteringer manifesteres.

Nyttevirkninger som ikke fanges opp av den direkte brukernytten i nyttekostnadsanalysen kaller vi for mernytte. Begreper mernytte tilsvarer det som i den internasjonale litteraturen ofte kalles *wider economic benefits*. Både transportsektoren og sektorene som er avhengig av transport er ofte karakterisert ved markedsimperfeksjoner. Når det ikke lenger er rimelig å anta fullkommen konkurranse vil en infrastrukturutbedring kunne få virkninger i andre sektorer av økonomien som ikke nuller seg ut (Jara-Diaz 1986). Tilstrekkelig avvik fra perfekt konkurranse kan medføre at nyttesiden av et infrastrukturprosjekt underestimeres i en tradisjonell nytte-kostnadsanalyse (Venables and Gasiorek 1998; SACTRA 1999).

De viktigste samfunnsøkonomiske virkningene som ikke fanges opp av dagens nytte-kostnadsmetodikk kan sammenfattes i 4 kategorier (se blant annet (DfT 2005; DfT 2008)):

- Agglomerasjonseffekter
- Arbeidsmarkedsvirkninger
- Økt produksjon i imperfekte markeder
- Økt konkurranse i imperfekte markeder

5.2 SCGE modeller

CGE (Computable General Equilibrium) modeller er generelle likevektsmodeller som er mulig å løse numerisk. Den romlige utvidelsen av CGE-modeller til SCGE-modeller (Spatial Computable General Equilibrium) oppnås ved å dele modellen inn i flere geografiske soner. I tillegg til en geografisk oppdeling av referansedatasettet behøver modellen en eksplisitt fremstilling av vareflyten mellom hver sone, samt internt innen sonene, og transportkostnader for hver handelsrelasjon. SCGE-modeller med sin kobling mellom transportsektoren og den øvrige økonomien er et velegnet verktøy til å analysere indirekte ringvirkninger av infrastrukturbygging (SACTRA 1999; Tavasszy, Thissen et al. 2002; Vickerman 2007; Lakshmanan 2010).

Det er i de senere år utviklet flere europeiske SCGE-modeller som ivaretar indirekte virkninger av en infrastrukturendring. Eksempler på slike modeller er RAEM- modellen (Ivanova, Heyndrickx et al. 2007), RHOMOLO (Brandsma, Ivanova et al. 2011) og CGEurope (Bröcker, Meyer et al. 2004). I tillegg utvikles det en modell for Belgia LIMOBEL (Mayeres, Jourquin et al. 2009) som per dags dato ikke fanger mernytte, men som allikevel innehar elementer som er interessante.

Både RAEM, RHOMOLO og CGEurope tilhører klassen av såkalte NEG-SCGE modeller. En klassifisering som innebærer at modellene inkorporerer elementer fra ”ny økonomisk geografi” litteraturen. Hovedmålsettingen med disse modellene er å analysere den romlige økonomiske virkningen av infrastrukturinvesteringer, hvor økonomiske virkninger også inkluderer indirekte ringvirkninger av infrastrukturinvesteringer.

5.2.1 Den norske SCGE-modellen PINGO

PINGO er en norsk SCGE-modell utviklet ved TØI (Ivanova, Vold et al. 2002; Vold and Jean-Hansen 2007). Modellen representerer hele den norske økonomien, men er spesielt utviklet for å predikere vekstrater for godstransport innen fylker i Norge, mellom fylkespar og mellom norske fylker og utlandet. Modellen representerer den norske økonomien med et vare-sektorregnskap. Det er en sone for hvert fylke, en sone for kontinentalsokkelen/Svalbard/Jan Mayen og en sone for utlandet. For hver sone er det representert vare- og tjenesteproduserende sektorer for produksjon av 32 varegrupper, 6 servicegrupper og 6 investeringsarter og sektorer for privat og offentlig konsum.

