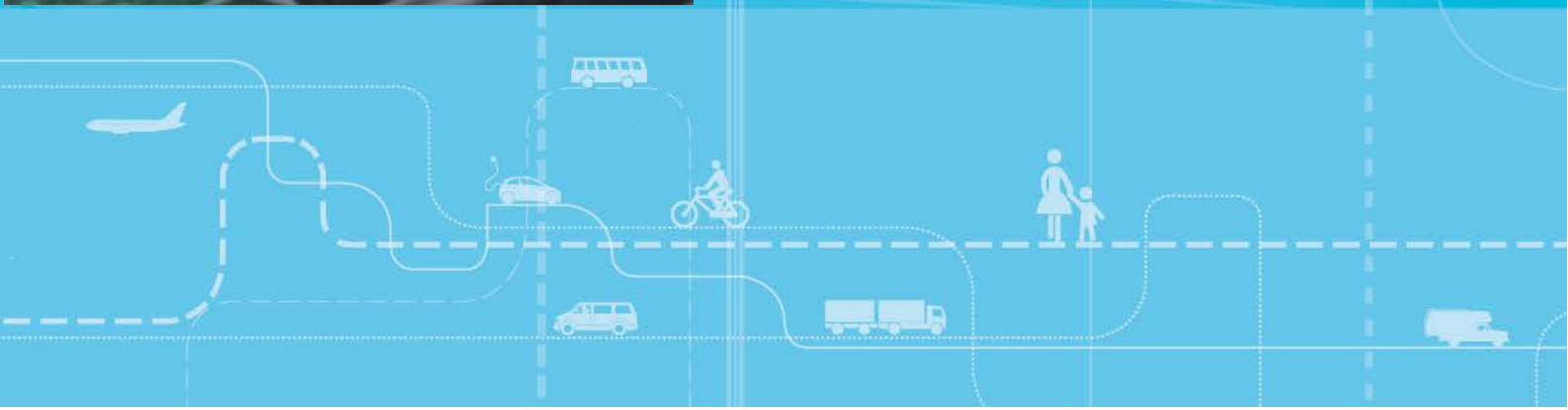


Beregning av netto ringvirkninger på utvalgte prosjekter. NTP 2018-2029



Beregning av netto ringvirkninger på utvalgte prosjekter. NTP 2018-2029

Wiljar Hansen

Bjørn Gjerde Johansen

Forsidebilde: Shutterstock

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel: Beregning av netto ringvirkninger på utvalgte prosjekter, NTP 2018-2029

Forfattere: Wiljar Hansen
Bjørn Gjerde Johansen

Dato: 02.2016

TØI rapport: 1471/2016

Sider 175

ISBN Elektronisk: 978-82-480-1262-7

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: NTP sekretariatet

Prosjekt: 4234 - Metodeverktøy for mernytteberegninger

Prosjektleder: Wiljar Hansen

Kvalitetsansvarlig: Kjell Werner Johansen

Emneord: Agglomerasjon
Konsevensanalyse
Ringvirkninger
Samfunnsøkonomiske analyser
SCGE-modeller

Sammendrag:

Det er utviklet og anvendt en SCGE -modell for å beregne netto ringvirkninger av et utvalg av samferdselstiltak til NTP 2018-2029. Tiltakene favner både veg og jernbane, så vel som fly og sjøtransport. SCGE-modellen representerer en nyutviklet og konsistent metodikk for å beregne netto ringvirkninger, som både tar inn over seg nettverksendringer fra det nasjonale transportmodellsystemet, så vel som regionale endringer i arbeidsmarkeder og næringsstruktur. Resultatene fra SCGE-modellanalysene spenner fra nærmest neglisjerbare netto ringvirkninger til oppunder 25% av trafikantnyten til tiltaket. De modellberegnete prosentvise netto ringvirkninger stemmer godt overens med det som blir funnet for tilsvarende prosjekter i den internasjonale litteraturen. Dette gir oss tiltro til at modellen klarer å fange de realøkonomiske effektene, så vel som netto ringvirkninger, av et infrastrukturtiltak på en realistisk og god måte. Basert på modellanalysene, trekkes det et sett av generelle konklusjoner om tilstedeværelsen og størrelsen på netto ringvirkninger av infrastrukturtiltak.

Title: Calculation of wider economic impacts for a series of infrastructure projects. National Transport Plan 2018-2029

Author(s): Wiljar Hansen
Bjørn Gjerde Johansen

Date: 02.2016

TØI report: 1471/2016

Pages 175

ISBN Electronic: 978-82-480-1262-7

ISSN 0808-1190

Financed by: The Norwegian National Transport Plan committee

Project: 4234 - Metodeverktøy for mernytteberegninger

Project manager: Wiljar Hansen

Quality manager: Kjell Werner Johansen

Key words: Agglomeration
SCGE models
Transport appraisal
Wider economic benefits

Summary:

A newly developed SCGE -model of the Norwegian economy is employed in order to analyse the wider economic impacts of a set of Norwegian infrastructure investments. In total, 9 different projects are analysed, spanning both road-, rail-, sea- and air transport. The results show wider economic impacts ranging from almost negligible effects to approximately 25% of the direct user benefits of the investment. On the basis of the model results, we draw a set of general conclusions on the magnitude and presence of wider economic impacts of infrastructure investments.

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

På oppdrag fra *NTP transportanalyse og samfunnsøkonomi*, har TØI analysert netto ringvirkninger av et utvalg av samferdselsprosjekter til Nasjonal transportplan 2018-2029.

Det er utviklet og anvendt en SCGE -modell for å beregne netto ringvirkninger av tiltakene. SCGE-modellen representerer en nyutviklet og konsistent metodikk for å beregne netto ringvirkninger, som både tar inn over seg nettverksendringer fra det nasjonale transportmodellsystemet, så vel som nasjonale endringer i arbeidsmarkeder og næringsstruktur.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Oskar Kleven i Statens Vegvesen Vegdirektoratet.

Prosjektleder har vært Wiljar Hansen (TØI). Rapporten er skrevet av Wiljar Hansen og Bjørn Gjerde Johansen, disse har også kodet SCGE-modellsystemet og utført SCGE-modellanalysene. Dr. Olga Ivanova ved EcoMos i Nederland har bistått i utviklingen av SCGE-modellen.

Chi Kwan Kwong og Nina Hulleberg ved TØI har tilrettelagt alle data fra transportmodellene som benyttes i analysene, kodet transportnettverkene og utført transportmodellanalysene for de tiltakene som TØI har vært ansvarlige for, i tillegg til ustrukt feilsøking i datagrunnlaget. For Ringeriksbanen og E16 Skaret-Hønefoss, Stad skipstunnel og Svolvær-Å er transportmodellanalysene i sin helhet utført av TØI. Jernbaneløst har kodet transportnettverket og utført transportmodellanalysene for Ytre InterCity (Østfoldbanen) og jernbaneløst på strekningen Arna-Voss. Urbanet Analyse har utført transportmodellberegningene for Jærbanen, mens SVV i samarbeid med TØI har kodet og analysert de øvrige tiltakene. Alle analyser med Logistikkmodellen er foretatt av TØI.

Forskningsleder Anne Madslie har koordinert og kvalitetssikret arbeidet som er gjort i transportmodellsystemet ved TØI.

Avdelingsleder Kjell Werner Johansen har vært kvalitetsansvarlig for rapporten og sekretær Trude Rømming har stått for den endelige redigeringen av rapporten.

Oslo, februar 2016
Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
direktør

Kjell Werner Johansen
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn.....	1
1.2	Definisjon: Netto ringvirkninger.....	1
1.3	Kort om oppdraget	2
1.4	Bakgrunn: infrastrukturinvesteringer og økonomisk vekst	3
1.5	Avgrensninger	5
1.6	Rapportens oppbygning	6
2	Nytte- kostnadsanalyse og netto-ringvirkninger	7
2.1	Innledning.....	7
2.2	Samfunnsøkonomiske analyser av infrastrukturinvesteringer	8
2.3	Agglomerasjonsvirkninger.....	11
2.4	Arbeidsmarkedsvirkninger	13
2.5	Virkninger i marked med imperfekt konkurranse	17
2.6	Andre typer netto ringvirkninger	19
2.7	Avsluttende kommentarer.....	20
3	SCGE-modeller som analyseverktøy	22
3.1	Generell likevekt.....	22
3.2	SCGE-modeller: Løsbare generelle likevektsmodeller med geografisk dimensjon.....	24
3.3	Overordnet struktur i det utviklede SCGE-modellsystemet.....	26
3.4	Modellmekanismer	32
4	Resultater	39
4.1	Anvendelse av SCGE-modellen.....	39
4.2	Inngangsdata fra transportmodellene.....	43
4.3	SCGE-modellberegnete netto ringvirkninger	44
4.4	Generelle konklusjoner.....	46
4.5	Kilder til usikkerhet i modellresultatene	48
5	Oppsummering og diskusjon	51
6	Referanser	53
	Vedlegg 1. Ytre InterCity (Østfoldbanen)	58
	Om konseptet	58
	Data fra transportmodellene.....	59
	Modellberegnete netto ringvirkninger	62
	Vedlegg 2. Jærbanen	66
	Om konseptet	66
	Data fra transportmodellene.....	67
	Modellberegnete netto ringvirkninger	69
	Vedlegg 3. E6 Åsen-Steinkjer	71
	Beskrivelse av tiltaket.....	71
	Inngangsdata fra transportmodellene.....	71
	SCGE-modellberegnete netto ringvirkninger	74
	Vedlegg 4. E39 Ålesund-Molde	78

Om konseptet	78
Data fra transportmodellene.....	79
Modellberegnete netto ringvirkninger	82
Vedlegg 5. E39 Stord-Os.....	87
Om konseptet	87
Data fra transportmodellene.....	88
Modellberegnete netto ringvirkninger	92
Vedlegg 6. Stad skipstunnel.....	97
Om konseptet	97
Data fra transportmodellene.....	98
Modellberegnete netto ringvirkninger	99
Vedlegg 7. Svolvær-Å	101
Kort om tiltakene	101
Data fra transportmodellene.....	102
Modellberegnete netto ringvirkninger	104
Vedlegg 8. Arna-Voss.....	107
Om tiltaket.....	107
Data fra transportmodellene.....	108
Beregnete netto ringvirkninger	112
Vedlegg 9. Sandvika-Hønefoss	118
E16 og Ringeriksbanen.....	118
Data fra transportmodellene.....	119
Modellberegnete netto ringvirkninger	126
Vedlegg 10: Næringsinndeling	133
Vedlegg 11: Økonomiske soner	136
Vedlegg 12: SCGE-modellens notasjon	150
Vedlegg 13: Modellmekanismer	155
Vedlegg 14: Valg av eksogent gitte elastisitetsverdier.....	166
Vedlegg 15: SCGE-modellens ligningssystem.....	170

Sammendrag:

Beregning av netto ringvirkninger på utvalgte prosjekter. NTP 2018-2029

*TØI rapport 1471/2016
Wiljar Hansen og Bjørn Gjerde Jobansen
Oslo 2016 175 sider*

TØI har beregnet netto ringvirkninger for et utvalg infrastrukturtiltak til NTP 2018-2029. Tiltakene favner både veg, jernbane, fly og sjøtransport og er analysert med TØI sin nyutviklede SCGE –modell.

SCGE-modellen representerer en nyutviklet og konsistent metodikk for å beregne netto ringvirkninger, som både tar inn over seg nettverksendringer fra det nasjonale transportmodellsystemet, så vel som nasjonale endringer i arbeidsmarkeder og næringsstruktur. Resultatene fra SCGE-modellanalysene spenner fra nærmest neglisjerbare netto ringvirkninger til oppunder 25% av trafikanntnyten til tiltaket. De modellberegnete prosentvise netto ringvirkninger stemmer godt overens med det som blir funnet for tilsvarende prosjekter i den internasjonale litteraturen. Dette gir oss tiltro til at modellen klarer å fange de realøkonomiske effektene, så vel som netto ringvirkninger, av et infrastrukturtiltak på en realistisk og god måte.

Bakgrunn

Generelt kan man si at investering i infrastruktur tilrettelegger for økonomisk vekst gjennom forbedring av en regions tilgjengelighet. Tilgjengelighet utgjør et potensial for økonomisk interaksjon, og ved å bedre tilgjengeligheten øker dette potensialet. Potensialet påvirkes av forhold som lokalisering av økonomisk aktivitet, kvaliteten ved transportsystemet, geografi og arealanvendelsen i det konkrete området. Ettersom steder har ulikt potensial for interaksjon, vil de også ha varierende utviklingspotensial.

Infrastrukturprosjekter vil ha både direkte- og indirekte effekter på økonomien. De fleste transportforbedringsprosjekter har kun lokale effekter, mens andre er av en slik størrelse at de vil ha nasjonale så vel som lokale og regionale effekter.

Hagen-utvalget konkluderte i NOU 2012:16, med at selv om netto ringvirkninger er godt forankret i økonomisk teori, er ikke det empiriske grunnlaget per i dag robust nok til å trekke konklusjoner om størrelsen på slike virkninger. Utvalgets anbefalinger går derfor på at netto ringvirkninger ikke skal tas med i transportetatens nytte- kostnadsanalyser (NKA), men at de kan behandles som et supplement til analyser i tilfeller hvor dette er relevant. Denne anbefalingen er også nedfelt i Finansdepartementets gjeldende rundskriv for samfunnsøkonomiske analyser (Finansdepartementet 2014).

Selv om det er bred konsensus i fagmiljøene om at NKA ikke favner alle effektene av et tiltak og at det også er stor grad av enighet i de underliggende teoretiske årsakene til dette, så har det vist seg vanskelig å kvantifisere disse effektene og ikke minst forenes om én omforent metode.

Netto ringvirkninger

Netto ringvirkninger av transportinfrastruktur er virkninger i andre markeder enn transportmarkedet, som ikke fanges i den konvensjonelle nytte- kostnadsanalysen (NKA) og som har en netto samfunnsøkonomisk verdi for landet. Begrepet netto ringvirkninger omtales ofte som «mernytte» og tilsvarer det som i den internasjonale litteraturen ofte omtales som *wider economic benefits* eller *wider economic impacts*.

Generelt om ringvirkninger: Ringvirkninger av et tiltak er realøkonomiske effekter utover de markedene (primærmarkedene) som berøres direkte av tiltaket, dvs. endringer i likevekten i sekundærmarkedene. F.eks. kan arbeidsmarkedet eller eiendomsmarkedet påvirkes av tiltak i transportmarkedet.

Om netto ringvirkninger: Netto ringvirkninger oppstår dersom de samfunnsøkonomiske virkningene av tiltaket i sekundærmarkedene (summen av ringvirkninger) er forskjellige fra virkningene i primærmarkedene (brukernytte). Denne differansen kan være positiv eller negativ.

Når netto ringvirkninger kan oppstå: Dersom ringvirkninger skal ha netto samfunnsøkonomisk virkning utover brukernytten må det foreligge en markedsavvik i sekundærmarkedene. Det betyr at det i situasjonen før tiltaket er et under- eller overforbruk av ressurser i disse markedene, sammenlignet med det som er samfunnsøkonomisk optimalt. Netto ringvirkninger oppstår dersom tiltaket påvirker dette under- eller overforbruket, eller i samspill med markedsavviket genererer virkninger som ikke kan oppstå under fullkommen konkurranse. Da har ringvirkningene i sum en samfunnsøkonomisk verdi utover brukernytten.

Når netto ringvirkninger ikke kan oppstå: Dersom det ikke foreligger vesentlig markedsavvik i sekundærmarkedene, vil summen av ringvirkninger være den samme som brukernytten. Da fanges all relevant nytte i en velspesifisert NKA.

Analyseverktøy

De permanente indirekte effektene av ny infrastruktur vil ikke fullt ut fanges i brukernytten i nytte –kostnadsanalysen, og for å kvantifisere disse effektene trengs det andre metoder eller modeller.

TØI har utviklet en SCGE-modell som er benyttet for å beregne netto ringvirkninger av tiltakene. SCGE –modeller er løsbare generelle likevektsmodeller med en geografisk oppdelt soneinndeling, hvor det er flyt av varer og personer mellom sonene i modellen. Modellen benytter faktiske data fra Nasjonalregnskapet for å beskrive den norske økonomien, mens flyten av personer og varer internt og mellom sonene i modellen er hentet fra det nasjonale transportmodellsystemet.

For å favne de totale samfunnsøkonomiske nyttevirkningene av en infrastruktur-investering, er det et sett av forutsetninger som må oppfylles i SCGE -modellen:

1. Modellen må avvike fra forutsetningen om perfekt konkurranse og konstant skalautbytte i alle markeder
2. Modellen må ha en geografisk dimensjon, dvs. at interaksjonen mellom ulike geografiske regioner må tas hensyn til i modelleringen
3. Modellen må ta hensyn til at de fysiske innsatsfaktorene er mobile mellom sektorer og regioner. Dette innebærer at flyt av varer, så vel som personer, mellom sektorer og regioner modelleres.

En av fordelene ved SCGE –modeller er deres evne til å sammenligne ulike likevektstilstander. I vår sammenheng sammenligner vi likevektstilstanden før en infrastrukturinvestering med likevektstilstanden etter at økonomien er påført en eksogen endring av transportvolum og transportkostnader som følge av investeringen. Hovedresultatet fra modellanalysen er sammenligningen av velferden til konsumentene i de ulike likevektstilstandene.

Netto-ringvirkninger i SCGE-modellen oppstår som følge av to eksplisitt modellerte markedsimperfeksjoner: agglomerasjonseffekter og markedsrett.

Agglomerasjonseffekter: Dette begrepet benyttes for å beskrive produktivitetsgevinster av at folk og bedrifter klumper seg sammen geografisk i nærheten av hverandre. I litteraturen skilles det i hovedsak mellom to typer av økonomisk tetthet; (1) klyngedannelser av bedrifter i samme næring/verdikjede (næringsintern agglomerasjon) og (2) bysamfunn (næringsstern agglomerasjon).

Markedsrett: Transporttilbudet kan i enkelte tilfeller opptre som en etableringsbarriere. En infrastrukturinvestering som øker tilgjengeligheten til et marked/område gjennom lavere transportkostnader kan redusere slike etableringshindringer. Avstand begrenser interaksjon, og fungerer i mange tilfeller som en barriere mot effektiv konkurranse i produktmarkedene. Redusert avstand, gjennom kortere reisetid og derigjennom lavere generaliserte reisekostnader, vil, alt annet likt, øke den regionale interaksjonen og redusere konkurransebarrierene.

Resultater

Tabellen under viser en sammenstilling av hovedresultatene fra SCGE-modellanalysene. I tabellen har vi også gjengitt transportetatenes beregnede trafikanntytte av de ulike prosjektene. Netto-ringvirkningene er fremstilt både som prosent av trafikanntytten og i millioner kr. neddiskontert over 40 år.

Tabell S.1 SCGE-modellberegnete netto ringvirkninger i % av etatenes beregnede trafikantnytte og i mill.kr neddiskontert over 40 år (2016kr) (nåverdi). Tabellen henviser også til hvilket vedlegg til hovedrapporten som omhandler de ulike tiltakene

Tiltak	Vedlegg Nr:	Trafikantnytte i mill. (2016kr)	Netto ringvirkninger (% av trafikantnytte)	Netto ringvirkninger i mill. (2016kr)
Ytre InterCity (Østfoldbanen)	1	500	16.1%	80,5
Jærbanen	2	1 460	23.9%	349
E6 Åsen-Steinkjer	3	3447	10.9%	376
E39 Ålesund-Molde	4	16 129	13.4%	2 161
E39 Stord-Os	5	34 600	12.1%	4 187
Stad skipstunnel	6	490	5.7%	27.9
E10 Svolvær-Å (veg)	7	2 241	2.5%	56
E10 Svolvær-Å (fly)	7	1 614	3.9%	63
E10 Svolvær-Å (veg+fly)	7	3 855	3.1%	119
E16 Arna-Voss (veg)	8	8 774	10.7%	942
E16 Arna-Voss (bane)	8	8 250	21.2%	1 750
E16 Arna-Voss (vei + bane)	8	16 341	12.0%	1 961
Sandvika-Hønefoss (E16)	9	6 438	8.8%	565
Sandvika-Hønefoss (RRB)	9	5 530	12.7%	702
Sandvika-Hønefoss (E16+RRB)	9	9 580	9.6%	920

Resultatene fra disse beregningene viser en variasjon fra nærmest neglisjerbart og til oppunder 25% av trafikantnyttens.