PINGO har i hovedsak blitt benyttet til å lage prognoser for fremtidig godstransport knyttet til NTP arbeidene, men modellen kan også benyttes til å beregne hvordan fremtidig transportvolum påvirkes av endrede transportkostnader, endret tilgang på arbeidskraft og endringer i eksport og importpriser. Modellen kan benyttes til å beregne hvordan transportvolumer påvirkes av teknologiendringer, investeringer i infrastruktur, endringer i konsumentenes preferanser og endringer i distriktspolitikken gjennom endrede overføringer til fylkene.

Dagens PINGO modell har imidlertid flere svakheter:

- Modellen antar perfekt konkurranse og konstant skalautbytte i alle markeder

- Det er ingen pendler / migrasjonseffekter i modellen
- Modellen er statisk

Gjennom forutsetningen om perfekt konkurranse og konstant skalautbytte i alle markeder er PINGO ikke i stand til å fange mernytte ved infrastrukturinvesteringer.

I PINGO er det heller ingen migrasjon mellom sonene i modellen. Dette innebærer at fylkesvise vekstbaner for befolkningsfremskrivning ligger fast gjennom prognoseperioden uavhengig av hvilke eksogene endringer som gjøres i infrastrukturen. I modellen er det heller ikke modellert noen pendleradferd. I virkeligheten vil en større infrastrukturutbedring mest sannsynlig medføre endringer i pendleradferden på kort sikt. På lengre sikt vil antakelig endringer i bedriftssammensetningen i regionene medføre migrasjon.

5.3 Forslag til videre arbeid

Vi foreslår å videreutvikle den norske SCGE-modellen PINGO slik at den kan benyttes til å analysere indirekte ringvirkninger av tiltak i transportsektoren. For å fange mernytte både på kort og lengre sikt bør en SCGE-modell inneholde imperfekt konkurranse og tiltakende skalautbytte, pendleradferd, samt tillate migrasjon mellom regionene i modellen.

5.3.1 Markedsimperfeksjoner

Innen ”ny økonomisk geografi” virker det til å være bred enighet om de to viktigste kreftene bak agglomerasjon og geografisk spredning av økonomisk aktivitet:

1. tiltakende skalutbytte i produksjonen, og
2. markedsrett gjennom produktdifferensiering

En forutsetning for å kunne fange mernytte i en SCGE-modell er at det er modellert avvik fra forutsetningen om perfekt konkurranse. Den norske SCGE-modellen PINGO antar konstant skalautbytte og perfekt konkurranse i alle markeder og er således ikke i stand til å fange mernytte.

Det kan argumenteres for at styrken til ”love of variety” tilnærmingen i Dixit-Stiglitz modellen er overvurdert (Ardelean 2006), og derfor være ønskelig med en parameterisering mellom fullkommen og ufullkommen konkurranse avhengig av næring.

5.3.2 Pendling

Arbeidsmarkedet er også karakterisert ved imperfeksjoner, både på nasjonalt og regionalt nivå. En redusert generalisert reisekostnad for arbeidstakeren påvirker hans valg av arbeidssted og arbeidstid. Lavere reisekostnader gjør det mer lønnsomt for flere å jobbe, noen vil ønske å jobbe mer og enkelte vil flytte til mer produktive næringer. Valget over hvor og hvor mye en arbeidstaker skal jobbe er en avveining mellom de generaliserte reisekostnadene og den lønn han oppnår i den jobben han reiser til.

Pendleradferd bør inkluderes i modellen. Dette kan gjøres på flere måter. En metode er å benytte separate reisegenererende funksjoner for hver av transportkategoriene en ønsker å inkludere i modellen. Hvor det som avgjør tiltrekningen av arbeidskraft i pendlerfunksjonen er arbeidskraftstilbudet i avsenderregionen og den totale etterspørselen etter arbeidskraft i destinasjonsregionen, hvor det tas hensyn til reisetid og reisekostnad. Denne metoden er benyttet i RAEM modellen (Ivanova, Heyndrickx et al. 2007).