De modellberegnete prosentvise netto ringvirkninger stemmer godt overens med det som blir funnet for tilsvarende prosjekter i den internasjonale litteraturen. Vi finner også at rangeringen av de prosentvise påslagene på trafikantnyttens er i henhold til hva man kan forvente når tiltakene sammenlignes. Dette gir oss tiltro til at modellen klarer å fange de realøkonomiske effektene, så vel som netto ringvirkninger, av et infrastrukturtiltak på en realistisk og god måte. For en mer inngående diskusjon rundt beregningene i tabellen over og hva som er hovedkildene til variasjon mellom tiltakene henvises det til hovedrapporten og vedlegg 1 til 9.

Generelle konklusjoner

Vi kan trekke noen generelle konklusjoner om opphavet til- så vel som nivået på netto ringvirkninger av infrastrukturinvesteringer. De viktigste konklusjonene er oppsummert:

- Prosjekter som binder sammen bo- og arbeidsregioner hvor det er betydelig forskjell i lønninger, gir opphav til høye netto ringvirkninger.
- Prosjekter hvor en betydelig andel av trafikantnyttene har opphav i økning av fritidsreiser gir lavere netto ringvirkninger.
- Prosjekter som reduserer reisekostnaden mellom to soner hvor forbindelsen allerede er god, gir et lavere potensiale for netto ringvirkninger.
- Det er signifikante netto ringvirkninger for godstransport, men disse er prosentvis lavere enn for persontransport.

Det er viktig å huske på at mye av de totale nyttevirkningene ved en infrastrukturinvestering allerede er fanget opp gjennom nytte-kostnadsanalysen. Det som ofte oppleves som en lokal positiv ringvirkning, motsvares ofte av en negativ ringvirkning et annet sted. Slik omfordeling av nytte skal ikke legges til i beregningen av den samfunnsøkonomiske nytten av et prosjekt.

Så lenge antakelsen om perfekt konkurranse vi benytter i nytte-kostnadsanalysen holder, så er det tilstrekkelig å innskrenke investeringens influensområde til lokale/regionale effekter. Dette er derimot ikke lenger en farbar vei hvis vi antar at markedene er imperfekte og at infrastrukturinvesteringen bidrar til å begrense markedsimperfeksjonene. Hvorvidt den observerte lokale veksten som følger av en infrastrukturinvestering er en fordelingsvirkning eller om det er nyskapt vekst, avhenger ofte av størrelsen på det romlige systemet som evalueres (Gjerdåker and Lian 2008). Det er sannsynlig at deler av den veksten som observeres lokalt og som kan oppleves som nyskapt, kun viser seg å være omfordelingseffekter dersom man utvider det evaluerte geografiske influensområdet til investeringen. Sannsynligheten for å kunne skille mellom fordelingseffekter og nyskapt vekst øker med størrelsen på det geografiske området som analyseres; lokale analyser vil kunne vise store mernytte-effekter, mens nasjonale analyser viser betydelig lavere netto ringvirkning. SCGE-modellen er en nasjonal modell som favner hele Norge og således godt egnet til å skille mellom fordelingsvirkninger og nyskapt vekst utover den trafikantnyttene som beregnes i NKA.

Selv om det er bred enighet i fagmiljøene om at NKA ikke favner alle effektene av et infrastrukturtiltak og at det også er stor grad av enighet i de underliggende teoretiske årsakene til dette. Derimot, synes behovet for å etablere mer solid forskningsbasert empiri som kan legges til grunn for fremtidige vurderinger av nye samferdselstiltak, å være stort. Derfor bør empirisk rettet forskning på norske data prioriteres, og det må settes av tilstrekkelig med ressurser til å gjøre det ordentlig. Dette er forskningsoppgaver som krever betydelig innsats over tid, men som mest sannsynlig vil bringe oss mye nærmere en forståelse av omfanget av- og en omforent metode for å kvantifisere netto ringvirkninger av tiltak i samferdselssektoren.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I tilknytning til transportetatens arbeid med Nasjonal transportplan 2018-2029, har TØI beregnet netto ringvirkninger av et utvalg samferdselsprosjekter.

Netto ringvirkninger av transportinfrastruktur er virkninger i andre markeder enn transportmarkedet, som ikke fanges i den konvensjonelle nytte- kostnadsanalysen (NKA) og som har en netto samfunnsøkonomisk verdi for landet. Begrepet netto ringvirkninger omtales ofte som «mernytte» og tilsvarer det som i den internasjonale litteraturen ofte omtales som *wider economic benefits* eller *wider economic impacts*.

De totale samfunnsøkonomiske effektene av en vegutbygging er summen av de direkte- og de indirekte nytteeffektene av trafikkforbedringen. Markeder hvor et infrastrukturtiltak har direkte effekter omtales i vår sammenheng som primærmarkeder, mens markeder hvor prosjektet har indirekte effekter omtales som sekundærmarkeder.

Ringvirkninger av et transporttiltak kjennetegnes ved at det oppstår realøkonomiske effekter utover de primærmarkedene som berøres direkte av tiltaket. Dersom summen av ringvirkningene i sekundærmarkedene er forskjellige fra virkningen i primærmarkedene, oppstår det netto ringvirkninger. For at ringvirkningene skal ha netto samfunnsøkonomisk verdi utover brukernytten må det foreligge en markedssvikt i sekundærmarkedene.

TØIs SCGE-modell¹ er benyttet for å beregne netto ringvirkninger av tiltakene. SCGE –modeller er løsbare generelle likevektsmodeller med en geografisk oppdelt sonelinndeling, hvor det er flyt av varer og personer mellom sonene i modellen. Modellen benytter faktiske data fra Nasjonalregnskapet for å beskrive den norske økonomien, mens flyten av personer og varer internt og mellom sonene i modellen er hentet fra det nasjonale transportmodellsystemet.

1.2 Definisjon: Netto ringvirkninger

Generelt om ringvirkninger: Ringvirkninger av et tiltak er realøkonomiske effekter utover de markedene (primærmarkedene) som berøres direkte av tiltaket, dvs. endringer i likevekten i sekundærmarkedene. F.eks. kan arbeidsmarkedet eller eiendomsmarkedet påvirkes av tiltak i transportmarkedet.

Om netto ringvirkninger: Netto ringvirkninger oppstår dersom de samfunnsøkonomiske virkningene av tiltaket i sekundærmarkedene (summen av ringvirkninger) er forskjellige fra virkningene i primærmarkedene (brukernytte). Denne differansen kan være positiv eller negativ.

¹ Spatial Computable General Equilibrium

Når netto ringvirkninger kan oppstå: Dersom ringvirkninger skal ha netto samfunnsøkonomisk virkning utover brukernytten må det foreligge en markedssvikt i sekundærmarkedene. Det betyr at det i situasjonen før tiltaket er et under- eller overforbruk av ressurser i disse markedene, sammenlignet med det som er samfunnsøkonomisk optimalt. Netto ringvirkninger oppstår dersom tiltaket påvirker dette under- eller overforbruket, eller i samspill med markedssvikten genererer virkninger som ikke kan oppstå under fullkommen konkurranse. Da har ringvirkningene i sum en samfunnsøkonomisk verdi utover brukernytten.

Når netto ringvirkninger ikke kan oppstå: Dersom det ikke foreligger vesentlig markedssvikt i sekundærmarkedene, vil summen av ringvirkninger være den samme som brukernytten. Da fanges all relevant nytte i en velspesifisert NKA.

Begrepet netto ringvirkninger omtales ofte som «mernytte». I denne rapporten vil vi konsekvent holde oss til begrepet netto ringvirkninger. Begrepet mernytte kan tilsløre at det kan oppstå tilfeller hvor netto ringvirkninger er negative. Dette kan bl.a. skje når de positive ringvirkningene av et tiltak på et sted er mindre enn de negative ringvirkningene et annet.

1.3 Kort om oppdraget

I arbeidet fram imot Nasjonal transportplan 2018 – 2029 er det besluttet å gjennomføre beregninger av netto ringvirkninger for et utvalg av samferdselsprosjekter. Beregninger av netto ringvirkninger er omtalt i Regjeringens retningslinjer for etatene og Avinors arbeid til planfasen i NTP 2018-2029, hvor det er spesifisert at dette skal være tilleggsanalyser til den samfunnsøkonomiske analysen og hvor netto ringvirkninger under gitte forutsetninger kan inngå i prioriteringsbegrunnelsen til tiltakene.

Tabellen under gir en oversikt over hvilke tiltak/strekninger og prosjekter som er analysert, og hvilke kompetansemiljøer som har analysert de ulike prosjektene.

Tabell 1-1: Strekninger, prosjekter og fordeling av analyser av netto ringvirkninger mellom ulike kompetansesmiljøer.

Strekning	Prosjekter	Fordeling av prosjekter
Ytre InterCity (Østfoldbanen)	Utbygging av dobbeltspor mellom Sarpsborg og Halden	Oslo Economics/BI TØI
Jærenbanen	Utbygging av dobbeltspor Stavanger – Sandnes - Nærbø	Vista Analyse TØI
E6 Åsen - Steinkjer	Veiforbedring på strekningen Åsen - Steinkjer	Cowi TØI
E39 Ålesund - Molde	Fergeavløsning Molde - Vestnes	Vista Analyse TØI
E39 Stord - Os	Fergeavløsning Halhjem - Sandviksvåg	Cowi TØI
Stad skipstunnel	Skipstunnel Moldefjorden - Kjødpollen	Oslo Economics TØI
E10 Svolvær - Å	Vegforbedring på E10 Svolvær – Å, samt ny flyplass i Lofoten. Samlede og separate analyser for prosjektene	Vista Analyse TØI
E16 Arna - Voss	Vegforbedring på E16 Arna – Voss, samt dobbeltspor i jernbanetraseen. Samlede og separate analyser for prosjektene	Vista Analyse TØI
E134 Buskerudbyen	E134/Rv35 Lierdiagonal – Hokksund – Åmot, samt jernbane Drammen – Kongsberg. Separate og samlede analyser for prosjektene	Cowi
E16 Sandvika - Hønefoss	Utbygging av E16 på strekningen Sandvika – Hønefoss, samt ny Ringeriksbane. Separate og samlede analyser for prosjektene	Oslo Economics/BI TØI

Som det framgår av tabellen, har TØI analysert samtlige prosjekter bortsett fra E134 Buskerudbyen. Dette prosjektet ble tatt ut av prosjektporteføljen som skulle analyseres av TØI da det for dette prosjektet ikke forela tilstrekkelig datagrunnlag for å utføre analyser med TØI sin SCGE-modell.

1.4 Bakgrunn: infrastrukturinvesteringer og økonomisk vekst

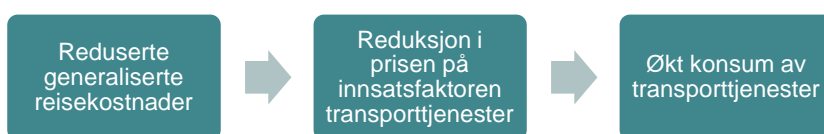
Generelt kan man si at investering i infrastruktur tilrettelegger for økonomisk vekst gjennom forbedring av en regions tilgjengelighet. Tilgjengelighet utgjør et potensial for økonomisk interaksjon, og ved å bedre tilgjengeligheten øker dette potensialet.

Det er en geografisk dimensjon i all økonomisk aktivitet, og ulike regioner har ulikt potensial for interaksjon – og dermed økonomisk vekst. Potensialet for interaksjon påvirkes av forhold som lokalisering av økonomisk aktivitet, kvaliteten ved transportsystemet, geografi og arealanvendelsen i det konkrete området. Ettersom steder har ulikt potensial for interaksjon, vil de også ha varierende utviklingspotensial (Straatemeier 2008). I de aller fleste tilfeller, reiser folk og varer for å realisere muligheter på andre lokaliteter. Ved å bedre tilgjengeligheten økes denne muligheten.

Vi sier da gjerne at den økte etterspørselen etter transport er avledet av økt etterspørsel etter andre varer, tjenester og aktiviteter i økonomien.

Mens transportinfrastruktur kan ansees som en innsatsfaktor i produksjonen av transport, så kan transport ansees som en innsatsfaktor i produksjonen av innsatsvarer, sluttprodukter og tjenester. Investering i ny, eller forbedret, infrastruktur medfører som regel reduserte reisetider og lavere distanseavhengige reisekostnader. Vi omtaler gjerne summen av alle kostnadene trafikantene står overfor når de tar beslutningen om å reise, som *generaliserte reisekostnader*. Blant disse kostnadene finner man drivstoffutgifter, tidskostnader, bompenger, ferjebilletter, etc.

Ny, eller forbedret, infrastruktur reduserer som regel både reisetiden og de distanseavhengige transportkostnadene; vi sier dermed at de generaliserte reisekostnadene faller.



Alt annet likt, så vil en reduksjon i prisen på en vare medføre økt konsum av denne varen, både gjennom substituering fra konsum av andre varer og tjenester og fra effekten av reduserte kostnader på tilgjengelig konsumbudsjett. Generelt vil altså reduserte generaliserte reisekostnader medføre både økt arbeidspendling (og personreiser generelt) og økt godstransport. For en arbeidstaker vil valget over hvor og hvor mye han skal jobbe, være en avveining mellom de generaliserte reisekostnadene og den lønn han oppnår i jobben han reiser til; ved en avkortning av reisetiden kan arbeidstakeren oppnå samme velferdsnivå som tidligere til en lavere lønn, eller eventuelt reise lengre enn tidligere for å oppnå en jobb hvor hans kvalifikasjoner passer bedre til stillingen. For bedrifter som benytter transport som en del av innsatsfaktoren i produksjonen, så vil, alt annet likt og svært enkelt fortalt, et fall i de generaliserte reisekostnadene medføre reduserte produksjonskostnader og dermed økt produksjon av den varen eller tjenesten bedriften produserer. Økt vareproduksjon, medfører også økt forbruk av alle andre innsatsfaktorer i produksjonen, såkalt skalaeffekt.

Regionforstørrelse er et begrep som ofte benyttes for utvidelse og styrking av lokale arbeidsmarkeder og tjenestetilbud. Gjennom å integrere flere mindre regioner skapes det en større region med et mer variert og effektivt arbeidsmarked, og derigjennom økte muligheter for vekst.

Infrastrukturprosjekter vil ha både direkte- og indirekte effekter på økonomien. De fleste transportforbedringsprosjekter har kun lokale effekter, mens andre er av en slik størrelse at de vil ha nasjonale så vel som lokale og regionale effekter. Figuren under er ment å skulle gi en skjematisk oversikt over de varige direkte- og indirekte effektene som følger av en investering i ny- eller forbedret infrastruktur. Med det mener vi permanente effekter knyttet til bruken av infrastrukturen.

Tabell 1-2: Effekter fra infrastrukturinvesteringer. Kilde: Oosterhaven og Knaap (2003) (bearbeidet)

	Direkte effekter	Indirekte effekter
Permanente effekter knyttet til bruken av ny infrastruktur	Reisetidseffekter Utnyttelses-gradseffekter Eksterne effekter som utslipp, støy, ulykker, etc.	Tilbudseffekter: produktivitets- og lokaliseringseffekter Etterspørselseffekter bakover i forsyningskjeden Eksterne miljø- og ulykkeseffekter i sekundærmarkeder

Permanente direkte økonomiske effekter inkluderer endringer i utnyttelsesgraden av infrastrukturen, samt endret reisetid for personer så vel som gods. I tillegg er det knyttet direkte permanente eksterne effekter i form av støy, utslipp, ulykker, etc. til bruken av infrastrukturen. Det er de direkte permanente effektene som inngår i brukernytten i nytte -kostnadsanalysen.

De permanente indirekte effektene inneholder etterspørselseffekter gjennom virkninger bakover i forsyningskjedene, tilbudseffekter gjennom konsekvensene for produksjons- og lokaliseringsbeslutningene av endrede reisetider, og derigjennom effekten på lønninger og sysselsetting. I tillegg vil det være permanente eksterne indirekte effekter i form av indirekte utslippseffekter knyttet til disse tilbuds- og etterspørselseffektene. De permanente indirekte effektene av ny infrastruktur vil ikke fullt ut fanges i brukernytten i nytte –kostnadsanalysen, og for å kvantifisere disse effektene trengs det andre metoder eller modeller.

Selv om en infrastrukturforbedring leder til økt tilgjengelighet, er det ikke gitt at denne økte tilgjengeligheten genererer økonomiske ringvirkninger utover de som allerede er favnet i nytteberegningene i nytte-kostnadsanalysen. Det er mange faktorer som påvirker regional vekst og ringvirkninger i økonomien, og økt tilgjengelighet er én slik faktor. Fra økonomisk teori vet vi at i tilfeller hvor de tilstøtende markedene til transportmarkedet er preget av priser høyere enn marginalkostnaden i produksjonen, vil det kunne oppstå nytteeffekter av en infrastrukturutbygging som ikke fanges i nytte-kostnadsanalysen. Tilstedeværelsen og størrelsen på disse indirekte nytteeffektene avhenger imidlertid av mer enn kun reduksjonen i de generaliserte reisekostnadene. De materialiserte effektene avhenger også av lokalpolitisk evne og vilje til å skaffe til veie øvrig nødvendig infrastruktur for å betjene en økt attraktivitet med hensyn på næringsetablering og bosetting, mens nivået på bompengene i nedbetalingsperioden virker inn på realisert trafikk, hvor trafikken faller med økte bompengesatser.

1.5 Avgrensninger

I rapporten tar vi ikke stilling til hvorvidt de berørte infrastrukturinvesteringene er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Vi belyser kun nyttesiden av prosjektene. En vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet er avhengig av en sammenligning av nytten og kostnadene ved prosjektet, og kostnadene ved utbyggingene er ikke behandlet i denne rapporten.

Rapporten fokuserer i hovedsak på de permanente indirekte tilbuds- og etterspørselseffektene. Midlertidige indirekte effekter knyttet til ringvirkninger av bygge- og anleggsvirksomheten i utbyggingsperioden, eventuelle fortrenghingseffekter av at kapital og arbeidskraft er bundet opp i anleggsperioden,

samt fremtidige effekter av vedlikeholdet av den etablerte infrastrukturen, vil ikke bli diskutert i rapporten.

Klimapåvirkningen av ny / forbedret infrastruktur vil ikke bli behandlet i denne rapporten. Alle større infrastrukturprosjekter påvirker miljøet, både under anleggsperioden og gjennom bruken av infrastrukturen. Alt annet likt vil ny og/eller forbedret infrastruktur føre til økt trafikk, og derigjennom økt miljøbelastning.

1.6 Rapportens oppbygning

Vi har valgt å strukturere denne rapporten i fem hovedkapitler og 15 vedlegg.

Kapittel 2 beskriver sammenhengen mellom nytte-kostnadsanalyse og netto ringvirkninger, og forklarer hvorfor disse ikke er fanget av trafikantnytt. Det gis også en kort innføring i de viktigste kildene til netto ringvirkninger.

Til analysen har vi benyttet en såkalt SCGE-modell.² Kapittel 3 gir en generell gjennomgang av SCGE-modeller som analyseverktøy, og er ikke spesifikt rettet mot beregning av netto ringvirkninger.. Avsnitt 3.1 gir en kort innføring i hva som menes med generell likevekt, avsnitt 3.2 beskriver generelt SCGE-modeller, altså hvordan den romlige dimensjonen blir implementert i «generell likevekt»-konseptet. Avsnitt 3.3 beskriver den overordnede strukturen i modellrammeverket vi har benyttet. Dette inkluderer for eksempel inngangsdata, kobling mellom transportmodellene og SCGE-modellen, soneinndeling og næringsinndeling. Avsnitt 3.4 beskriver verbalt de generelle mekanismene som driver resultatene i SCGE-modellen. Dette inkluderer adferden til modellens aktører, en beskrivelse av hvordan handel blir tatt hensyn til og sammenhengen mellom tilbud og etterspørsel i markeder for varer og tjenester.

I kapittel 4 presenteres resultatene. Kapittelet begynner med en kort introduksjon i avsnitt 4.1 om hvordan SCGE-modellen brukes for å beregne prosentvise netto ringvirkninger av et infrastrukturtiltak. Avsnitt 4.1.1 beskriver modellens kilder til netto ringvirkninger og avsnitt 4.1.2 beskriver overordnet hvordan agglomerative prosesser tas hensyn til i modellen. Avsnitt 4.2 tar for seg inngangsdata som er brukt fra kjøring med det nasjonale transportmodellsystemet, og hvem som har vært ansvarlig for de enkelte transportmodellkjøringene. I avsnitt 4.3 er det gitt en oversikt over de modellberegnete netto ringvirkningene for hvert enkelt tiltak. Deretter følger en kort oversikt over generelle konklusjoner og en diskusjon rundt kildene til usikkerhet.

Kapittel 5 er en generell oppsummering og diskusjon.

Vedlegg 1 til vedlegg 9 gir korte beskrivelser av de ulike tiltakene og går nærmere inn på inngangsdataene, de SCGE-beregnete resultatene og sensitivitetsanalyser for hver enkelt tiltak. Vedlegg 10 gir en detaljert oversikt over næringsinndelingen som er brukt i modellen, mens vedlegg 11 gir en oversikt over soneinndelingen. Vedlegg 12 beskriver den matematiske modellnotasjonen, og vedlegg 13 gir en detaljert, matematisk gjennomgang og diskusjon rundt de økonomiske mekanismene som ligningene representerer. Vedlegg 14 oppsummerer og diskuterer valg av elastisitetsverdier brukt i modellen, og vedlegg 15 er en fullstendig oversikt over SCGE-modellens ligningssystem.

² Spatial Computable General Equilibrium model – en romlig, løsbart generell likevektsmodell.

2 Nytte- kostnadsanalyse og netto-ringvirkninger

2.1 Innledning

Bruk av nytte -kostnadsanalyse (NKA) som beslutningsveiledende verktøy for vurdering av investeringsbeslutninger i transportnettverket, har lang tradisjon i Norge. Fra den første veilederen på 70-tallet og frem til dagens praksis med krav til gjennomføring av samfunnsøkonomiske analyser hjemlet i Plan- og Bygningsloven.

Den gjeldende veilederen for konsekvensanalyser av veginvesteringer er Vegvesenets håndbok V712, mens Jernbanelinjeinvesteringers metodehåndbok tar for seg samfunnsøkonomiske analyser av jernbaneinvesteringer. Begge disse veilederne bygger på Finansdepartementets rundskriv R-109/14 og NOU 2012/16 (Hagen-utvalget).

Hagen-utvalget konkluderer med at selv om netto ringvirkninger er godt forankret i økonomisk teori, er ikke det empiriske grunnlaget per i dag robust nok til å trekke konklusjoner om størrelsen på slike virkninger. Utvalgets anbefalinger går derfor på at netto ringvirkninger ikke skal tas med i transportetatens nytte- kostnadsanalyser, men at de kan behandles som et supplement til analyser i tilfeller hvor dette er relevant. Denne anbefalingen er også nedfelt i Finansdepartementets gjeldende retningslinjer for samfunnsøkonomiske analyser (Finansdepartementet 2014).

Selv om det er bred konsensus i fagmiljøene om at NKA ikke favner alle effektene av et tiltak og at det også er stor grad av enighet i de underliggende teoretiske årsakene til dette, så har det vist seg vanskelig å kvantifisere disse effektene og ikke minst forenes om én omforent metode. De siste årene er det utført en rekke norske studier som spriker i både tilnærming, metode og ikke minst størrelse på anslåtte ringvirkningseffekter (Heum, Norman et al. 2011, Bruvoll and Heldal 2012, COWI 2012, Hansen, Engebretsen et al. 2014, Sasson, Nordkvelde et al. 2014, Hansen 2015, Sasson, Ramsøy et al. 2015, Ulstein, Skogstrøm et al. 2015)

Avsnitt 2.2 beskriver hva som fanges opp (brukernytte) og hva som ikke fanges opp (netto ringvirkninger) i den samfunnsøkonomiske analysen, og resten av kapitlet beskriver kilder til netto ringvirkninger. Avsnitt 2.3 forklarer agglomerasjonsvirkninger, avsnitt 2.4 forklarer arbeidsmarkedsvirkninger, avsnitt 2.5 forklarer virkninger i markeder med imperfekt konkurranse og avsnitt 2.6 gir en oversikt over andre kilder til netto ringvirkninger. Til slutt gir avsnitt 2.7 noen avsluttende kommentarer. Deler av kapitlet er hentet fra Wangsness, Rødseth og Hansen (2014) og Hansen (2015).

2.2 Samfunnsøkonomiske analyser av infrastrukturinvesteringer

Nytte- kostnadsanalyser (NKA) er den mest brukte metoden for å vurdere de prissatte konsekvensene av en infrastrukturinvestering. Prissatte konsekvenser er typisk trafikant- og brukernytte, operatørnytte, budsjettvirkninger, ulykker, støy og luftforurensning. Motsvarende finnes det ikke-prissatte konsekvenser, som for eksempel innvirkning på natur- og kulturmiljø, landskapsbilde, nærmiljø og friluftsliv. Mens de prissatte konsekvensene måles i kroner, måles de ikke-prissatte konsekvensene på en ni-delt ordinal skala.

NKA er enkelt fortalt et beslutningsveiledende verktøy som summerer opp all nytten og alle kostnadene ved et investeringsalternativ. Hvis tiltaket har høyere beregnet nytte enn kostnaden ved investeringen, sier vi, enkelt forklart, at tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Formålet med en NKA er å vurdere om et tiltak bidrar til å bedre økonomisk effektivitet. Så lenge offentlige ressurser er knappe, vil det være konkurranse om investeringsmidlene mellom ulike utbyggingskonsepter, både innenfor hver sektor og på tvers av sektorene. Budsjettbeskrankningen medfører at et hvert prosjekt har en alternativkostnad; investeringsmidlenes beste alternative anvendelse. En effektiv allokering av samfunnets ressurser innebærer at de blir anvendt der hvor verdien av anvendelsen er høyest.

I den tradisjonelle nyttevurderingen av en infrastrukturutbygging antas det at en velspesifisert NKA fanger opp alle relevante nyttevirkninger (Minken 2012):

- 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 luftforurensning.

Etterspørselen etter transport antas som regel å være en funksjon av generaliserte transportkostnader, der ulike former for tidskostnader og monetære kostnader inngår. 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.

En sentral forutsetning for konvensjonell NKA er at sekundærmarkedene er preget av **fullkommen konkurranse** (se faktaboksen i Tabell 2-1).

Tabell 2-1. Faktaboks om fullkommen konkurranse.

Faktaboks: <i>Fullkommen konkurranse</i>
Synonymt med <i>perfekt konkurranse</i> og <i>frikonkurranse</i>
Er definert som et marked med mange små kjøpere og selgere, og hvor ingen aktører kan påvirke prisen gjennom sin kjøps eller salgsbeslutning. Ingen markedsrett.
Ingen etableringshindringer, aktører kan fritt gå inn og ut av markeder
Profittmaksimerende produsenter og nyttemaksimerende konsumenter
Både kjøpere og selgere har full tilgang på informasjon om prisendringer og andre forhold ved produksjonen
Det er fri prisdannelse
Produsentene produserer homogene produkter

Fra økonomisk teori vet vi at dersom de tilstøtende markedene til transportmarkedet er karakterisert ved tilnærmet fullkommen konkurranse, vil de eksterne effekter ved infrastrukturinvesteringen materialisere seg som omfordeling av brukernytte, og ikke bidra til ny nytte utover den som kan beregnes i det direkte berørte markedet (Kanemoto and Mera 1985, Jara-Diaz 1986). I slike tilfeller er derfor partielle betraktninger tilstrekkelig. Ved 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 av nytten for trafikantene. Denne trafikantnyttens beregner vi i transportmarkedene. Det følger direkte av velferdsteoremene at i en økonomi betegnet av fullkommen konkurranse, så vil all nytten av et prosjekt være fanget opp av brukernytten i transportmarkedene.

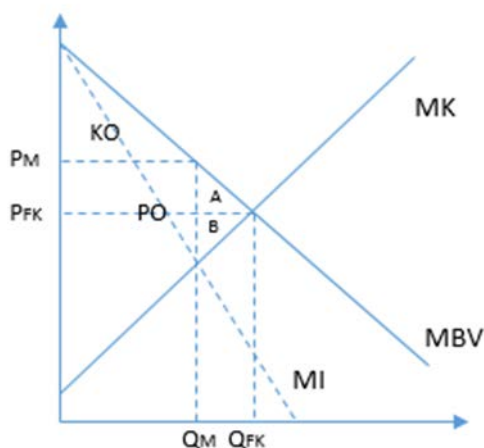
Dette må man imidlertid ikke forveksle med en oppfatning av at det ikke oppstår ringvirkninger av infrastrukturinvesteringer. Det oppstår ringvirkninger også i markeder som er karakterisert med fullkommen konkurranse. Brukernytten vil gi utslag i sekundærmarkedene som ringvirkninger, men summen av disse ringvirkningene (både positive og negative) vil være lik brukernytten, og å telle virkninger i andre markeder enn transportmarkedet vil dermed være dobbelttelling.

Imidlertid er det slik at dersom det er vesentlig markedssvikt i sekundærmarkedene, dvs. de tilstøtende markedene til transportmarkedet, og det ikke lenger er rimelig å anta fullkommen konkurranse i disse, vil en infrastrukturutbedring kunne få virkninger i andre sektorer av økonomien som ikke nuller seg ut (Jara-Diaz 1986). Tilstrekkelig store avvik fra perfekt konkurranse i sekundærmarkedene kan medføre at nyttesiden av et infrastrukturprosjekt underestimeres i en tradisjonell NKA (Venables and Gasiorek 1998, SACTRA 1999). Den manglede evnen til å inkorporere de bredere indirekte økonomiske virkningene av ny eller forbedret infrastruktur, såkalte netto ringvirkninger (mernytte), er en av de viktigste reservasjonene mot å benytte NKA som beslutningsverktøy innen samferdselssektoren (OECD 2002).

Markedssvikt innebærer at ressursallokeringen ikke er samfunnsøkonomisk effektiv. Samfunnets marginale kostnad er da enten høyere eller lavere enn det samfunnet

marginalt er villig til å betale for godet, med tilhørende over- eller underproduksjon. Markedssvikt kan oppstå på mange måter. Blant de vanligste årsakene til markedsimperfeksjoner finner vi skatter og avgifter, markedsrett og informasjonsasymmetri.

Figuren under illustrerer et tilfelle med markedsrett. Siden produsenten har markedsrett (i ytterste konsekvens monopol), er hun ikke tvunget til å selge til markedspris, men kan ta en pris som maksimerer monopol-profitten. Da vil monopolisten produsere der hvor marginal kostnad (MK) er lik marginal inntekt (MI), noe som innebærer et lavere kvantum (QM) og høyere pris (PM) enn i tilfellet fullkommen konkurranse. Dette innebærer et høyere produsentoverskudd og lavere konsumentoverskudd. Men dette er mer enn bare en fordelingseffekt. Her er samfunnet villig til å betale mer for ytterligere produksjon enn det koster å produsere det. Når denne produksjonen ikke finner sted, er det ressursløsning. Denne ressursløsningen er vist i figuren, med arealet A+B. Dette er det samfunnsøkonomiske tapet med markedsrett.



Figur 2-1. Skisse av marked med markedsvikten markedsrett

Når det er vesentlig markedssvikt i sekundærmarkedene, kan ringvirkningene summere seg til noe annet enn brukernytten. Dette fordi ringvirkningene kan påvirke under- eller overforbruket av ressurser i sekundærmarkedene. Hvis summen av ringvirkninger blir noe annet enn brukernytten, da er differansen mellom dem netto ringvirkninger.

Det er mange typer markedssvikt. Under er noen av de viktigste formene for markedssvikt listet opp:

- **Positive eksternaliteter** (eksterne gevinster). Dette kan være produktivitets-eksternaliteter fra agglomerasjon i byer og næringsparker eller av forbedret internasjonal tilknytning
- **Markedsrett.** Produsenter kan ha markedsrett innen produksjonen av noen produkter eller tjenester, eller noen arbeidsgivere kan ha markedsrett innen arbeidsmarkedet
- **Vridende skatter:** Skatter og avgifter som bidrar til at folk endrer tilpasning, for eksempel ved at skatt på arbeidsinntekt medfører et lavere arbeidstilbud enn det som er optimalt, gir effektivitetstap.

- **Fellesgoder med gratispassasjerproblematikk** . Dette kan være knyttet til kursing og utvikling av arbeidskraft eller innovasjon.
- **Ineffektiv regulering av priser og mengder**, f.eks. på arealbruk
- **Skalafordeler (stordriftsfordeler)**. Her vil gjennomsnittskostnader være fallende, så pris vil ikke være lik marginalkostnad.

Mest relevant her er når vi har betydelige innslag av eksterne effekter som ikke er internalisert hos markedsaktørene eller store innslag av skattekiler som i arbeidsmarkedet (Hagen, Hervik et al. 2010).

De viktigste samfunnsøkonomiske virkningene som ikke fanges opp i dagens NKA, kan sammenfattes i 3 kategorier:

- **Agglomerasjonseffekter**
- **Arbeidsmarkedsvirkninger**
- **Virkninger i marked med imperfekt konkurranse**

I de påfølgende avsnittene vil vi gå igjennom hver av disse hovedkategoriene. Hovedfokuset i gjennomgangen vil være hva som utgjør markedssvikten i hvert enkelt tilfelle og hvordan investering i infrastruktur kan påvirke denne markedssvikten.

Avslutningsvis i gjennomgangen vil vi kort diskutere ytterligere to virkninger som kan skape netto ringvirkning, men som muligens er av mindre viktighet enn disse 3 hovedkategoriene.

2.3 Agglomerasjonsvirkninger

Agglomerasjonsvirkninger er et begrep som benyttes for å beskrive produktivitetsgevinster av at folk og bedrifter klumper seg sammen geografisk i nærheten av hverandre. I litteraturen skilles det i hovedsak mellom to typer av økonomisk tetthet; (1) klyngedannelser av bedrifter i samme næring/verdikjede (næringsintern agglomerasjon) og (2) bysamfunn (næringsekstern agglomerasjon)³. 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)

Hvor er markedssvikten: Når økonomisk aktivitet er plassert konsentrert med korte avstander til hverandre kan *positive eksternaliteter* mhp produktivitet oppstå. Ved avvik fra fullkommen konkurranse er det en positiv samvariasjon mellom produktivitet og markedsstørrelse. Klyngedannelse blir tatt til inntekt for at skalafordelene oppveier de økte eiendomsprisene og de økte lønnskostnadene i klyngen. Uten denne produktivitetsgevinsten ville klyngene brytes opp og bedriftene vil lokalisere seg jevner i geografien. Den enkelte bedrift kan bidra til økt produktivitet i andre bedrifter, uten at dette bidraget blir betalt for, som medfører at slike bidrag er færre enn det som er samfunns-økonomisk optimalt, og således en

³ Mye av det teoretiske bakteppet for agglomerasjonsvirkninger av ny infrastruktur finnes i Marshall (1890), Hoover (1948), Jacobs (1969) og Duranton og Puga (2004). I nyere tid har viktige bidrag kommet fra Venables (2007) og Graham (2005, 2006, 2007a).

markedssvikt. Disse eksterne gevinstene fra agglomerasjon kan oppstå på flere måter⁴:

1. Når høyt kvalifisert arbeidskraft og høyteknologiske bedrifter opptrer i korte avstander fra hverandre, bidrar nærheten til mer **kunnskapsspredning og teknologiske spillovers**. Dette kan bidra positivt til utvikling og innovasjon. Et eksempel på dette er Silicon Valley.
2. Et større og mer variert arbeidsmarked kan føre til **bedre matching** mellom jobber og arbeidskraft, og dermed gi høyere produktivitet ved mer effektiv arbeidsdeling. **Lavere søkekostnader** for både bedrifter og arbeidstagere minker risikoen for både arbeidsledighet og mangel på kvalifisert arbeidskraft.
3. Mange underleverandører i samme område **reduserer bedrifters søkekostnader**, og gjør det lettere å finne leverandører med lavest kostnader.
4. På grunn av lettere tilgang til et større marked, vil dette øke vare- og tjenesteleverandørers muligheter til å **spesialisere** seg og/eller utnytte **skalafordeler** bedre. Dette kan være kilder til produktivitetsøkninger.
5. I tillegg til disse ovennevnte næringsinterne eksternalitetene⁵, eksisterer det **urbane eksternaliteter** (næringsksterne agglomerasjon). Førstnevnte er eksterne for bedrifter, men interne for industrien bedriftene tilhører. Sistnevnte er eksterne for industrien, men interne for byen som helhet. Dette kommer av bedre utnyttelse av lokale fellesgoder, større marked og utvalg og annen samhandling mellom ulike industrier (inter-industry interaction).

Slik markedssvikt kan være et argument for offentlig inngrep for å øke det samfunnsøkonomiske overskuddet. Direkte korrigerende av markedssvikten kan være planlegging for tettere arealbruk i byer og næringsparker, samt stimulerende tiltak for å få personer til å bo og (riktig type) bedrifter til å etablere seg i tettbygde områder.

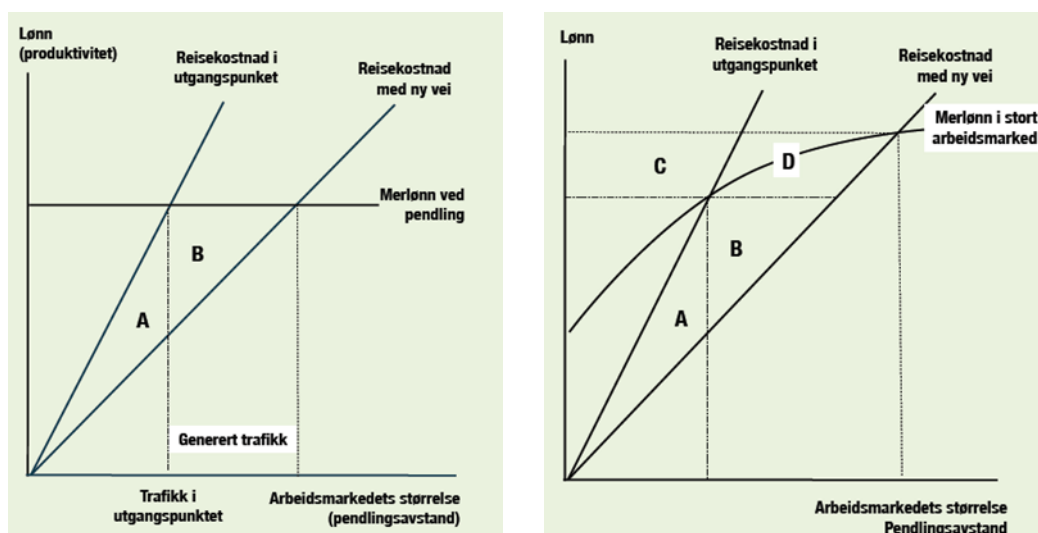
Hvordan kan infrastrukturprosjektet påvirke: Agglomerasjonsvirkningene henger sammen med *funksjonell bystørrelse*⁶, dvs. et steds *effektive tetthet*. Et infrastrukturprosjekt som kutter transportkostnader innad i den funksjonelle byen, eller som kutter transportkostnader til andre steder, slik at de blir en del av den funksjonelle byen, kan bidra til økte agglomerasjonsvirkninger. Figur 2-2 gir et eksempel på hvordan agglomerasjonsvirkninger kan visualiseres. På venstresiden vises situasjonen uten agglomerasjonsvirkninger. Her er merlønnen (produktivitet) uendret av at arbeidsmarkedet blir større ved lavere transportkostnader. Nyttan av prosjektet summeres opp av arealet A+B, som er brukernytten som fanges opp i NKA. På høyresiden vises situasjonen hvor produktivitet er stigende med størrelse på arbeidsmarkedet. De reduserte transportkostnadene vil øke størrelsen på arbeidsmarkedet, og øke produktiviteten til alle innenfor den funksjonelle byen, både for de som var der fra før og for nye pendlere (enda flere nye enn tilfellet uten agglomerasjonsvirkninger). Netto ringvirkninger blir arealet C+D.

Selv om funksjonell bystørrelse øker, vil ikke produktivtetsvirkningene være likt fordelt innenfor den funksjonelle byen. Graham et al. (2010) peker mot at virkningene avtar markant med avstand fra agglomerasjonens kjerne.