Pilegaard og Fosgerau (2008) konstruerer en enkel SCGE-modell for Danmark hvor de implementerer en (Pissarides 1990) søkemodell for arbeidsmarkedet. Modellen benyttes til å evaluere en transportforbedring som øker arbeidskraftstilbudet på et nasjonalt nivå. Artikkelen rapporterer mernytte på omlag 30 % på toppen av trafikantnyten som følge av bedre kobling i arbeidsmarkedet. I denne modellen er det ingen inntektsskatt, hvis vi følger Venables (2007) vil en skattekle forsterke denne effekten.

5.3.3 Migrasjon

På lang sikt vil endringer i bedriftenes lokaliseringmønster som følge av endringer i transportsystemet kunne medføre interregional migrasjon av arbeidskraft. Reduserte transportkostnader som følge av transportinfrastrukturinvesteringer kan påvirke agentenes pendlings- og migrasjonsbeslutninger. Arbeidstakerne kan reise lenger for de samme generaliserte kostnadene, noe som bidrar til forstørring av arbeidsmarkedet. Lavere pendlerkostnader kan alternativt gi migrasjon til en region med lavere boligpriser. Avveining mellom pendling og migrasjon påvirkes av begrensninger i de respektive markedene. Høge boligpriser i en region som er nettoimportør av arbeidskraft kan gi pendling heller enn migrasjon (Holvad and Preston 2005). Studier viser og at de med høg utdanning er villig til å pendle lengre distanser enn de med lav utdanning (Harsman and Quigley 1998; Trendle and Siu 2005)

Den Nederlandske SCGE-modellen RAEM (Ivanova, Heyndrickx et al. 2007) modellerer migrasjonen mellom regionene gjennom en kjedet (nested) logitmodell. Hvor det på trinn 1 i modellen foretas valg om flytting til en annen region eller ikke, mens valg av region skjer på trinn 2 av modellen. Dette er en metode for å inkludere migrasjonsadferd i modellverktøyet. Prosjektet søker å utvikle en metode for modellere migrasjon i en norsk romlig generell likevektsmodell, samt identifisere og tilrettelegge datakilder for å inkorporere metoden i likevektsmodellen.

5.4 Relevans

I arbeidet med NTP-prognosene for godstransport er Pingo benyttet til å regionalisere MSG-veksten mellom fylker. Pingo er benyttet til prognosearbeidet både knyttet til NTP 2006-2015 og 2010-2019 (Hovi, Jean-Hansen et al. 2002; Hovi 2007).

Ved større samferdselsprosjekter oppleves det ofte at det er et gap mellom den nytten som fagpersonene beregner i nytte-kostnadsanalysen og den nytten som tilhengere av utbyggingen hevder prosjektet vil generere. I mange tilfeller blir det hevdet at prosjektene generer mernytte, og at nytte-kostnadsanalysen ikke favner

de faktiske nyttevirkningene. I marginale trafikkforbedringer er trolig en velspesifisert nytte-kostnadsanalyse tilstrekkelig for å fange opp de relevante nyttevirkningene ved infrastrukturbyggingen. Store infrastrukturprosjekter og sammenhengende planer for infrastrukturbygging må derimot forventes å kunne avlede betydelig mernytte. Høyhastighetstog i Norge er et eksempel på en større infrastrukturbygging som kan tenke seg å avlede betydelig mernytte, nye bro og tunnelforbindelser likeså. En SCGE-modell som den foreslått i dette forprosjektet bør være godt egnet til å kvantifisere denne mernytten.

6 Litteraturliste

Ardelean, A. (2006). How Strong is the Love of Variety?, Working Paper, Purdue University.

Armington, P. (1969). "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production" Staff Papers-International Monetary Fund: 159-178.

Arrow, K. and F. Hahn (1971). General competitive analysis, Holden-Day San Francisco.

Brandsma, A., B. Gardiner, et al. (2011). RHOMOLO: A Dynamic General Equilibrium Modelling Approach to the Evaluation of the EU's Regional Policies. Artikkel til DG Regional Policy / RSA Conference 2011: "What future for cohesion policy? An academic and policy debate, Bled, Slovenia.