⁴ Listen er sammensatt av punkter fra Saxenian, 1994; Jacobsen, 2008; Combes og Lafourcade, 2012

⁵ Ofte kalt «Marshallian externalities», siden de ble først diskutert i Marshall (1890)

⁶ Den funksjonelle byen kan gjerne gå utover bygrensene, og den kan ekskludere områder som er innenfor bygrensene



Figur 2-2: Agglomerasjonsvirkninger. Kilde Heum et al (2012), som har oversatt figurer fra Venables (2007)

Krugman (1991) krediteres ofte som opphavet til *ny økonomisk geografi*, en fagretning hvor det blant annet fokuseres på hvordan samspillet mellom skalafordeler, produkt-differensiering, faktormobilitet og transportkostnader kan gi opphav til agglomerasjon. I disse modellene bidrar investeringer i infrastruktur til økt markedsstørrelse, og i neste instans produktivetsgevinster i de tilstøtende markedene til transportmarkedet (Hagen, Hervik et al. 2010). Sentripetale og sentrifugale krefter har stor fokus i denne litteraturen, hvor sentripetale krefter som markedskoblinger, både for sluttprodukter og innsatsfaktorer, og et større arbeidsmarked fører til agglomerasjon. Høyere pendlingskostnader og økte eiendomspriser er eksempler på sentrifugale krefter som tenderer mot å bryte opp næringsklynger.

2.4 Arbeidsmarkedsvirkninger

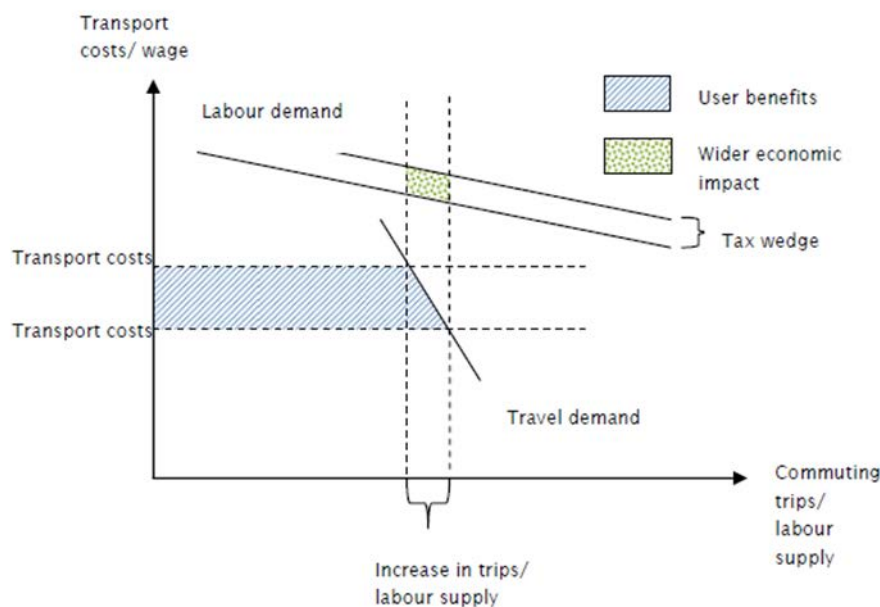
2.4.1 Økt arbeidstilbud som følge av reduserte pendlerkostnader

Hvor er markedssvikten: Skattesystemet produserer en kile mellom det arbeidsgiver betaler og det arbeidstageren mottar. Skattekilens medfører dermed et lavere arbeidstilbud enn det ville vært i et perfekt arbeidsmarked, og således en reduksjon av det samfunnsøkonomiske overskuddet. En direkte korrigerende av markedssvikten vil være å innrette skattesystemet (og trygdesystemet) på en måte som i minst mulig grad legger en demper på arbeidstilbudet.

Hvordan kan infrastrukturprosjektet påvirke: Et infrastrukturprosjekt kan redusere generaliserte reisekostnader knyttet til pendling. En redusert generalisert reisekostnad for arbeidstakeren påvirker hans valg av arbeidssted og arbeidstid. Valget over hvor og hvor mye en arbeidstaker skal jobbe er en avveining mellom de generaliserte reisekostnadene og den lønn han oppnår i jobben han reiser til. Når kostnadene ved å jobbe reduseres øker således arbeidstagerens gevinst ved å jobbe. Arbeidstagerens valg av arbeidstilbud baserer seg på inntekt etter skatt. Den økte inntekten *etter* skatt gjenspeiler de reduserte transportkostnadene av

infrastrukturprosjektet, og er således en manifestasjon av brukernytten i NKA. Å legge til økningene i arbeidstagers lønn etter skatt vil dermed bli dobbelttelling av brukernytten. Men en nettoøkning i skatteinntangen på grunn av økt arbeidstilbud, er en netto ringvirkning som ikke fanges opp av brukernytten (se Figur 2-3). Denne netto ringvirkningen kan oppstå på to måter:

- Økning i antall personer som velger å jobbe
- Økning i antall timer jobbet av allerede sysselsatte



Figur 2-3: Økt arbeidstilbud. Kilde: Kernohan og Rognlien (2011)

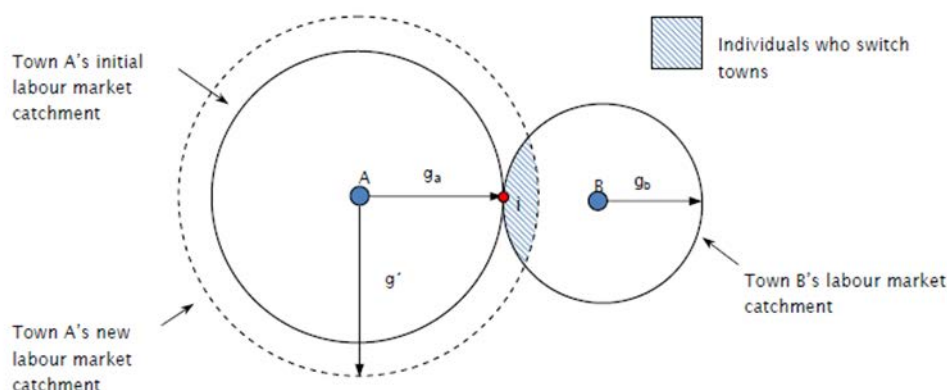
I beregning av en slik netto ringvirkning er det viktig å ta stilling til hvilken produktivitet en arbeidstager som kommer inn på arbeidsmarkedet har, og hvilken produktivitet en arbeidstager som velger å jobbe lenger har. Det kan også være aktuelt å ta stilling til om arbeidstagerer som kommer inn på arbeidsmarkedet var mottagere av arbeidsledighetstrygd. Selv om trygdebeløpet i seg selv er en overføring, og således ikke en reduksjon av det samfunnsøkonomiske overskuddet, så har de offentlige midlene brukt til å finansiere trygden en skattekostnad. Nettopp p.g.a. at skattesystemet er vridende og gir effektivitetstap, kan skattekostnaden av trygdebeløpet som reduseres regnes som en netto ringvirkning. I henhold til norske veiledere for NKA er denne skattekostnaden på 20 øre per krone.

2.4.2 Relokalisering til mer produktive arbeidssteder

Hvor er markedssvikten: Markedssvikten som gir grunnlag for denne typen nettoringvirkninger er den samme i dette tilfellet som i «Økt arbeidstilbud som følge av reduserte pendlerkostnader».

Hvordan kan infrastrukturprosjektet påvirke: Et infrastrukturprosjekt som reduserer pendlerkostnader, kan gjøre det lønnsomt for arbeidstagerer å bytte til en bedre betalt jobb som før innebar for høye transportkostnader (se Figur 2-4). Økningen i inntekt etter skatt er som beskrevet i «Økt arbeidstilbud som følge av reduserte pendlerkostnader» en del av brukernytten, mens nettoøkningen i

skatteinngang ved at arbeidstagere bytter til mer produktive arbeidssteder er en netto ringvirkning.



Figur 2-4: Relokalisering til mer produktive arbeidsplasser. Kilde: Kernohan og Rognlien (2011).

2.4.3 Virkninger på ufrivillig, strukturell/klassisk ledighet

Med strukturell ledighet menes her ledigheten som oppstår på grunn av langsiktige endringer i markedsforhold. Enkelte industrier blir overflødige (nedgangsindustrier, som f.eks. analoge kameraer) eller produksjonen flyttes til andre land. Landene, eller regionene, som opplever denne industrielle nedskaleringen kan oppleve ledighet blant arbeidere som ikke kan flytte til steder arbeidskraften er etterspurt (geografisk immobilitet), til industrier arbeidskraften er etterspurt (industriell immobilitet) eller til andre arbeidsoppgaver innad i den berørte industrien (yrkesmessig immobilitet) (Economics Online, 2014a). Eksempler på slike områder kan være gruvesamfunn i Nord-England eller bilindustrien i Detroit i USA.

Med klassisk arbeidsledighet menes her at lønninger holdes høyere enn den lønnen som ville klarert markedet, noe som dermed medfører at det sysselsettes færre arbeidstagere enn tilfellet ville vært med fri lønnsdannelse (Economics Online, 2014a).

Hvor er markedssvikten: Strukturell ledighet: En arbeidsstokk med kompetanse som gjør dem anvendelige på flere typer arbeidssteder kan ansees som et fellesgode for bedrifter. Dermed oppstår gratispassasjer-problematikk. Bedrifter kan la være å utvikle sine ansattes kompetanse, og heller rekruttere fra bedrifter som bruker ressurser på å utvikle sine ansatte. Uten noen form for regulering vil mengden kompetanseutvikling av ansatte være lavere enn optimalt (Economics Online, 2014b). Et symptom på denne markedssvikten er ledighet basert på industriell og yrkesmessig immobilitet, med påfølgende tap av produksjon. Eksempler på dette er i gamle industrielle regioner hvor det er høy ledighet fordi arbeidskraften ikke har kompetanse i sektorer hvor det etterspørres arbeidskraft, f.eks. innen tjenestesektoren.

Klassisk ledighet: Klassisk ledighet oppstår når lønninger ikke justerer seg etter markedsforholdene, og holdes såpass høy at markedet ikke klareres. Dette kan skyldes ufleksible tariffbestemmelser eller fagforeninger med monopol på å tilby arbeidskraft (Economics Online, 2014a).

Direkte korrigerende av markedssvikten vil være å forbedre arbeidsmarkedstiltak for strukturelt ledige, gi insentiver til at bedrifter skal tilby kursing og utvikling og gi insentiver til relokalisering til områder hvor de strukturelt lediges kompetanse er

etterspurt. Mot klassisk ledighet er det viktigste tiltaket å ha et velfungerende system for lønnsforhandlinger, som tar sikte på å motvirke klassisk ledighet.

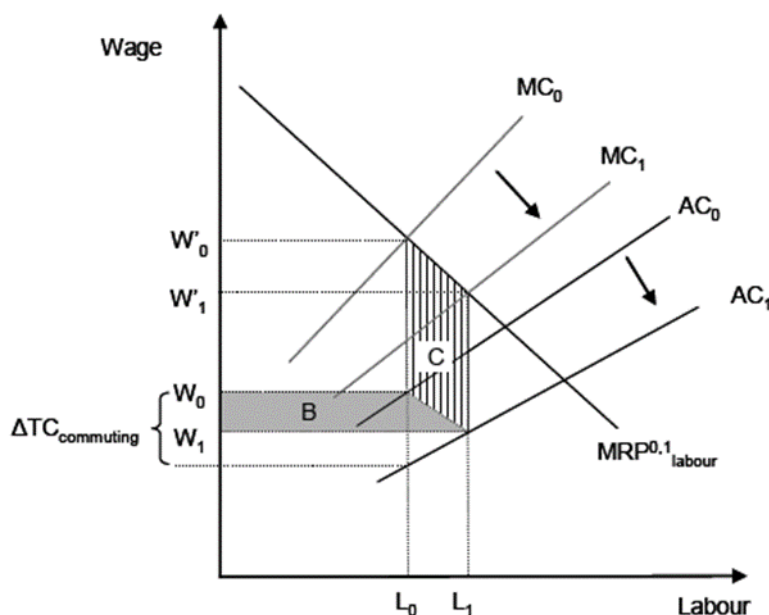
Hvordan kan infrastrukturprosjektet påvirke: Et infrastrukturprosjekt kan bidra til at ufrivillig, strukturelt og klassisk ledige arbeidere kan bli sysselsatt. Sysselsetting av slike arbeidere vil dermed ikke fortrenge annen verdiskaping, så velferdsvirkningene vil være høyere enn det som måles i brukernytten i NKA, og vil dermed bidra til netto ringvirkninger. For en strukturelt arbeidsledig er nettoverdien som ikke fanges opp i konvensjonell NKA et sted mellom differansen mellom ledighetstrygden og lønnen og verdsettingen av fritiden man har som arbeidsledig. I tillegg kommer eventuelle kostnader for offentlig sektor (med skattevridningskostnad) knyttet til arbeidsmarkedstiltak, som da er myndighetenes alternativkostnad for å få en strukturelt ledig sysselsatt. For en klassisk ledig er nettoverdien som ikke fanges opp i NKA differansen mellom lønnen som tilbys og lønnen som ville klarert markedet. I begge tilfeller kan det være aktuelt å inkludere skattevridningskostnaden av trygdeutbetalingene i netto ringvirkninger. Infrastrukturprosjektet kan bidra på flere måter:

- Virkninger fra byggeperioden. Dette skjer dersom selve byggingen av infrastrukturen baserer seg på arbeidskraft som var strukturelt ledig.
- Virkninger av bedre infrastruktur. Dette skjer dersom bedre infrastruktur gir brukernytte til bedrifter som materialiserer seg i økt bruk av arbeidskraft som var strukturelt ledig.
- Virkninger av styrket konkurranseevne med utlandet ved økte internasjonale markedsandeler til havner eller flyplasser. Dette skjer dersom økte internasjonale markedsandeler til flyplasser og havner medfører sysselsetting av arbeidskraft som var strukturelt ledig.

2.4.4 Virkninger på «tynne» arbeidsmarkeder

Hvor er markedssvikten: «Tynne arbeidsmarkeder», dvs. arbeidsmarkeder med svært begrensede arbeidsmuligheter, gjerne i rurale strøk, er kjennetegnet ved at arbeidsgivere har en viss markedsmakt over arbeidstagerne. Denne markedsmakten stammer fra imperfekt informasjon (manglende informasjon om ledige stillinger), og relativt høye kostnader for arbeidstagerne knyttet til jobbleting og geografisk og yrkesmessig mobilitet. Når arbeidsgiveren har markedsmakt kan han sysselsette færre og holde lønninger lavere enn hva tilfellet ville vært med frikonkurranse. Lønningene er lavere enn marginalproduktet til arbeideren, noe som innebærer færre sysselsatte enn det som er samfunnsøkonomisk optimalt (Laird og Mackie, 2009).

Hvordan kan infrastrukturprosjektet påvirke: Som beskrevet tidligere i dette delkapitlet kan infrastrukturprosjektet redusere kostnadene ved å arbeide og således øke arbeidstilbudet. Flere arbeidstagerne er villige til å akseptere lavere lønn på grunn av reduserte pendlerkostnader. Dette fører i til et positivt skift i bedriftens marginale kostnader for arbeidskraft (fra MC_0 til MC_1), se Figur 2-5. Verdien av selve sysselsettingsøkningen fanges opp av brukernytten (Areal B i figuren). Men «markedsmakts-avkastningen» til arbeidsgiveren av å sysselsette flere, er en netto-ringvirkning (Areal C i figuren).



Figur 2-5: Virkninger på tynne markeder. Kilde: Laird og Mackie (2009)

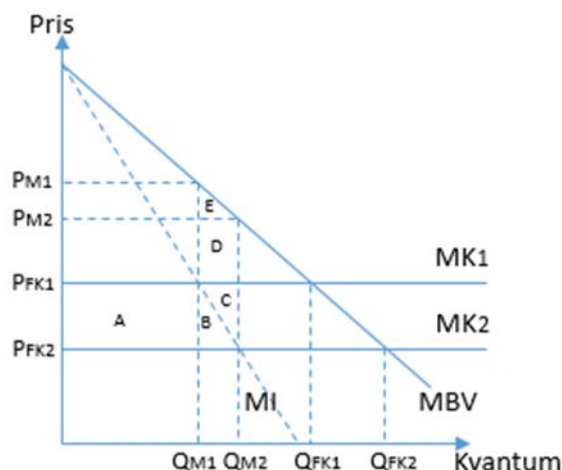
Bedrifter med lokal markedsrett på tynne arbeidsmarkeder kan bli utsatt for konkurranse om kompetanse fra andre bedrifter hvis pendlerkostnadene reduseres. Denne økte konkurransen om arbeidskraft kan gjøre det vanskeligere for den berørte bedriften å tilby lønn som er lavere enn markedslønnen. Dette vil resultere i at bedriften vil betale markedslønn og ansette på det nivået som sørger for at lønnen er lik marginalproduktet av arbeidskraften.

2.5 Virkninger i marked med imperfekt konkurranse

2.5.1 Økt produksjon i marked med imperfekt konkurranse

Hvor er markedssvikten: Ved fullkommen konkurranse vil ingen enkeltaktør kunne påvirke markedsprisen, og bedrifter vil produsere til marginalkostnaden er lik prisen. Når bedrifter har markedsrett (f.eks. monopol) vil makten brukes til å produsere mindre og holde høyere priser enn tilfellet ville vært ved fullkommen konkurranse. Dette skjer fordi bedrifter med markedsrett vil sette prisen ut fra der marginal inntekt fra å selge en ny enhet er lik grenseinntekten (se Figur 2-6). Dette innebærer at samfunnets ressurser ikke utnyttes optimalt. Økonomer omtaler ofte dette avviket fra optimal produksjon som dødvektstapet.

Hvordan kan infrastrukturprosjektet påvirke: Hvis et infrastrukturprosjekt reduserer monopolistens transportkostnader, og således bedriftens marginalkostnader (skift nedover i MK-kurven), vil bedriften produsere mer og redusere prisene sine noe. Det samfunnsøkonomiske overskuddet øker. Deler av dette er fanget opp i tradisjonell NKA (se områdene A + B i Figur 2-6) som vanlig brukernytte for bedrifter. Men siden markedet ikke var i optimum i utgangspunktet, vil nettovirkningen av økningen i kvantum og reduksjonen i monopolpris være ytterligere nytte for både monopolisten og forbrukerne (markert med områdene C+D+E i figuren). Legg merke til at markedssvikten i seg selv, dvs. monopolmakten, ikke endrer seg, men at ringvirkningene i samspill med denne markedssvikten skaper netto ringvirkninger som ikke kunne oppstått under fullkommen konkurranse.

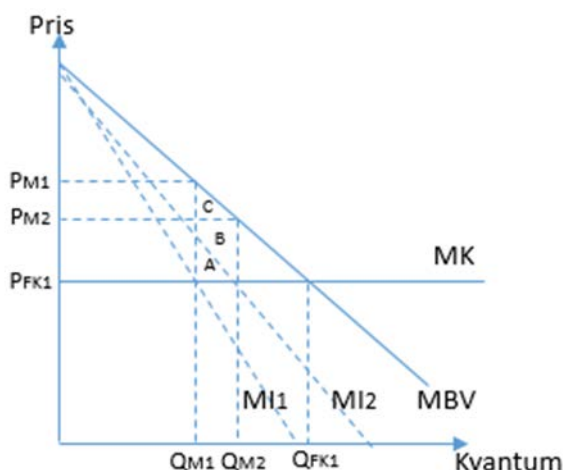


Figur 2-6: Økt produksjon i marked med imperfekt konkurranse

2.5.2 Økt grad av konkurranse

Hvor er markedssvikten: Markedssvikten som gir grunnlag for denne typen netto ringvirkninger er den samme som i «Økt produksjon i marked med imperfekt konkurranse».

Hvordan kan infrastrukturprosjektet påvirke: Transporttilbudet kan i enkelte tilfeller opptre som en etableringsbarriere. En infrastrukturinvestering som øker tilgjengeligheten til et marked/område gjennom lavere transportkostnader kan redusere slike etableringshindringer. Avstand begrenser interaksjon, og fungerer i mange tilfeller som en barriere mot effektiv konkurranse i produktmarkedene. Redusert avstand, gjennom kortere reisetid og derigjennom lavere generaliserte reisekostnader, vil, alt annet likt, øke den regionale interaksjonen og redusere konkurransebarrierene. Dette vil tvinge skjæringspunktet mellom marginalinntekten og marginalkostnaden nærmere hva markedsprisen ville vært ved fullkommen konkurranse. Resultatet blir høyere produksjon og lavere priser, som medfører høyere samfunnsøkonomisk overskudd (se Figur 2-7). I figuren rendyrker vi effekten av at reduserte transportkostnader medfører mer konkurranse, og ser bort i fra noen effekt på bedrifters marginalkostnader. Økningen i samfunnsøkonomisk overskudd er gitt ved arealet A+B+C.



Figur 2-7: Økt grad av konkurranse

2.6 Andre typer netto ringvirkninger

De tre hovedkategoriene beskrevet i avsnittene over utgjør de viktigste og oftest omtalte indirekte effektene som ikke fanges i konvensjonelle NKA. I dette avsnittet vil vi kort diskutere 2 andre typer effekter som også kan gi netto ringvirkning. Hvor den første av disse effektene nok er av større viktighet enn den siste, selv om man kanskje ikke skal undervurdere innovasjonsvirkninger i enkelte tunnel- og bruprosjekter.

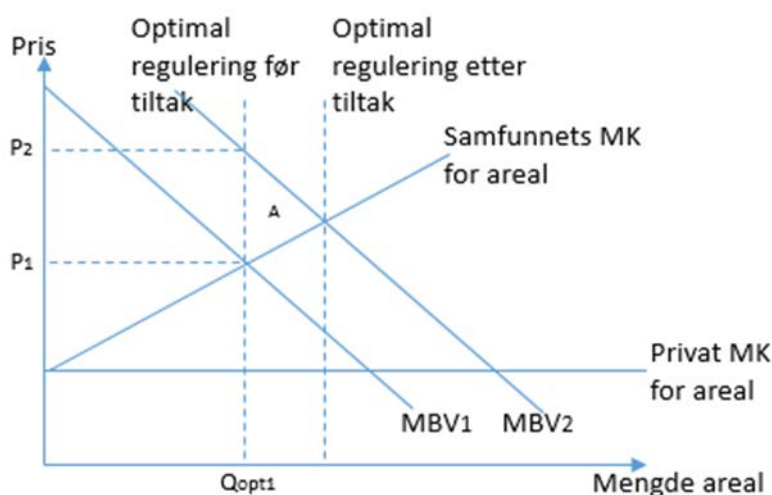
2.6.1 Samspill med ineffektiv arealregulering

Hvor er markedssvikten: Samfunnsøkonomisk optimal arealregulering innebærer at den samfunnsøkonomiske marginalkostnaden for bruken av arealet er lik den marginale betalingsvilligheten. Den samfunnsøkonomiske marginalkostnaden fanger opp både de private og eventuelle eksterne kostnader ved bruk av arealet. I et slikt tilfelle vil prisen reflektere en samfunnsøkonomisk optimal likevekt på eiendomsmarkedet, og resultatet av reguleringen er effektiv ressursallokering, og ikke at regulering skaper «kunstig høye priser». Viktige tilfeller av markedssvikt på eiendomsmarkedet oppstår når:

- Arealreguleringen er for svak eller for streng sammenlignet med optimum
- Beskatning av eiendom (eller eiendomsleie) som ikke representerer korrigerende av eksterne kostnader
- Subsidiert av eiendom (eller eiendomsleie) som ikke representerer korrigerende av eksterne kostnader

Hvordan kan infrastrukturprosjektet påvirke: Transportprosjekter leder nesten per definisjon til endringer i lokaliseringpreferanser og bidrar til et skift i etterspørselskurven for areal. Et anvendelig scenario er at etterspørselskurven får et positivt skift i området hvor infrastrukturprosjektet finner sted, og et negativt skift i andre områder. I figur 2.8 viser vi hvordan effektivitetstap kan genereres i området hvor infrastrukturprosjektet finner sted. Vi antar at arealreguleringen var bindende i optimum før prosjektet. Den marginale samfunnsøkonomiske kostnaden av videre regulering, var stigende, men ikke helt uelastisk (vertikal). Dersom reguleringen står

stille etter det positive skiftet i etterspørselen, genereres et effektivitetstap. I slikt tilfelle er det regulert for lite areal, og prisene er høyere, enn tilfellet ville vært i optimum. I figuren vises effektivitetstapet med arealet A. Dersom eiendommene i tillegg er (netto-) subsidiert, vil skattevridningskostnaden av netto økning i subsidieutbetalinger også være en samfunnsøkonomisk ulempe. Dette vil i så fall være en negativ netto ringvirkning.



Figur 2-8: Netto ringvirkninger ved markedssvikten ineffektiv arealregulering

Infrastrukturprosjektet kan også bidra til redusert press i områder hvor reguleringen er svakere enn optimalt, ved at presset øker i områder hvor det er rom for utvidelse innenfor optimal regulering. I et slikt tilfelle kan netto ringvirkninger være positive.

2.6.2 Innovasjonsvirkninger i bygg-, anlegg- og transportbransjen

Hvor er markedssvikten: Innovasjon er, med unntak av det som er beskyttet av Intellectual Property Rights, fellesgoder som innebærer gratispassasjerproblematikk. Dermed vil et firma investere mindre i forskning og utvikling enn det som er samfunnsøkonomisk optimalt, siden det ikke blir kompensert for den verdien innovative løsninger kan ha for andre firma.

Hvordan kan infrastrukturprosjektet påvirke: Selve planleggingen og byggingen av infrastrukturprosjektet kan stimulere til innovasjon og prosessforbedringer for ingeniør- og planleggingspraksis.

2.7 Avsluttende kommentarer

Det er viktig å huske på at mye av de totale nyttevirkningene ved en infrastrukturinvestering allerede er fanget opp gjennom nytte-kostnadsanalysen. Det som ofte oppleves som en lokal positiv ringvirkning, motsvares ofte av en negativ ringvirkning i en annen lokalitet. Slik omfordeling av nytte skal ikke legges til i beregningen av den samfunnsøkonomiske nytten av et prosjekt.

Det er ikke tilstrekkelig å se på sammenhengen mellom en infrastrukturinvestering og økning i lokal produktivitet uten å ta hensyn til at denne eventuelle økningen i

produktivitet lokalt/regionalt kan motsvares av en nedgang i produktivitet i andre regioner. Kanemoto (Kanemoto 2013a, Kanemoto 2013b) bygger videre på Venables (2007) ved å tilføre modellen flere byer og et landlig distrikt imellom byene. Det viser seg da blant annet at positive indirekte virkninger i den ene byen motvirkes av virkningene i byene som får mindre befolkning, og at de positive skattevirkningene og produktivitetsvirkningene av økt arbeidsdeltakelse motvirkes av at offentlig tjenesteyting blir dyrere.

Netto ringvirkninger er summen av alle de regionale virkningene, hvor det er nettoeffekten som er mernytten ved infrastrukturinvesteringen. Så lenge antakelsen om perfekt konkurranse vi benytter i nytte-kostnadsanalysen holder, så er det tilstrekkelig å innskrenke investeringens influensområde til lokale/regionale effekter. Dette er derimot ikke lenger en farbar vei hvis vi antar at markedene er imperfekte og at infrastrukturinvesteringen bidrar til å begrense markedsimperfeksjonene. Hvorvidt den observerte lokale veksten som følger av en infrastrukturinvestering er en fordelingsvirkning eller om det er nyskapt vekst, avhenger ofte av størrelsen på det romlige systemet som evalueres (Gjerdåker and Lian 2008). Det er sannsynlig at deler av den veksten som observeres lokalt og som kan oppleves som nyskapt, kun viser seg å være omfordelingseffekter dersom man utvider det evaluerte geografiske influensområdet til investeringen. Sannsynligheten for å kunne skille mellom fordelings-effekter og nyskapt vekst øker med størrelsen på det geografiske området som analyseres; lokale analyser vil kunne vise store mernytte-effekter, mens nasjonale analyser viser betydelig lavere netto ringvirkning.

3 SCGE-modeller som analyseverktøy

De permanente indirekte effektene av ny infrastruktur vil ikke fullt ut fanges i brukernytten i nytte –kostnadsanalysen, og for å kvantifisere disse effektene trengs det andre metoder eller modeller.

For å fullt ut kunne analysere sammenhengen mellom transport av personer, varer og tjenester, infrastruktur og økonomien som helhet, må et modellverktøy fange alle sektorene i økonomien og ha en geografisk dimensjon. Økonomiske modeller med en detaljert romlig dimensjon er den eneste fullgode metoden for å analysere de bredere økonomiske effektene av større infrastrukturinvesteringer.

TØI har utviklet en SCGE-modell som er benyttet for å beregne netto ringvirkninger av tiltakene. SCGE –modeller er løsbare generelle likevektsmodeller med en geografisk oppdelt soneinndeling, hvor det er flyt av varer og personer mellom sonene i modellen. Modellen benytter faktiske data fra Nasjonalregnskapet for å beskrive den norske økonomien, mens flyten av personer og varer internt og mellom sonene i modellen er hentet fra det nasjonale transportmodellsystemet.

I dette kapitlet vil vi først forsøke å gi en lettfattelig gjennomgang av grunntankene bak generelle likevektsmodeller, hva som utgjør forskjellen mellom partiell og generell likevekt og hoved-ideene bak SCGE-modeller. Deretter presenteres en lettere gjennomgang av hovedsammenhengene i det utviklede modellverktøyet, modellens database, sone-, sektor- og vareinndeling.

SCGE -modeller er sterkt rotfestet i tradisjonell mikroøkonomisk teori. Den matematiske modellnotasjonen er beskrevet i vedlegg 12, og en mer formell gjennomgang av komponentene og mekanismene til SCGE-modellen er gitt i vedlegg 13. Modellens komplette ligningssett er beskrevet i vedlegg 15.

3.1 Generell likevekt

Når det er balanse mellom tilbud og etterspørsel i et marked sier vi at det markedet er i likevekt. Begrepet likevekt benyttes på å betegne et systems tilstand når det ikke foregår endringer innenfor dette systemet.

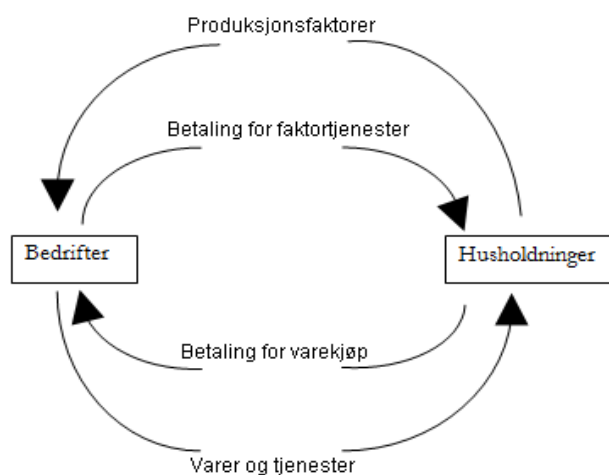
I et enkelt marked for en vare eller tjeneste tilsier standard økonomisk teori at det eksisterer en pris som balanserer tilbudet og etterspørselen etter varen. I likevekt er det ingen tilbuds- eller etterspørselsoverskudd, dvs. at alle selgere som ønsker å selge varen vil gjøre det; og alle kjøpere som ønsker å kjøpe vil gjøre det. I en partiell likevektsmodell ser en bort fra at endringene i et marked kan ha konsekvenser for andre markeder og næringer.

Generelle likevektsmodeller kjennetegnes ved at markedene henger sammen. Endringer i ett marked påvirker de andre markedene. I en generell likevektsmodell vil etterspørselen etter et enkelt produkt avhenge av alle de andre prisene, mens tilbudet

i tillegg avhenger av faktorprisene i økonomien. En endring i et marked vil typisk produsere ringvirkninger i andre markeder, da markedene for varer så vel som for tjenester og innsatsfaktorer henger sammen. Tilbuds- og etterspørselsendringer i et marked påvirker tilbudet og etterspørselen i andre markeder.

Et slikt sammenhengende markedssystem kan beskrives matematisk med et sett av ligninger hvor de endogene variablene bestemmes av alle ligningene i settet, og hvor det normalt må være like mange variabler som bestemmes av ligningssettet som det er uavhengige ligninger. Dette innebærer at man må konstruere et system av priser som simultant klarer alle markedene i økonomien. Ideen om et slikt sammenhengende prissystem tilskrives ofte Leon Walras og hans tidlige forsøk på 1870 tallet i å modellere sammenhengende priser som klarer alle markedene i økonomien.

Hovedprinsippene i generelle likevektsmodeller kan forklares ut i fra en enkel illustrasjon av det økonomiske kretsløpet for en stilisert lukket økonomi uten sparing, investeringer eller offentlig sektor:



Figur 3-1: Stilisert illustrasjon av det økonomiske kretsløpet i en enkel lukket økonomi uten sparing, investeringer og offentlig sektor

Den øverste delen av figuren viser faktormarkedene hvor husholdningene tilbyr faktortjenester til bedriftene i bytte mot betaling for faktortjenestene. Lønn og kapitalavkastning er eksempler på slik betaling, og i denne enkle modellen utgjør dette husholdningenes inntekt. Denne inntekten blir benyttet til å kjøpe varer og tjenester produsert av bedriftene, illustrert i nedre del av figuren. Overføringene fra husholdningene til bedriftene i markedet for varer og tjenester utgjør bedriftenes inntekt i denne enkle modellen.

I en tenkt økonomi med m varemarkeder og n faktormarkeder, vil det i en generell likevekts-setting være $m + n$ priser som må fastsettes for disse markedene. For å konstruere en generell likevektsmodell trengs det et sett av ligninger som beskriver tilbudet, etterspørselen og likevektsbetingelsene for de $m + n$ markedene i økonomien. I tillegg behøves det ligninger som beskriver inntektene til agentene i modellen.

For en formell definisjon av Walras-likevekt henviser vi til blant annet kapittel 17 i (Mas-Colell et al, 1995). I vår framstilling i denne rapporten tillater vi oss å være litt upresise og gjengir for enkelhetens skyld kun de tre betingelsene som må være oppfylgt for at en likevekt skal være av Walras-typen: En allokering av tilbud og

etterspørsel (x, y) og en vektor av priser (p_1, \dots, p_n) er en likevekt av Walras-typen hvis bedriftene maksimere profitten gitt disse likevektsprisene (betingelse nr. 1), og konsumentene maksimere sin nytte betinget av sitt tilgjengelige budsjett gitt likevektsprisene (betingelse 2). Betingelse nr 3 sier at i en likevekt av Walras-typen er tilbudet lik etterspørselen.

Gjennom sine velferdsteoremer viser Arrow og Debreu (Arrow and Debreu 1954) blant annet at enhver likevekt av Walras-typen er pareto-optimal⁷.

Det er to egenskaper ved generelle likevektsmodeller som behøver nærmere forklaring. For det første kan kun relative priser fastsettes. En av prisene i modellen velges som måleenhet, deretter vurderes alle de andre prisene relativt til denne prisen. Siden modellen er homogen av grad 0 i prisene, vil en proporsjonal endring i alle prisene føre til uendrede relative forhold prisene imellom og uendrede tilbuds- og etterspørselsforhold i markedene. For det andre er det verken tilbuds- eller etterspørselsoverskudd i økonomien. Dette innebærer at i økonomien som helhet er aggregert tilbud lik aggregert etterspørsel, noe som medfører at dersom $(n - 1)$ markeder er i balanse, så er også det siste markedet i balanse. For en generell likevektsmodell betyr dette at dersom inntekten er lik utgiftene for alle agentene i modellen og $(n - 1)$ markeder er i balanse, så er det siste markedet også i balanse. En av ligningene er dermed overflødig og kan kuttes vekk fra modellen.

3.2 SCGE-modeller: Løsbare generelle likevektsmodeller med geografisk dimensjon

De fleste som har litt kjennskap til økonomifaget, har møtt på generelle likevektsmodeller i en eller annen form. Men da gjerne som stiliserte teoretiske modeller. SCGE-modeller (*Spatial Computable General Equilibrium*) er generelle likevektsmodeller som gjennom matematiske itereringsprosesser lar seg løse numerisk; man kan sette inn verdier for en faktisk økonomi og gjennom iterasjon løse ligningene.

Den generelle likevektsmodellen har en romlig (*spatial*) dimensjon ved at den modellerer interaksjonen mellom aktører og markeder på ulike geografiske lokaliteter.

En SCGE-modell er altså en praktisk anvendbar generell likevektsmodell som tar inn over seg at produksjon og konsum kan oppstå på ulike steder i geografien, og at transport av folk og varer og kostnaden ved transporten bidrar til fastsettelsen av systemet av likevektspriser som klarer alle markedene.

Til grunn for modellen ligger et referansedatasett som beskriver alle transaksjonene i økonomien i et basisår, et slags øyeblikksbilde av økonomien. I hovedsak er referansedatasettet basert på tilgangs- og anvendelsestabellene fra Nasjonalregnskapet.

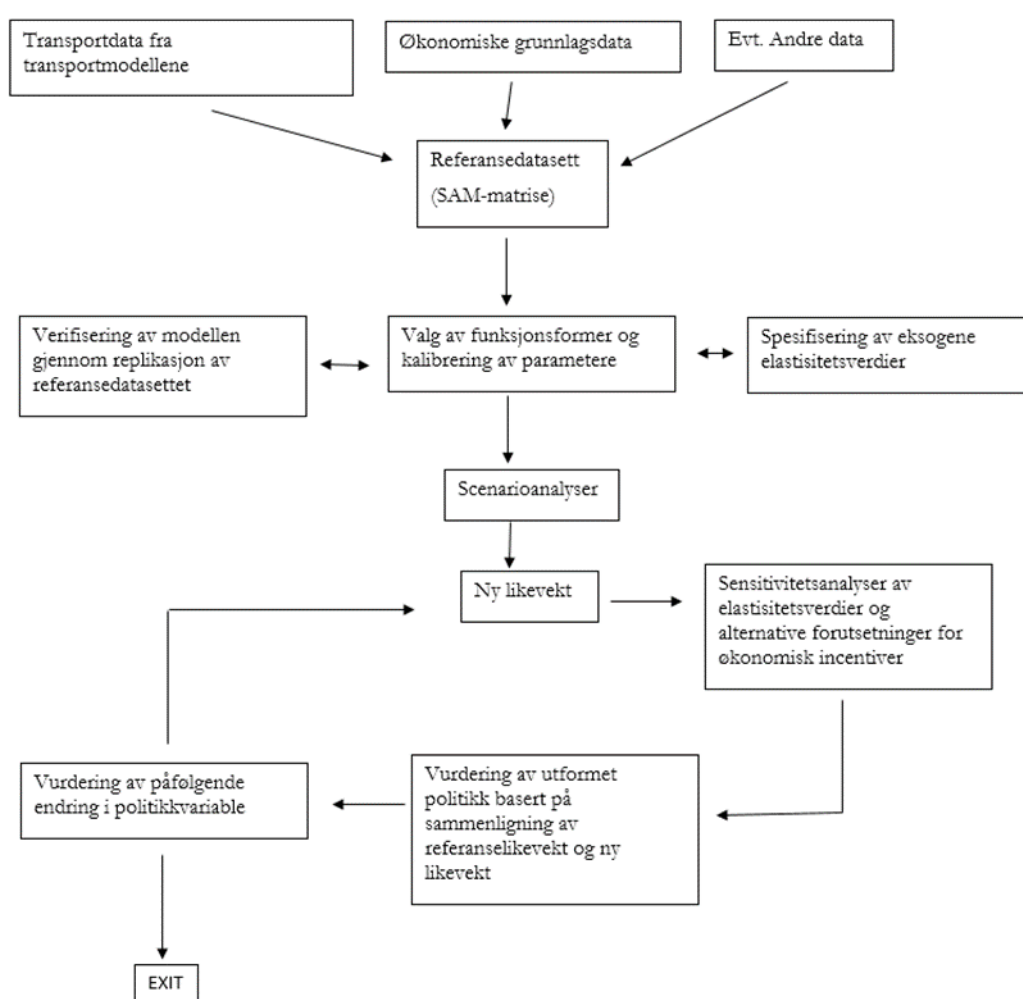
Selve modellen består av et stort sett av likninger som reproducerer referansedatasettet gjennom forutsetninger for markedsstruktur, funksjonsformer for produkt og nyttefunksjoner, og parameterverdier på elastisitetene i modellen. Ligningssystemet beskriver atferden til de økonomiske agentene (husholdninger,

⁷ Ingen kan få det bedre uten at noen får det dårligere.

bedrifter og myndigheter) og markedsstrukturen i økonomien (varer, innsatsfaktorer, etc.). I likevektsmodellen fanges samspillet mellom aktørene i økonomien opp gjennom prisene. Vektoren av priser som simultant klarer alle markedene definerer likevekten i modellen.

Den underliggende og mest sentrale forutsetning i generelle likevektsmodeller er at økonomien initialt er i likevekt og at referansedatasettet representerer en likevekts-situasjon. I modellens referansedatasett er denne initiale likevekten formalisert gjennom at hver kolonnesum i matrisen som utgjør referansedatasettet (SAM-matrisen) har en tilsvarende radsum, dvs. at det verken er tilbuds- eller etterspørselsoverskudd i økonomien.