Brandsma, A., O. Ivanova, et al. (2011). RHOMOLO, a dynamic spatial general equilibrium model. 19th international input-output conference. Alexandria, Virginia, USA.

Bröcker, J. (1998). "Operational spatial computable general equilibrium modeling." The Annals of Regional Science **32**(3): 367-387.

Bröcker, J., R. Meyer, et al. (2004). Modelling the Socio-Economic and Spatial Impacts of EU Transport Policy. IASON Deliverable 6.

de Jong, G., J. Baak, et al. (2007). Calibration and validation of the logistics module in the Norwegian and Swedish National Freight Model Systems. Deliverable 5a, Significance (Leiden).

de Jong, G. and M. Ben-Akiva (2007). "A micro-simulation model of shipment size and transport chain choice." Transportation Research Part B: Methodological **41**(9): 950-965.

de Jong, G., M. Ben-Akiva, et al. (2008). Method Report - Logistics Model in the Norwegian Freight Model System. Deliverable 6A. , Significance, Den Haag.

de Jong, G., S. E. Grønland, et al. (2005). The Development of a Logistics Module in the Norwegian and Swedish National Freight Model Systems. Deliverable 4: Final Progress Report on Model Development., Rand Europe (Leiden) and SITMA (Oslo).

de Rus, G. (2009). Indirect effects and additional economic benefits. Working papers, Economic Evaluation of Transport Projects.

Debreu, G. (1959). Theory of value, Yale Univ. Pr.

DfT (2005). Wider Economic Benefits and Impact on GDP. D. f. Transport. London.

DfT (2008). The Additionality of Wider Economic Benefits in Transport Appraisal. D. f. Transport. London.

- Dixit, A. and J. Stiglitz (1977). "Monopolistic competition and optimum product diversity." The American Economic Review: 297-308.
- Duranton, G. and D. Puga (2004). "Micro-foundations of urban agglomeration economies." Handbook of regional and urban economics 4: 2063-2117.
- Elhorst, J. P. and J. Oosterhaven (2008). "Integral Cost-Benefit Analysis of Maglev Rail Projects Under Market Imperfections." Journal of Transport and Land Use 1(1): 65 - 87.
- Ferrara, A., O. Ivanova, et al. (2010). Modelling the Policy Instruments of the EU Cohesion Policy. Working Papers nr 02/2010. E. U. R. Policy.
- Ferris, M. and T. Munson (2000). "Complementarity problems in GAMS and the PATH solver1." Journal of Economic Dynamics and Control 24(2): 165-188.
- Fujita, M., P. Krugman, et al. (1999). The spatial economy: cities, regions and international trade, The MIT press.
- Gaasland, I. (2008). En modell for norske matsektorer (FOOD.CGE.MOD04). SNF prosjekt 2920. Bergen, Samfunns- og Næringslivsforskning AS.
- Gjerdåker, A. and J. I. Lian (2008). Regionale virkninger av infrastrukturinvesteringer - en litteraturstudie. TØI-rapport 989/2008.
- Graham, D. and K. v. Dender (2011). "Estimating the agglomeration benefits of transport investments: some tests for stability." Transportation 38(3): 409-426.
- Graham, D. J. (2007). "Agglomeration, productivity and transport investment." Journal of Transport Economics and Policy (JTEP) 41(3): 317-343.
- Hagen, K. P., A. Hervik, et al. (2010). Prinsipiell vurdering av nytte-kostnads-virkninger i form av "mernytte" som ikke fanges opp i dagens metoder og praksis for nytte-kostnadsanalyser i samferdselssektoren. K. P. Hagen. Bergen, Samfunns- og Næringslivsforskning AS.
- Hansen, W. (2011). Does it matter if trade or transport data are used in SCGE modelling? European Transport Conference 2011, Glasgow.
- Harsman, B. and J. Quigley (1998). "Education, Job Requirements, and Commuting: An Analysis of Network Flows." Knowledge and networks in a dynamic economy: festschrift in honor of Åke E. Andersson: 261.
- Heide, K., E. Holmøy, et al. (2004). "Macroeconomic Properties of the Norwegian Applied General Equilibrium Model MSG6, Reports 2004/18." Statistics Norway.
- Heldal, N., I. Rasmussen, et al. (2009). Mernytte av transportinvesteringer i storbyer, forprosjekt. Oslo, Vista-analyse.
- Heum, P., E. B. Norman, et al. (2011). Tørrskodd på jobb. Arbeidsmarkedsvirkninger av ferjefritt samband Bergen-Stavanger. Sammendrag. Upublisert notat fra SNF. Bergen.
- Heyndrickx, C., O. Ivanova, et al. (2009). ISEEM, Development of an Integrated Spatio-Economic-Ecological Model Methodology for the Analysis of Sustainability Policy, Final Report.
- Hicks, J. R. (1932). The theory of wages, Macmillan.