Figuren illustrerer skjematisk gangen i en SCGE-modellanalyse.



Figur 3-2: Skjematisk framstilling av modellanalyser foretatt med SCGE-modellen

Scenarioanalyser foretatt med likevektsmodellen handler i store trekk om å påføre økonomien eksogene sjokk gjennom å endre på de eksogent spesifiserte verdiene i modellen. I våre analyser av endrede velferdsvirkninger som følge av ny infrastruktur, endrer vi infrastrukturen i de eksogene inndataene fra transportmodellene. Praktisk innebærer dette at ny infrastruktur kodes i transportmodellsystemet, som deretter produserer turmatriser internt og mellom hver sone i modellen (for både person- og godstransport) og kostnadene assosiert med turene. Deretter sammenligner vi

modellens likevektstilstander før og etter endring i infrastruktur, og kan på den måten beregne velferdsvirkningen av ny infrastruktur. Gjennom sammenhengen mellom transportsektoren og økonomien som helhet kan vi analysere både direkte og indirekte ringvirkninger av infrastrukturtiltak.

3.3 Overordnet struktur i det utviklede SCGE-modellsystemet

Modellen som er utviklet og anvendt i dette prosjektet bygger på eksisterende SCGE modeller utviklet av prosjektgruppen, som PINGO (Ivanova, Vold et al. 2002, Vold and Jean-Hansen 2007), RAEM (Ivanova, Heyndrickx et al. 2007), RHOMOLO (Brandsma, Ivanova et al. 2011) og TIGER (Heyndrickx, Koops et al. 2011), samt en pågående videreutvikling av PINGO-modellen (Hansen 2010, Hansen and Ivanova 2012, Hansen 2015). Modellene bygger på konsepter hentet fra «ny økonomisk geografi» (Krugman 1991). Modeller av denne typen er utviklet for å eksplisitt kunne si noe om effekten av geografien på økonomisk utvikling, herunder kostnader for å frakte varer mellom soner og kostnader for å transportere personer mellom soner.

I det følgende avsnittene vil vi beskrive den overordnede strukturen i det modellrammeverket vi har benyttet. Dette inkluderer inngangsdata, kobling mellom transportmodellene og SCGE-modellen, soneinndeling og næringsinndeling.

3.3.1 Inngangsdata

Modellens database består av følgende elementer:

- SAM-matrisen
- Regionale produksjons- og sysselsettingsdata
- Godsstrømmer og transportkostnader
- Persontransportstrømmer og transportkostnader
- Historisk migrasjonsdata
- Vekstrater fra MSG⁸
- Antall bedrifter per sektor i hver sone
- Befolkning per sone

Disse elementene beskrives nærmere i de følgende avsnittene.

Referansedatasett

Modellen er en såkalt nasjonalregnskapsmodell. SAM (Social Accounting Matrix) er modellens referansedatasett hvor alle transaksjonene i nasjonalregnskapet er uttrykt for et basisår. SAM-matrisen er startpunktet i all anvendt generell likevektsmodellering og uttrykker transaksjonsflyten i et sosioøkonomisk system. SAM-matrisen er en formalisering av det økonomiske kretsløpet i økonomien, hvor hver utgift til hver agent i modellen har en motsvarende inntekt og all produksjonen av alle produkter har et motsvarende forbruk. SAM-matrisen er implementert ved at det er én rad og én kolonne for hver sektor, hver vare og for andre transaksjoner i økonomien, som tilbud og bruk av kapital, offentlig konsum og offentlig produksjon,

⁸ A Model for Multisectoral Growth. En anvendt generell likevektsmodell utviklet av SSB, blir blant annet benyttet til å utvikle Regjeringens perspektivmeldinger.

privat konsum og privat produksjon (i form av tilbudt arbeidskraft), import og eksport, også videre. At utgifter må tilsvare inntekter og at produksjon må tilsvare forbruk, vil si at rad- og kolonnesummene må være like. Dette er den mest fundamentale forutsetningen i generell likevektsmodellering, nemlig at referanse-datasettet uttrykker en initial likevektstilstand i økonomien.

Modellen tar utgangspunkt i en nasjonal SAM-matrise med 2012 som basisår. Matrisen er konstruert fra tilbuds- og anvendelsestabellene og andre kilder i nasjonalregnskapet, og balansert slik at kolonnesummene og radsummene faktisk er like. Den nasjonale SAM-matrisen regionaliseres ved hjelp av sone- og næringsspesifikke data:

- Sysselsettingsdata
- Lønnskostnader
- Bruttoprodukt
- Bruttoinvesteringer

Denne statistikken brukes for å fordele cellene i SAM-matrisen utover modellens soner. I tillegg anvendes sonespesifikke data for husholdningenes disponible inntekt. De regionale dataene er i hovedsak hentet fra fylkesvis nasjonalregnskap publisert av SSB. Disse er fordelt ut til økonomisk sone basert på næringsvise sysselsettingstall på kommunenivå (SSB) og bedrifts- og foretaksregistret.

Godsstrømmer og transportkostnader

SCGE-modellen krever data for vareflyten mellom hver sone i modellen, samt kostnadene knyttet til vareflyten. Den varespesifikke flyten mellom hver handelsrelasjon med tilhørende transportkostnader er hentet fra det nasjonale godsmodellsystemet, heretter kalt Logistikkmodellen (de Jong and Ben-Akiva 2007). Fra Logistikkmodellen er det trukket ut vareflyt for hver vare i modellen mellom og internt i hver sone, samt tids- og distanseavhengige handelskostnader. Ved scenariokjøringer hvor forholdene for godstransporten endres, utarbeides det to datasett; ett referansedatasett og ett datasett for scenariokjøringen. Effekten tiltaket har på resten av økonomien fremkommer da ved å endre transportkostnadene for gods eksogent, og observere hvordan modellens aktører tilpasser seg det endrete kostnadsmonsteret.

Godstransportkostnadene består av en kilometeravhengig- og en tidsavhengig komponent. Den kilometeravhengige komponenten er i hovedsak drivstoff- og energikostnader, og er beregnet som antall kjørte kilometer multiplisert med kostnaden pr. kilometer, mens de tidsavhengige kostnadene i hovedsak består av mannskapskostnader og kapitalkostnader ved kjøretøyparken. Tabellen under viser de ulike kostnadskomponentene som inngår i godstransportkostnaden:

Tabell 3-1. Kostnadskomponenter i godstransportkostnaden, hentet fra TØI-rapport 970/2008.

Distanseavhengige kostnader	Tidsavhengige kostnader	Øvrige kostnader
Drivstoff	Lønninger	Bompenger
Dekk	Kapital (renter og avskrivninger)	Ferjetakst
Reparasjon	Forsikring	
Smøreolje	Årsavgift	
Vedlikehold		

I logistikkmodellen er transportkostnadene beregnet for ulike typer kjøretøy. SCGE-modellen skiller ikke på type kjøretøy, så til vårt formål er transportkostnadene aggregert over kjøretøygruppene. Dette betyr at aktørene i SCGE-modellen ikke tar inn over seg selve transportmiddelvalget, kun de kostnadsminimerende transportkostnadene ved godstransporten som blir predikert av Logistikkmodellen.

Personstrømmer og transportkostnader

SCGE-modellen benytter persontransportstrømmer og tilhørende transportkostnader fra det nasjonale persontransportmodellsystemet. Resultater fra modellberegninger i form av turmatriser og «Level of Service»-data (LoS data) blir bearbeidet og aggregert før dataene inngår som input i SCGE-modellen. De korte turene under 7 mil er beregnet med det regionale transportmodellsystemet (RTM), mens turer over 7 mil er beregnet med det nasjonale transportmodellsystemet (NTM6). For hvert prosjekt ble det beregnet et referansescenario med både RTM og NTM6 i tillegg til tiltaksscenarioet. På grunnen av omfanget av prosjekter som har blitt bearbeidet har vi programmert en egen applikasjon på CUBE-plattform. Denne applikasjonen omformaterer modellresultater fra transportmodellsystemet til input for SCGE-modellen.

Persontransportmodellsystemet består av en nasjonal modell for reiser over 7 mil og fem regionale modeller for reiser under 7 mil. Summen av disse seks modellene gir samlet nasjonal persontransport. Den nasjonale modellen har en soneinndeling som består av aggregater av grunnkretser. Dette gir totalt 1547 soner. De regionale modellene har en soneinndeling på grunnkretsnivå, som det er drøyt 13 000 av i Norge. SCGE-modellen benytter økonomiske soner, hvor landet er delt inn i 90 soner. Økonomiske soner er aggregater av kommuner. I bearbeiding av resultater fra transportmodellberegningene til SCGE-modellen er derfor behov for å foreta en rekke aggregeringer.

For hvert prosjekt blir de korte turene beregnet enten med en av de fem RTM-ene eller en «RTM delområdemodell» som er et uttrekk fra en av de fem RTM-ene. RTM-beregningene dekker kun deler av landet. For å få med alle korte turer som utføres i hele landet blir de reiserelasjonene som ikke dekkes av RTM beregninger supplert med beregnet korte turer fra grunnprognoseberegninger for respektive beregningsår. CUBE-applikasjonen er generisk programmert, slik at den sjekker hvilke sonerelasjoner som er dekket av RTM-beregninger. De lange turene beregnet med NTM6 er landsdekkende. Endring i antall turer framkommer ved å regne ut differansen mellom referansescenarioet og tiltaksscenarioet for hvert tiltak. Modellresultater for antall bilfører-, bilpassasjer- og kollektivturer segmentert i reisehensiktene arbeid, tjeneste og fritid blir bearbeidet og aggregert til økonomiske soner ved hjelp av CUBE-applikasjonen. Den kan også ta ut flyturer, men dette er bare gjort for tiltak som har berørt flytrafikk direkte. For korte turer må aggregeringen foretas i to omganger, fra grunnkrets til NTM6 soner, og fra NTM6 soner til økonomiske soner.

Foruten antall turer inngår også transportkostnader for bilfører og bilpassasjerer i form av distanse, tidsbruk og direkte utlegg til bompenger og ferger som input til SCGE-modellen. For kollektivreiser er transportkostnader uttrykt ved ombordtid, ventetid, frekvens, tilbringertid, antall påstigninger og billett-kostnader. Disse transportkostnadene kalles «Level of Service»-data (LoS data) og er gitt av kodete transporttilbud som gjelder for ethvert scenario. Til input i SCGE-modellen benyttes

beregnete LoS-data fra NTM6-beregninger fordi modellresultatene fra NTM6 fanger opp alle sonerelasjoner over hele landet. LoS-data fra NTM6 er på NTM6-sonenivå (1547 soner) og dataene må bearbejdes til økonomiske soner for å kunne brukes i SCGE-modellen.

Transportkostnader mellom økonomiske soner kan i prinsippet beregnes som den aritmetiske middelvejdien av transportkostnadene mellom sonene som inngår mellom ethvert økonomisk sonepar, men dette gir ingen kobling mellom reisekostnader og reiseaktivitet. Derfor er det valgt å vekte transportkostnadene mellom soner med antall reiser på sonerelasjonen. LoS-data for relasjoner i NTM6 blir derfor multiplisert med totalt antall turer mellom samme relasjoner. Deretter aggregeres summen av turer og produktet av summen av turer og LoS-data til økonomisk soner. Aggregatet av produktet av summen av turer og LoS-data divideres til slutt med aggregatet av summen av turer, noe som gir vektet gjennomsnittlig LoS-data mellom økonomiske soner for bilfører, bilpassasjer og kollektivtrafikanter mellom økonomiske soner. LOS-data rapporteres som reisetid i minutter, reisedistanse i kilometer og direkte utlegg i kroner med kroneverdi anno estimeringsåret 2009. Benevninger er årsdøgntrafikk (ÅDT).

Vi har valgt å følge Cowi (2010) sin anbefaling om å realprisjustere tidsverdiene med utviklingen i disponibel realinntekt korrigert med tidsverdiens inntektselastisitet. Cowi (2010) anbefaler elastisitetsverdier på 1 for tjenestereiser og 0,8 for alle andre reisehensikter. Perspektivmeldingen 2013 presenterer historiske utvikling og prognoser for utviklingen i disponibel realinntekt per innbygger. For perioden 2004-2011 var den gjennomsnittlige årlige veksten i disponibel realinntekt i 2.2 %, mens prognosene for perioden 2011 – 2060 er 1.4 % årlig vekst. De justerte tidsverdiene er benyttet til å beregne tidsavhengige kostnader for hver reisehensikt og relasjon, mens de distanseavhengige kostnadene er KPI justert opp til 2020 nivå gjennom lineær framskrivning av KPI 1990 – 2012.

Vekstrater fra MSG

Modellens referansedatasett har 2012 som basisår. I analyser som blir gjort med modellen er det imidlertid som regel behov for å starte analyseperioden et senere år. Måten dette blir gjort på er å justere opp referansedatasettet (SAM-matrisen) med vekstratene som ligger til grunn for regjeringens perspektivmelding (Finansdepartementet 2013). Disse vekstratene er beregnet ved bruk av den generelle likevektsmodellen MSG. Merk at sone- og næringsspesifikke data ikke blir justert opp, da vi kun bruker slike data til å fordele verdier fra SAM-matrisen geografisk. Vi har innhentet vekstrater for:

- Bruttoinvesteringer (sektorvis)
- Bruttoprodukt (sektorvis)
- Import (vare)
- Eksport (vare)
- Husholdningenes konsum (vare)
- Offentlig konsum (vare)

Rent praktisk virker dette ved at modellen leser inn hva som er valgt som basisår. Dersom dette tallet avviker fra 2012, leser modellen inn vekstratene fra MSG, og oppdaterer hver enkeltcelle i SAM-matrisen med den riktige vekstraten. Deretter er det nødvendig med en ny balansering for at systemet skal være i likevekt, og dette blir

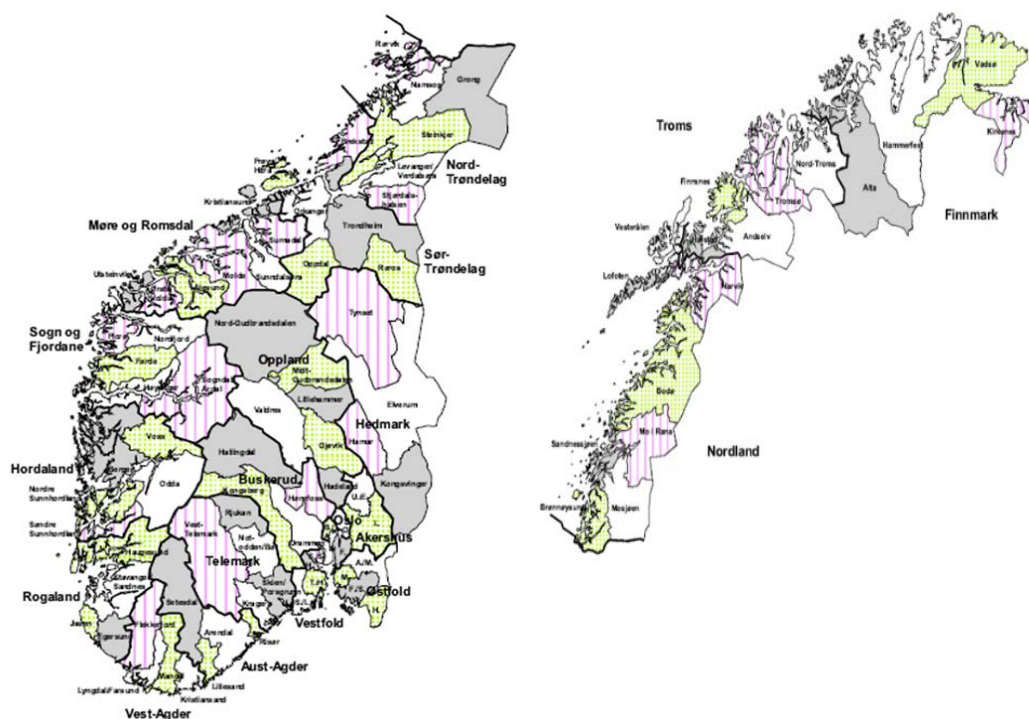
gjort ved å minimere summen av forskjellene mellom de balanserte verdiene og verdiene som er oppdatert med vekstrater.

3.3.2 Soner og sektorer

I de påfølgende avsnittene presenteres den geografiske oppdelingen av SCGE-modellen, samt modellens sektorinndeling.

Soneinndeling

SCGE-modellen opererer med 90 innenlandske soner som tilsvarer SSBs inndeling i økonomiske soner (SSB 2000). De økonomiske sonene er aggregater av kommuner. I tillegg opereres det med sju utenlandssoner for import, eksport og overføringer til utlandet. Utenlandssonene er bestemt ut fra nærhet og størrelse som handelspartner, av avgrenset som (1) Sverige, (2) resten av Skandinavia, (3) Nederland, (4) Tyskland, (5) Storbritannia, (6) resten av Europa og (7) resten av verden. De innenlandske sonene er inkludert i vedlegg 11 og vist i figuren under.



Figur 3-3. Oversikt over modellens 90 økonomiske soner (SSB 2000).

De eneste geografiske sammenhengene som er modellert mellom sonene er transportkostnader for persontransport innad i soner og mellom sonepar hentet fra modellkjøringer med det nasjonale persontransportmodellsystemet (fordelt på transportmiddel og reisehensikt), og tilsvarende for godstransport, hentet fra Logistikkmodellen (fordelt på varegrupper).

Nærings- og vareinndeling

I modellen opererer vi med 25 separate næringer. Herav er tre primærnæringer, én er knyttet til bergverk, én er knyttet til råolje og naturgass, 13 er vareproduserende industrisektorer og de resterende er knyttet til forskjellige typer tjenesteproduksjon. Modellen er implementert slik at hver næring produserer én aggregert vare eller

tjeneste. Dette er en forenkling, da noen næringer i virkeligheten også produserer biprodukter som har hovedtilknytning til andre næringer. Vi mener likevel at dette er en fornuftig måte å gjøre det på, da det reduserer kompleksiteten i modellen betydelig.

Vi har forsøkt å finne en så disaggregert næringsinndeling som mulig. De to begrensende faktorene er SSBs nasjonalregnskapsdata og Logistikkmodellens vareinndeling. Da vi bruker Logistikkmodellens varestrømmer for å kalibrere handelen mellom soner i modellen, er vi avhengige av å enten aggregere Logistikkmodellens varer til nasjonalregnskapets næringer, eller å aggregere Nasjonalregnskapets næringer til logistikkmodellens varegrupper. Vi har endt opp med en blanding av disse fremgangsmåtene, som vi mener gir meningsfulle næringsgrupper.

Næringsinndelingen til SSB og vareinndelingen i Logistikkmodellen er ikke skapt for å være kompatible, da Logistikkmodellens varer hovedsakelig er gruppert på bakgrunn av varenes fraktegenskaper. Dette har vanskeliggjort næringsinndelingen noe. Logistikkmodellen har 40 forskjellige varegrupper. Næringsinndelingen i nasjonalregnskapet er basert på SSBs Standard for næringsgruppering SN2007, som bygger på EU-standarder NACE Rev.2 (Nomenclature générale des Activités économiques dans les Communautés Européennes). Årsregnskapet i nasjonalregnskapet utarbeides på et nivå som tilsvarer om lag 130 næringer. Tallene blir imidlertid ikke publisert så detaljert, det mest detaljerte næringsnivået ved publisering tilsvarer Eurostats inndeling A64, men med nasjonal tilpasning for å få fram næringer som er viktig for norsk økonomi. Det kvartalsvise nasjonalregnskapet utarbeides på et mer aggregert nivå med om lag 60 næringer. Nasjonalregnskapet inneholder ulike aggregeringsnivåer for publiserings- og rapporteringsformål med utgangspunkt i næringsinndelingene i årsregnskapet og kvartalsregnskapet.⁹ Det er Eurostats A64-næringer, eller aggregater av dette, vi har forsøkt å koble til Logistikkmodellens varegrupper.

Tabell 3-2 viser en oversikt over SCGE-modellens 25 næringer (som også tilsvarer de 25 aggregatene av varer og tjenester som tilbys i den modellerte økonomien). Koblingen mellom disse, Logistikkmodellens varegrupper, Nasjonalregnskapets næringsgruppering og NACE rev. 2-koder er beskrevet i vedlegg 10.¹⁰

Tabell 3-2. Oversikt over SCGE-modellens næringsinndeling.

Vare- og næringsinndeling	
1	Jordbruk, jakt og viltstell
2	Skogbruk
3	Fiske, fangst og akvakultur
4	Bergverksdrift
5	Utvinning av og tjenester knyttet til råolje og naturgass
6	Nærings-, drikkevare- og tobakksindustri

⁹ <https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/begreper-i-nasjonalregnskapet>

¹⁰ NACE-kodene i vedlegget er presentert disaggregert for A- B- og C-sektorene, men er aggregert opp til hovednæringer for de resterende A64-næringene.

7	Møbel-, tekstil-, beklednings- og lærvareindustri
8	Trelast- og trevareindustri, unntatt møbler
9	Produksjon av papir og papirvarer
10	Trykking og reproduksjon av innspilte opptak
11	Oljeraffinering, kjemisk og farmasøytisk industri
12	Produksjon av gummi- og plastprodukter
13	Produksjon av metaller og metallvarer, unntatt maskiner og utstyr
14	Produksjon av datamaskiner og elektroniske produkter
15	Produksjon av motorvogner og tilhengere, verftsindustri og annen transportmiddelindustri
16	Produksjon av elektrisk utstyr
17	Produksjon av maskiner og utstyr ellers, og reparasjon og installasjon av maskiner og utstyr
18	Produksjon av andre ikke-metallholdige mineralprodukter
19	Elektrisitets-, gass-, damp- og varmtvannsforsyning
20	Avløps- og renovasjonsvirksomhet
21	Bygge- og anleggsvirksomhet
22	Varehandel, reparasjon av motorvogner
23	Transport og lagring
24	Privat tjenesteyting
25	Offentlig tjenesteyting

3.4 Modellmekanismer

For å forstå hva som driver resultatene, er det viktig at man er konseptuelt kjent med hva en SCGE-modell er, og hvilke mekanismer som spiller inn. Oversikten over SCGE-modellens notasjon, ligninger og intuisjonen for de økonomiske mekanismene som ligningene skal representere, er samlet i vedlegg for å gjøre rapporten mer leservennlig (se henholdsvis vedlegg 12, vedlegg 15 og vedlegg 13). Dette avsnittet er ment som et mer intuitivt og mindre teknisk sammendrag, fritt for ligninger og matematisk notasjon (med unntak av *Figur 3-4*). Avsnittet beskriver mekanismer i SCGE-modellen generelt; en lettfattelig oversikt over modellens kilder til netto ringvirkninger er beskrevet i kapittel 4, avsnitt 4.1.1.

3.4.1 Innledning – Sammenhengen mellom matematikk og økonomi

Generelle likevektsmodeller kjennetegnes ved at alle markeder henger sammen; en endring i etterspørselen eller tilbudet i ett marked vil påvirke likevekten i tilstøtende markeder også. I denne rapporten ligger hovedfokuset på hvordan endringer i transporttilbudet fører til en ny likevekt gjennom disse mekanismene i tilstøtende markeder, og hvordan dette vil føre med seg netto ringvirkninger dersom de

tilstøtende markedene er imperfekte. Likevektsmodellen er formulert matematisk som et sett av ligninger og variabler. Generelt vil variablene opptre i flere ligninger, slik at den eneste måten å løse systemet på er å løse alle ligningene simultant. Løsningen på en generell likevektsmodell kan representeres med den vektoren av priser som gjør at alle markeder klareres, altså at tilbudet møter etterspørselen i alle markeder simultant.

Det at systemet løses simultant betyr at alle ligninger er med på å bestemme alle endogene variabler. Dermed blir det galt å si at «én ligning bestemmer én variabel». Når dette matematiske ligningssystemet skal tolkes eller forklares som en beskrivelse av virkeligheten, kan det likevel være nyttig å tenke på noen variabler som bestemt av noen ligninger. Sagt på en annen måte, det kan være nyttig å se på noen isolerte sammenhenger når man beskriver modellen (for eksempel ett enkelt marked), selv om dette strengt tatt er en feilaktig beskrivelse av hvordan modellen løses. Av pedagogiske hensyn tvinges man altså ofte til å forklare modellen som mindre simultan enn den faktisk er. Holmøy og Kravik(2008) kaller dette en forenklet «modell av modellen» og argumenterer med at en slik framstilling «... også kan forsvares økonomifaglig, selv om det bryter med matematisk stringens. Modellen er jo ikke bare et sterilt, matematisk ligningssystem, men en formalisering av resonnementer/teori om sammenhenger i økonomien som nettopp kan bygge på klare oppfatninger om hva som bestemmer hva.» (side 12). Resten av dette avsnittet vil brukes til å forklare SCGE-modellens mekanismer med en verbal «modell av modellen». Selve den matematiske modellen, bestående av 39 sett av ligninger og 39 sett av endogene variabler (til sammen 251 920 separate ligninger og variabler) som løses simultant, er som sagt spart til vedleggene.

3.4.2 Husholdninger

Vi antar at konsumentenes preferanser kan representeres gjennom preferansene til én representativ husholdning i hver region i modellen. Denne husholdningen representerer adferden til hele populasjonen i regionen. Adferden til husholdningen er basert på forutsetningen om nyttemaksimerende rasjonelle aktører.

Vi antar at husholdninger får nytte av konsum, og at de bestemmer konsumet slik at nytten maksimeres gitt husholdningens konsumbudsjett. Konsumbudsjettet er beregnet som nettoinntekt pluss overføringer fra det offentlige minus privat sparing (en fast andel av inntekten) og utlegg til transport (pendlereiser og fritidsreiser). Utlegg til transport er hentet fra det nasjonale persontransportmodellsystemet, og vil nødvendigvis endres ved en infrastrukturinvestering. Husholdningenes inntekt bestemmes gjennom arbeidskraften de tilbyr og realkapitalen de eier (og leier ut).

Inntekt varierer mellom modellens regioner, og husholdningene står fritt til å pendle til andre regioner med en annen inntekt. En endring i pendling vil slå ut på nytten gjennom to kanaler: både nettoinntekten og utleggene til transport vil endre seg. Pendling vil også overføre verdier mellom regioner, siden individer vil tjene lønna si i én region men kjøpe konsumvarer i en annen. Vi modellerer pendlingspreferanser eksplisitt, og har kalibrert disse på en slik måte at pendlingsmønsteret i SCGE-modellen reproducerer arbeidsturene fra det nasjonale persontransportmodellsystemet.

Individene står også fritt til å flytte mellom soner, og vil gjøre dette på bakgrunn av lønnsforskjeller. Vi modellerer netto migrasjon i hver sone, og denne er kalibrert slik at modellen reproducerer historiske tall for nettomigrasjon fra SSB. Ved en endring i

det relative lønnsnivået i regionen vil imidlertid netto migrasjon endre seg, slik at flere migrerer til en sone hvis den relative lønna øker, og færre migrerer til en sone hvis den relative lønna reduseres. Sammenhengen mellom lønninger og migrasjon er bestemt av parametere hentet fra en regresjonsanalyse på historiske data.

3.4.3 Produsenter

Modellen inkluderer 25 vare- og tjenesteproduserende næringer (beskrevet i avsnitt 3.3.2). På samme måte som vi antar at det er en representativ husholdning i hver sone, antar vi at det er en representativ næring i hver sone for hver sektor (det vil si maksimalt 25×90 representative næringer; dette tallet er imidlertid noe lavere, da ikke alle næringene eksisterer i alle soner). Næringene produserer en nærings spesifikk vare ved bruk av realkapital, arbeidskraft og innsatsvarer og -tjenester. Det samme produksjonsnivået kan nås ved forskjellige kombinasjoner av innsatsfaktorer, og til hvert produksjonsnivå antar vi at bedriftene velger innsatsfaktorer på en slik måte at produksjonskostnaden minimeres.

På samme måte som vi trenger informasjon om antall individer i hver representative husholdning for å bestemme pendlerturer, trenger vi også informasjon om antall bedrifter i hver representative næring. Denne informasjonen er hentet fra SSB. Da vi ikke har detaljinformasjon om hver enkelt bedrift, er vi nødt til å anta at alle bedriftene i samme næring og samme region har den samme størrelsen og den samme produksjonsteknologien. Det er dette som gjør at vi kan modellere dem som en representativ næring.

Næringene er fordelt i to grupper: tradisjonelle og moderne sektorer. Tradisjonelle sektorer opererer under perfekt konkurranse og konstant skalautbytte, hvor prisen på varene er lik deres marginale produksjonskostnad. Dette vil si at antall bedrifter i tradisjonelle sektorer ikke har noe å si for hverken prisen på varene og tjenestene, eller de totale produserte mengdene. Bedrifter i moderne sektorer opererer under monopolistisk konkurranse og tiltakende skalautbytte.

Vi antar at bedriftene i industri- og private servicenæringer utgjør de moderne sektorene. Disse bedriftene må både betale faste og variable produksjonskostnader, noe som impliserer tiltakende skalautbytte. De har også markedsmakt av Dixit-Stiglitz-typen (Dixit and Stiglitz 1977). Markedsmakt er et avvik fra perfekt konkurranse, og dermed en potensiell kilde til netto ringvirkninger.

I tråd med Dixit og Stiglitz antar vi at de moderne bedriftene produserer forskjellige «varianter» innenfor samme varegruppe, og at disse variantene opptrer som imperfekte substitutter. Konsumenter foretrekker variasjon, og vil derfor etterspørre et positivt kvantum av hver variant selv om prisene er forskjellige. Vi mener dette er en realistisk forutsetning, og vil begrunne den med et eksempel. SCGE-modellens nærings- og varegruppe 6 er «Nærings-, drikkevare- og tobakksindustri» (se *Tabell 3-2*). Dette er hovedsakelig produksjon av matvarer til privat konsum. Det blir produsert et vidt spekter av matvarer i den norske økonomien, og vi vet at selv for ganske like matvarer etterspørres det både billigere og dyrere varianter. Derfor er det urealistisk å anta at alle varer innen næring 6 er homogene. Vi har imidlertid ikke data til å modellere produksjon og etterspørsel for hver enkelt matvare, siden produksjon- og konsumtallene er aggregert i nasjonalregnskapet. Dixit-Stiglitz-varianter gir oss likevel muligheten til å innføre variasjon i denne varegruppen. Vi lar antall varianter være bestemt av antallet bedrifter i hver næring og hver sone, som er vår beste datakilde til

dette (i virkeligheten vil én bedrift kunne produsere flere varianter, men dette har vi ikke muligheten til å ta innover oss i modellen).

Imperfekte substitutter innebærer altså at husholdningene vil etterspørre en variant selv om prisen er høyere enn for andre varianter. Bedriftene kan derfor sette prisene høyere enn marginalkostnaden uten å være redde for konkurranse og klarer dermed å dekke tapet som følge av den faste kostnaden. Siden bedrifter fritt kan starte opp i alle næringer og alle regioner, vil antall bedrifter være endogent bestemt av nullprofittbetingelsen. Med andre ord: dersom etterspørselen øker slik at eksisterende bedrifter får en positiv profitt, vil nye bedrifter starte opp. Disse bedriftene tilfører flere varianter på lokale markeder, slik at konsumentene får flere produkter å velge mellom. Dette reduserer markedsmakten til hver enkelt bedrift, og prisene blir derfor drevet nedover. Dette vil fortsette helt til bedriftens inntekt er lik bedriftens faste kostnader; på dette tidspunktet vil det ikke være lønnsomt for en ny bedrift å starte opp, og profitten for gjenværende bedrifter vil være drevet ned til null.

3.4.4 Offentlige myndigheter

Nasjonale og regionale myndigheter er inkludert i modellen som en enkelt aktør. Denne aktøren samler inn skatter, mottar kapitalinntekter, konsumerer varer etter en nyttefunksjon og fordeler subsidier og stønader. Disse elementene utgjør til sammen myndighetenes budsjettbetingelse, som må overholdes når myndighetenes nyttefunksjon maksimeres. Sammensetningen av varer som det offentlige velger basert på maksimering av nyttefunksjonen, vil også fordele offentlig konsum mellom regioner. Siden myndighetene må respektere budsjettbetingelsen sin, kan offentlig konsum kun øke dersom inntektene øker. For enkelhets skyld er det antatt at stønadsbeløp utbetalt fra det offentlige i hver region holdes konstant i modellkjøringene.

3.4.5 Investeringer

Investeringer er implementert i modellen gjennom en «virtuell investeringsbank». Dette er en kunstig aktør som administrerer næringsspesifikke investeringer i hver sone. Standard likevektsbetingelser tilsier at innenlandsk sparing må være lik totale investeringer, og sparingen er bestemt av privat sparing, offentlig sparing, bedriftenes sparing (antatt å være lik depresieringskostnaden), netto overføringer fra resten av verden og endringer i lagerbeholdningen.

Den totale sparingen i hver periode investeres i sektorspesifikk fysisk realkapital, som antas immobil mellom sektorene. De totale investeringene i sektorspesifikk kapital blir benyttet til anskaffelse av ulike typer kapitalvarer. Fordelingen av etterspørselen etter de ulike typene fysisk realkapital avgjøres ved maksimering av nytten til den virtuelle investeringsbanken. SCGE-modellen er statisk, men endringer i realkapitalen sørger for rekursivitet. Det er altså noe som kobler den statiske likevekten ett år med den statiske likevekten neste år:

- Dersom ingen scenariekjøring er valgt antas det at økonomien er i en stabil likevekt, altså at variable vokser med den samme raten fra år til år og at relative priser forblir uendret.
- Ved en scenariekjøring vil modellen etter hvert nå en ny stabil likevekt. Det vil imidlertid ta tid for bedriftene å bygge opp det kapitalnivået som er ønskelig i den nye likevekten. For årene mellom de stabile likevektene må økonomien hele tiden tilpasse seg det nåværende kapitalnivået i hver region og hver sektor.

Hvor fort økonomien når den nye likevekten i kapitalmarkedet kommer an på hvor store investeringene i realkapital er, og dette avhenger igjen av den forventede avkastningen på realkapital i en gitt næring i en gitt region. Den virtuelle investeringsbanken vil investere mest i næringer med høy forventet avkastning på realkapital.¹¹

3.4.6 Nasjonal og internasjonal handel

Som sagt opererer SCGE-modellen med 25 næringer og 25 varegrupper. Denne aggregeringen representerer en forenkling som har mye å si for modellen, fordi (med unntak av Dixit-Stiglitz-variantene) varene produsert i hver sektor er homogene. Vi har ikke mulighet til å modellere hver enkelt vare som blir solgt i økonomien som forskjellige. Ut fra økonomisk teori om nyttemaksimering burde imidlertid dette bety at husholdningene importerer hver vare fra det landet eller den innenlandske sonen som kan tilby den laveste prisen (som er en funksjon av transportkostnaden). Denne forenklingen stemmer åpenbart ikke med virkeligheten, da varene som etterspørres ikke er homogene. Vi ser også i dataene at varer fra den samme sektoren blir etterspurt fra flere forskjellige land og regioner, og ikke bare regionen med den laveste prisen.

Måten dette problemet løses praktisk på er ved hjelp av Armingtonspesifikasjoner (Armington 1969). En Armingtonspesifikasjon gjør at produkter fra den samme sektoren som produseres i forskjellige regioner blir modellert som imperfekte substitutter av hverandre. Dette er analogt til Dixit-Stiglitz-varianter, men der disse gjelder for produksjon av en vare innad i en region, gjelder Armingtonspesifikasjonene mellom regioner og mellom land. Graden av substitusjon mellom produkter fra ulike land og regioner reflekterer at den faktiske produktsammensetningen i hver region varierer. Ved hjelp av Armingtonspesifikasjoner klarer vi å kalibrere SCGE-modellen slik at den i så stor grad som mulig gjenspeiler varestrømmene fra godsmodellen, som er vår beste datakilde til handelsmønsteret internt i og mellom norske regioner, og mellom norske regioner og andre land.

Dette er implementert gjennom at varene som tilbys i hver region er komposittvarer av varer fra andre regioner og importerte varer. Med andre ord, én andel av komposittvaren er produsert i samme region, en annen andel er produsert i nabo-regionen, en tredje andel er import, også videre. Hvor stor andel av komposittvaren som kommer fra hver region er bestemt av to forhold. For det første, prisen på varestrømmen. Dette er produsentprisen i regionen hvor produksjonen foregår, pluss avansen produsenten kan ta på bakgrunn av markedsmakten, pluss transportkostnadene mellom regionene. Disse transportkostnadene mellom regioner er hentet fra Logistikkmodellen, og vil naturlig nok endre seg ved en infrastrukturforbedring. Det er transportkostnaden som utgjør den geografiske komponenten i handelen mellom regioner. For det andre er det bestemt av transformasjonselastisiteter som sier noe om i hvor stor grad andelen av varer fra ett sted endrer seg når den relative prisen endrer seg. Modellen opererer med to slike transformasjonselastisiteter; én for substitusjon mellom varer produsert i innenlandske soner, og én for substitusjon mellom de innenlandske varene og importvarer.

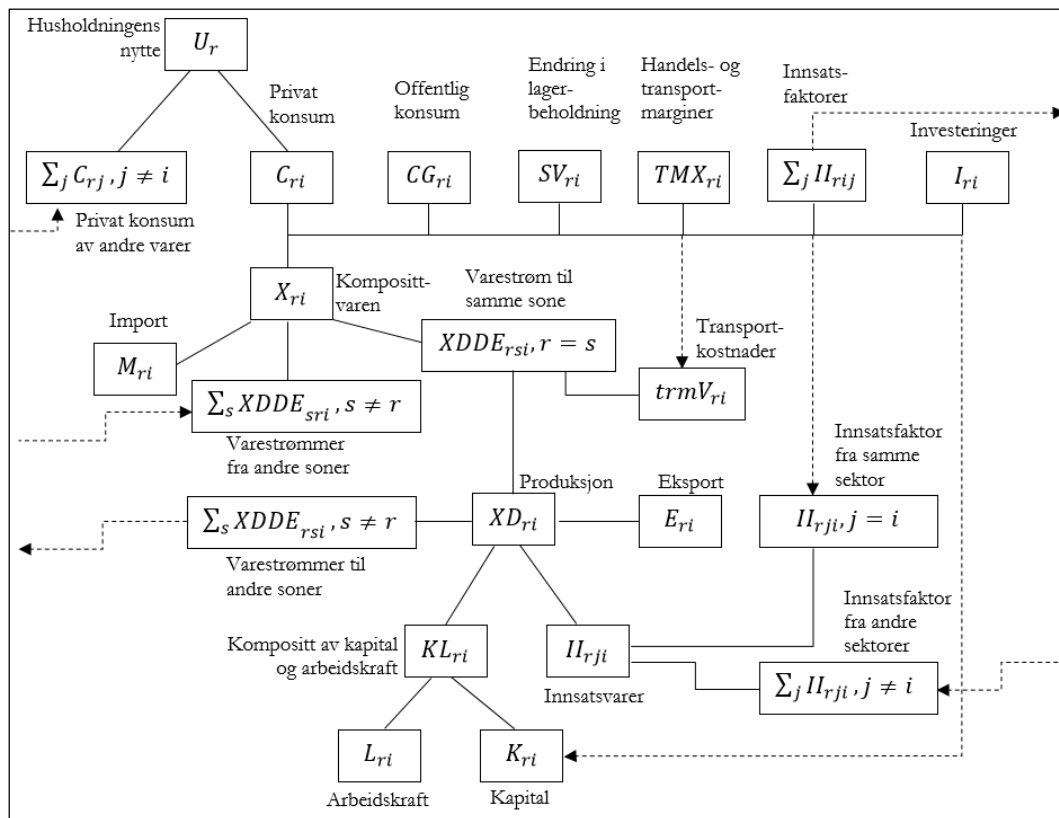
¹¹ Er avkastningen på realkapital høy, ville det også vært mer gunstig for husholdningene å spare, og man kunne forventet en økning i privat sparing. Dette ville økt hastigheten det ville tatt å nå den nye stabile likevekten. En slik kobling mellom privat sparing og rentenivå er imidlertid ikke implementert, da vi antar at husholdningene alltid sparer en fast andel av inntekten sin.

Bedriftene har mulighet til å selge varene sine innenlands, eller på verdensmarkedet som eksport. De baserer dette valget på produksjonskostnadene sine, priser på det nasjonale markedet og en eksportelastisitet.