- Holvad, T. and J. Preston (2005). Road Transport Investment Projects and Additional Economic Benefits. ERSA 2005 conference paper.
- Hovi, I. B. (2007). Grunnprognoser for godstransport 2006 - 2040. ntp 2010 - 2019. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hovi, I. B., V. Jean-Hansen, et al. (2002). Basisprognoser for godstransport 2002-2022. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Ivanova, O., C. Heyndrickx, et al. (2007). RAEM: version 3.0 Final report, Transport and mobility Leuven.
- Ivanova, O., A. Vold, et al. (2002). PINGO A model for prediction of regional and interregional freight transport. Version 1. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Jakobsen, S.-E. and K. Onsager (2002). Geografisk konsentrasjon av hovedkontorer - funksjoner, behov og eksterne effekter. Arbeidsnotat 53/02, SNF-prosjekt 4265.
- Jara-Diaz, S. (1986). "On the relation between users' benefits and the economic effects of transportation activities." Journal of Regional Science **26**: 379-391.
- Johansen, L. (1960). A multi-sectoral study of economic growth, North-Holland Amsterdam.
- Kanemoto, Y. and K. Mera (1985). "General equilibrium analysis of the benefits of large transportation improvements* 1." Regional Science and Urban Economics **15**(3): 343-363.
- Knaap, T. and J. Oosterhaven (2000). The Welfare Effects of New Infrastructure: An Economic Geography Approach to Evaluating a New Dutch Railway Link. North American RSAI Meetings, Chicago.
- Knaap, T. and J. Oosterhaven (2011). "Measuring the welfare effects of infrastructure: A simple spatial equilibrium evaluation of Dutch railway proposals." Research in Transportation Economics.
- Koike, A., L. Tavasszy, et al. (2009). "Spatial Equity Analysis on Expressway Network Development in Japan." Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board **2133**(-1): 46-55.
- Koike, A., L. A. A. Tavasszy, et al. (2010). The Risk Management Analysis for the Road Maintenance Cost in Japan with SCGE Model RAEM-Light.
- Krugman, P. (1991). Geography and trade, the MIT Press.
- Laird, J. and P. Mackie (2009). "REVIEW OF ECONOMIC ASSESSMENT IN RURAL TRANSPORT APPRAISAL." Scottish Transport Appraisal Guidance (STAG).
- Laird, J. J., J. Nellthorp, et al. (2005). "Network effects and total economic impact in transport appraisal." Transport Policy **12**(6): 537-544.
- Lakshmanan, T. (2010). "The broader economic consequences of transport infrastructure investments." Journal of Transport Geography.
- Manning, A. (2003). Monopsony in motion: Imperfect competition in labor markets, Princeton Univ Pr.

- Manning, A. (2003). "The real thin theory: monopsony in modern labour markets." Labour Economics **10**(2): 105-131.
- Marshall, A. (1890). "The Principles of Economics. 8th. edn.(1920)." London: Macmillan.
- Mathisen, L. (1985). "Computation of Economic Equilibrium by a Sequence of Linear Complementarity Problems." Mathematical Programming Study **23**: 144-162.
- Mayeres, I., B. Jourquin, et al. (2009). Long-run Impacts of Policy Packages on Mobility in Belgium "LIMOBEL", Belgian Science Policy 2009 –42 p. (Research Programme Science for a Sustainable Development :).
- Minken, H. (2011). Merknader om mernytte. Arbeidsdokument ØL/2333/2011, Transportøkonomisk institutt.
- Minken, H., O. Larsen, et al. (2009). Konseptvalgutredninger og Samfunnsøkonomiske analyser, Transportøkonomisk institutt.
- Mohring, H. (1993). "Maximizing, measuring, and not double counting transportation-improvement benefits: A primer on closed-and open-economy cost-benefit analysis." Transportation Research Part B: Methodological **27**(6): 413-424.
- Oosterhaven, J. and T. Knaap (2003). Spatial Economic impacts of Transport Infrastructure Investments. Transport projects, programmes, and policies: evaluation needs and capabilities. A. Pearman, P. Mackie and J. Nellthorp, Ashgate Pub Ltd.
- Pigou, A. C. (1924). The Economics of Welfare. London, Macmillan.
- Pilegaard, N. and M. Fosgerau (2008). "Cost Benefit Analysis of a Transport Improvement in the Case of Search Unemployment." Journal of Transport Economics and Policy (JTEP) **42**(1): 23-42.
- Pissarides, C. A. (1990). Equilibrium unemployment theory, Oxford: Basil Blackwell.
- Porter, M. (1990). The Competitive Advantage of Nations. New York, Free Press.
- Reve, T. (2006). Innovasjonssystemer, næringsklynger og verdiskapning. Dugnad for verdiskapning, kunnskapsplattformen.
- SACTRA (1999). Transport and the Economy. London, Standing Advisory Committee on Trunk Road Appraisal.
- Samuelson, P. (1954). "The transfer problem and transport costs, II: Analysis of effects of trade impediments." The Economic Journal **64**(254): 264-289.
- Small, K. (1997). Project evaluation. Working paper UCI-IST-97-06, University of California, Irvine.
- Tavasszy, L., M. Thissen, et al. (2002). Pitfalls and solutions in the application of spatial computable general equilibrium models for transport appraisal.
- Trendle, B. and J. Siu (2005). "Commuting Patterns of Sunshine Coast Residents and the Impact of Education." Australasian Journal of Regional Studies, **The** **13**(2): 221.

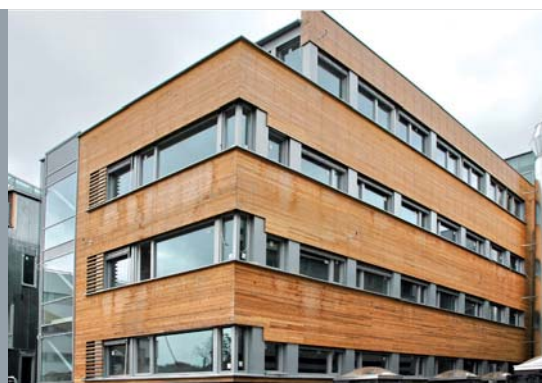
- van Exel, J., S. Rienstra, et al. (2002). "EU involvement in TEN development: network effects and European value added." Transport Policy **9**(4): 299-311.
- Venables, A. and M. Gasiorek (1998). "The welfare implications of transport improvements in the presence of market failure." Report to SACTRA.
- Venables, A. J. (2007). "Evaluating urban transport improvements: cost-benefit analysis in the presence of agglomeration and income taxation." Journal of Transport Economics and Policy: 173-188.
- Vickerman, R. (2007). Recent evolution of research into the wider economic benefits of transport infrastructure investments.
- Vold, A. and V. Jean-Hansen (2007). Pingo - a model for prediction of regional and interregional freight transport in Norway. Oslo, Institute of Transport Economics.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
NO 0349 Oslo

Telefon: 22 57 38 00
Telefaks: 22 60 92 00
E-post: toi@toi.no

www.toi.no

**Transportøkonomisk institutt (TØI)
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning**

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafikk sikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transporter og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.