3.4.7 En stilisert oversikt over ett marked

For å gi en bedre oversikt over hvordan de forskjellige modellkomponentene henger sammen er det nyttig å se isolert på markedet for én vare i én sone. Det vil ikke bli brukt ligninger, men det kommer til å bli brukt modellnotasjon for variablene for tilbud og etterspørsel. En fullstendig oversikt over modellnotasjonen med forklaringer finnes i vedlegg 12. Å forstå modellnotasjonen er imidlertid ikke nødvendig for å forstå intuisjonen, da alle symboler blir forklart i teksten under.

Senket skrift r og s benevner region, og senket skrift i og j benevner næringer og varegrupper. Vi vil her se på tilbud og etterspørsel etter vare i for region r (én vare i én region). Dette er illustrert i *Figur 3-4*. Selv om figuren ser komplisert ut, vil det være nyttig for leseren å sette seg inn i den, og den vil bli forklart steg for steg. Linjer indikerer direkte sammenhenger, og stiplede piler indikerer at det er en indirekte sammenheng. Piler som peker ut av figuren viser sammenhenger med andre markeder, enten for andre varer i den samme regionen, eller for markeder i andre regioner. Det er bevisst ikke brukt piler for alle sammenhengene, for å illustrere at det er en gjensidig påvirkning. Produksjon/tilbud er illustrert i nederste del av figuren, mens konsum/etterspørsel er illustrert i den øverste delen. Dette er som sagt kun en «modell av modellen», så figuren beskriver ikke alle sammenhengene; kun de viktigste for å forstå modellstrukturen.



Figur 3-4. Oversikt over modellflyten i markedet for én vare i én sone.

Vi begynner med å forklare de nederste komponentene, og beveger oss oppover i figuren.

- Basert på bedriftenes kostnadsminimering og produksjonsteknologi genereres den kostnadsminimerende sammensetningen av kapital (K_{ri}) og arbeidskraft (L_{ri}). Dette er komposittinnsatsvaren KL_{ri} .
- Den representative næringen produserer varen XD_{ri} ved hjelp av innsatsvarene KL_{ri} og II_{rji} , hvor den siste variabelen uttrykker hvor mye av vare j som går med som innsatsvare i produksjonen av vare i .
- Den produserte mengden fordeles mellom eksport (E_{ri}) og varestrømmer til den samme og til andre regioner ($XDDE_{rsi}$) ved hjelp av Armington-spesifikasjonen, hvor den siste variabelen uttrykker en varestrøm fra regionen (r) til de andre regionene (s). Den stiplede pila indikerer at varer sendes ut til andre markeder. En andel av den produserte mengden sendes til markedet i den samme regionen ($XDDE_{rsi}, r = s$).
- Andelen av den produserte mengden XD_{ri} som konsumeres i samme region ($XDDE_{rsi}, r = s$) inngår som en del av komposittvaren (X_{ri}). Komposittvaren beskriver totalt konsum av varen i regionen. Prisen på den regionsinterne varestrømmen blir delvis bestemt av transportkostnaden for regionsinterne transporter, $trmV_{ri}$. Komposittvaren består også av varestrømmer fra regionene s til region r , ($XDDE_{sri}, s \neq r$) og import fra utlandet til sonen (M_{ri}).
- Varene som konsumeres i sonen (X_{ri}) fordeles mellom privat konsum (C_{ri}), offentlig konsum (CG_{ri}), endringer i lagerbeholdning (SV_{ri}), varer til produksjon av handels- og transportmarginer (TMX_{ri}), investeringsvarer (I_{ri}) og innsatsvarer til produksjon av andre varer (II_{rij}).
- En del av investeringene blir brukt til å øke eller å opprettholde realkapitalen til bedriften, og en del av varene til handels- og transportmarginer blir brukt til å betale for transportkostnadene.
- Til slutt blir nytten til den representative husholdningen i regionen (U_r) bestemt av konsumet av varen, samt konsumet av varene fra de andre markedene i den samme regionen ($\sum_j C_{rj}, j \neq i$).

De endelige prisene sørger for at det er likevekt mellom tilbudte kvanta og etterspurte kvanta for hver vare og hver region. Siden SCGE-modellen opererer med 25 næringer og 90 soner, kan man si at det er 25 ganger 90 slike innenlandske vare- og tjenestemarkeder som i figuren over, og at likevekten er bestemt av prisene som sørger for at det hverken er tilbuds- eller etterspørselsoverskudd i noen av disse markedene eller markedene for innsatsfaktorer.

4 Resultater

I dette kapitlet vil vi presentere en sammenstilling av hovedresultatene fra analysene som er utført. For en nærmere gjennomgang av hvert enkelt tiltak, med tilhørende sensitivitetsanalyser for viktige parameterverdier i SCGE-modellen, henviser vi til rapportens vedlegg 1-9.

I analysene er det antatt at alle tiltakene finansieres uten bompenger. Denne antakelsen er gjort for å sikre et best mulig sammenligningsgrunnlag med den samfunnsøkonomiske analysen av tiltakene. Dersom analysene hadde vært utført på bomfinansierte tiltak, ville trolig de beregnede netto ringvirkningene i nedbetalingsperioden vært betydelig lavere enn de resultatene som presenteres i dette kapitlet.

I avsnitt 4.1 beskriver vi kort hvordan SCGE-modellen anvendes til å analysere tiltakene, altså hvordan modellen anvendes for å produsere prosentvise netto ringvirkninger. Avsnitt 4.1.1 beskriver modellens kilder til netto ringvirkninger og avsnitt 4.1.2 beskriver overordnet hvordan agglomerative prosesser tas hensyn til i modellen. I avsnitt 4.2 beskriver vi kort inngangsdataen fra transportmodellene, i avsnitt 4.3 viser vi de overordnede resultatene av analysene. I avsnitt 4.4 oppsummerer vi noen generelle konklusjoner, og i avsnitt 4.5 diskuterer vi kort forskjellige kilder til usikkerhet.

4.1 Anvendelse av SCGE-modellen

For å favne de totale samfunnsøkonomiske nyttevirkningene av en infrastrukturinvestering, er det et sett av forutsetninger som må oppfylles i SCGE -modellen:

1. Modellen må avvike fra forutsetningen om perfekt konkurranse og konstant skalautbytte i alle markeder
2. Modellen må ha en geografisk dimensjon, dvs. at interaksjonen mellom ulike geografiske regioner må tas hensyn til i modelleringen
3. Modellen må ta hensyn til at de fysiske innsatsfaktorene er mobile mellom sektorer og regioner. Dette innebærer at flyt av varer, så vel som personer, mellom sektorer og regioner modelleres.

En av fordelene ved SCGE –modeller er deres evne til å sammenligne ulike likevektstilstander. I vår sammenheng sammenligner vi likevektstilstanden før en infrastrukturinvestering med likevektstilstanden etter at økonomien er påført en eksogen endring av transportvolum og transportkostnader som følge av investeringen. Hovedresultatet fra modellanalysen er sammenligningen av velferden til konsumentene i de ulike likevektstilstandene.

Netto ringvirkninger fremkommer ved at vi kjører SCGE-modellen med tiltaket implementert én gang under forutsetninger om perfekt konkurranse, og én gang med eksternaliteter. Eksternalitetene SCGE-modellen eksplisitt modellerer er agglomerasjonseffekter og markedsrett. Den første modellkjøringen gir

direktenytten. Siden det er antatt fullkommen konkurranse vil dette kun være en omfordeling av trafikantnytten. Den andre kjøringen gir totalnytten. Differansen mellom disse gir netto ringvirkninger.

Følgende likevektstilstander sammenlignes i modellanalysen:

- Likevekt forut for veginvesteringen (0-alternativ)
- Likevekt etter veginvestering under antakelse om fullkommen konkurranse i alle sektorer
- Likevekt etter veginvestering under antakelse om monopolistisk konkurranse i industrisektorene

I SCGE –modellanalysene beregnes **direkte nytte** gjennom å sammenlikne likevektstilstandene i 0-alternativet med likevektstilstanden etter vegutbyggingen hvor det i denne analysen er antatt fullkommen konkurranse i alle markeder.

Total nytte fremkommer gjennom sammenlikning av 0-alternativet og alternativscenariot hvor det er antatt monopolistisk konkurranse i industrisektorene.

Indirekte nytte (netto ringvirkninger) fremkommer som differansen mellom total nytte og direkte nytte.



I de følgende underavsnittene vil vi kort diskutere hva som gir opphav til endringer i næringsstrukturen mellom referanselikevekten og scenariolikevekten. Avsnitt 4.1.1 beskriver hva som er SCGE-modellens kilder til netto ringvirkninger, mens avsnitt 4.1.2 beskriver hvordan modellens dynamikk fører til endringer i agglomerasjon, gjennom sentripetale krefter som «drar» modellens aktører nærmere hverandre geografisk. Samspillet mellom mekanismene beskrevet i disse to avsnittene vil være bestemmende for resultatene.

4.1.1 Kilder til netto ringvirkninger

Netto-ringvirkninger i SCGE-modellen oppstår som følge av to eksplisitt modellerte markedsimperfeksjoner: agglomerasjonseffekter og markedsmakt.

Agglomerasjonseffekter er implementert gjennom at størrelsen på arbeidsmarkedet påvirker faktorproduktiviteten til bedriftene. Denne effekten er hovedsakelig knyttet til byer, siden dette er de største arbeidsmarkedene. Effektene er nært knyttet opp til lønnsforskjeller, og ved å binde en sone tettere sammen med en annen sone hvor lønna er høyere, muliggjør man en større nytteøkning for arbeidstakerne. Modellen gir hovedsakelig agglomerasjonseffekter på tre måter:

- Reduserte transportkostnader til en sone gir økte agglomerasjonseffekter
- Forbedring for innbyggere i en sone (høyere lønn) fører til økt tilflytting til denne sonen. Dette øker arbeidsmarkedet, og dermed agglomerasjonen, og reduserer agglomerasjonen i sonene som opplever økt fraflytting eller redusert tilflytting.

- Økt pendling til en sone fører til et større arbeidsmarked og dermed økt agglomerasjon. Redusert pendling til en sone vil redusere agglomerasjonseffektene.

Modellen gir positive netto ringvirkninger gjennom reduksjon i **markedsrett**. Markedsrett er påvirket av antall bedrifter som selger varer i et marked. Én bedrift tilsvarer en monopolsituasjon, og ettersom antall bedrifter øker vil markedsretten reduseres mot null. Det er fem hovedkilder til hvordan infrastrukturforbedringer kan bidra til redusert markedsrett:

- Reduserte fraktkostnader fører til billigere innsatsvarer og dermed økt profittmargin. Dette øker antall bedrifter.
- Reduserte fraktkostnader fører til lavere sluttpriser for konsumentene i butikkene. Dette øker profittmarginen og fører dermed til at nye bedrifter starter opp. Det fører også til at bedrifter blir mer konkurransedyktige i markedet lenger unna, og gjennom dette vil antall bedrifter i hvert marked øke.
- Reduksjon i prisen på innsatsfaktorer (enten reduksjon i lønn for eksempel gjennom større tilgang på arbeidskraft eller reduksjon i kapitalprisen gjennom for eksempel økt sparing) vil øke profittmarginen, og dermed føre til at nye bedrifter starter opp.
- En økning i faktorproduktiviteten gjennom økte agglomerasjonseffekter vil øke profittmarginen, og dermed føre til at nye bedrifter starter opp.
- En økt etterspørsel etter varen eller tjenesten som produseres vil øke profittmarginen, og dermed føre til at nye bedrifter starter opp.

4.1.2 Sentripetale og sentrifugale krefter

Noen elementer i SCGE-modellen fører til endogen arealbruk, og gir dermed enten en økning eller en reduksjon i agglomerasjoner. Dette er hovedsakelig (1) pendlingspreferanser, som gir opphav til endret arbeidstilbud i regionene; (2) migrasjon, som fører til en endring i konsentrasjon av innbyggere i forskjellige soner; og (3) antall bedrifter, som er bestemt av sone- og sektorvise nullprofittbetingelser. Gjennom å endogenisere arealbruken gir modellen opphav til såkalte *sentripetale* og *sentrifugale* krefter. Sentrifugale krefter svekker den geografiske konsentrasjonen og urbaniseringen, mens sentripetale krefter drar økonomien mot økt agglomerasjon og urbane klynger. Det er balansen mellom disse to typene av krefter som definerer dynamikken som utløses av hvert enkelt tiltak.

Arealbruksendringer er et stort og komplisert felt, og verken modelltypen som er brukt eller tilgjengelig datamateriale gjør det mulig å modellere dette på en fullverdig måte. Noen av effektene er imidlertid delvis tatt hensyn til. Sentripetale krefter som opptrer i modellen inkluderer:

- **Kortere transportavstander for husholdningene:** Husholdninger som er lokalisert i urbane områder vil ha flere muligheter i nærheten av boligen. Dette kan redusere transportkostnaden, både for pendlerturer og fritidsreiser. Reduserte transportutlegg fører til at en høyere andel av inntekten kan brukes til konsum av varer. Husholdninger som flytter til urbane strøk får dermed en økt mulighet til å substituere transport mot konsum.
- **Økt variasjon:** Husholdninger vil få høyere nytte av å bo i områder hvor markedene er så store som mulig. Dette fører til økt variasjon i konsumet, gjennom flere bedrifter (og dermed flere tilgjengelige Dixit-Stiglitz-varianter).

- **Redusert kostnad av konsumvarer:** Når husholdningene kjøper konsumvarer møter de en kostnad som både er påvirket av markedspåslaget som følge av markedsrett, og av transportkostnaden. Å være lokalisert i et urbant område vil som regel innebære at markedsretten er relativt liten. I tillegg vil fortetting øke sannsynligheten for at avstanden mellom bedriftene og detaljhandlene reduseres. Dette fører til lavere transportkostnader, og dermed en lavere utsalgspris på varene. Husholdningene kan dermed kjøpe flere konsumvarer til et gitt konsumbudsjett.
- **Kortere transportavstander for bedrifter:** Bedrifter lokalisert i nærheten av andre bedrifter betaler en lavere pris for innsatsvarene, fordi transportkostnadene er lavere. I tillegg kan bedrifter som er lokalisert i nærheten av arbeidsstyrken slippe unna med å betale en lavere lønn, siden arbeidsstyrken likevel opplever en økning i konsumbudsjettet som følge av lavere pendlingskostnad.
- **Økt markedspotensiale for bedrifter:** Bedrifter vil ønske å være lokalisert i nærhet til så mange markeder som mulig, og på denne måten øke markedspotensialet. Armington-forutsetningen gjør at bedrifter vil ha mulighet til å selge varene sine i nærliggende regioner, og de får solgt flere varer jo lavere transportkostnaden er. Transportkostnaden reduseres dersom avstanden fra bedriften til detaljhandelen reduseres.
- **Agglomerasjonseffekter:** Store arbeidsmarkeder fører til positive eksterneffekter gjennom økt faktorproduktivitet. Når produksjonseffektiviteten øker, gir det bedriftene mulighet til å betale høyere lønninger og/eller sette en lavere pris på sluttproduktet. Dette vil både øke husholdningenes konsumbudsjett, og antall varer de har mulighet til å kjøpe for et gitt beløp. Økningen i produktivitet vil også gjøre det lønnsomt for nye bedrifter å starte opp. Dette fører til at flere varianter blir produsert, som igjen øker nytten av husholdningenes sluttkonsum.

Sentrifugale krefter som opptrer i modellen inkluderer:

- **Kø:** Kø er målt gjennom den generaliserte transportkostnaden for passasjer- og godstransport. Disse kostnadene blir hentet fra det nasjonale transportmodellsystemet og brukt direkte som inngangsdata i SCGE-modellen. Det er altså ikke noe som blir bestemt endogent i SCGE-modellen, men tatt som gitt. Geografisk tetthet (byer) øker generelt kømengden, og dermed transportkostnaden. Dette er et element som gjør det mindre gunstig både (1) å lokalisere seg i byer for individer og bedrifter, og (2) å pendle til byer for individer, eller å selge varene sine i markeder i byer for bedrifter.
- **Markedsrett:** Bedrifter med markedsrett vil oppnå en positiv effekt av å lokalisere seg i små markeder; i små markeder er det færre andre bedrifter, og dermed færre varianter for husholdningene å velge mellom. Dette øker markedsretten til hver enkelt bedrift, og dermed hvor stort prispåslag de kan sette på varen som følge av dette.

Sentripetale og sentrifugale krefter er bestemmende for den urbane dynamikken, og ikke direkte for netto ringvirkninger. Det er likevel to nært beslektede fenomen som er gjensidig avhengige av hverandre gjennom mekanismene beskrevet over; sentripetale krefter vil virke forsterkende på agglomerasjonseffekter ved å dra vare- og arbeidsmarkedene tettere sammen, og de vil redusere markedsrett gjennom å bidra til klynger av bedrifter, slik at antallet varianter øker.

4.2 Inngangsdata fra transportmodellene

I SCGE-modellen benyttes matriser for null-alternativ og tiltak hentet fra transportmodellsystemet. Nytt transportnettverk kodes i transportmodellene og matriser for sonefordelte reiser / varetransport og tilhørende kostnader benyttes som inngangsdata i SCGE-modellen. Dette innebærer at SCGE-modellen benytter de samme grunnlagsdataene som legges til grunn i etatenes beregning av trafikantnytte.

Transportetatene har vært ansvarlig for å gjøre trafikantnytteberegninger av tiltakene tilgjengelige. Der hvor dette har vært vanskelig har TØI stått for koding og modellberegninger for flere av prosjektene i NTM6. En oversikt over prosjektene som ble analysert, med tilhørende kompetansemiljø som har utført transportmodellanalysene, er gjengitt i Tabell 4-1.

Tabell 4-1. En oversikt over analyserte prosjekter, og ansvarlig institusjon for transportmodellkjøringer.

Prosj.nr.	Prosjektnavn	Tiltakstype	Beregningsår	Ansvarlig for modellberegninger ¹²
1	Ytre Intercity (Østfoldbanen)	Tog	2022	JBV
2.	Jærenbanen	Tog	2022	TØI/Urbanet Analyse
3.	E6 Trondheim-Steinkjer	Veg	2022	TØI/SVV
4.	E39 Ålesund-Molde	Veg	2022	TØI/SVV
5.	E39 Hordfast	Veg	2022	SVV
6.	Skipstunnel ved Stad	Båt	2022	TØI
7.	E10 Svolvær-Å	Veg og/eller fly	2022	TØI
8.	E16 Arna-Voss og Vossebanen	Veg og/eller tog	2022	SVV/JBV
9.	Ringeriksbanen og E16 Skaret-Hønefoss	Veg og/eller tog	2040	TØI

For hvert prosjekt ble det beregnet et referansescenario med både RTM og NTM6 i tillegg til tiltaksscenarioet. Det er valgt å ha eget referansescenario for hvert prosjekt for å sikre full konsistens i kjøreoppsett og beregningsforutsetninger i referanse- og tiltaksscenarioene for samme prosjekt. For en detaljert beskrivelse av de trafikale effektene av hvert enkelt tiltak, henviser vi til vedlegg 1-9.

I tillegg til inngangsdata fra det nasjonale persontransportmodellsystemet er det benyttet inngangsdata fra Logistikkmodellen for de tiltakene hvor det er forventet en reduksjon i kostnadene for godstransport. Dette inkluderer E6 Trondheim-Steinkjer, E39 Ålesund-Molde, E39 Hordfast, E16 Arna-Voss og E16 Skaret-Hønefoss. Alle kjøringene med Logistikkmodellen for disse tiltakene er gjennomført av TØI. Reduksjon i transportkostnaden for gods internt i og mellom soner fra Logistikkmodellen blir brukt som inngangsdata i SCGE-modellen.

¹² JBV=Jernbanelinjen, TØI=Transportøkonomisk institutt, SVV=Statens vegvesen

4.3 SCGE-modellberegnete netto ringvirkninger

Tabellen under viser en sammenstilling av hovedresultatene fra SCGE-modellanalysene. Gjengitt i tabellen er også transportetatens beregnede trafikantnytte av de ulike prosjektene. Netto-ringvirkningene er fremstilt både som prosent av trafikantnyttens og i millioner kr. neddiskontert over 40 år.

Tabell 4-2: SCGE-modellberegnete netto ringvirkninger i % av etatens beregnede trafikantnytte og i mill.kr neddiskontert over 40 år (2016kr) (nåverdi). Tabellen henviser også til hvilket vedlegg til hovedrapporten som omhandler de ulike tiltakene¹³

Tiltak	Vedlegg Nr.	Trafikantnytte i mill. (2016kr)	Netto ringvirkninger (% av trafikantnytte)	Netto ringvirkninger i mill. (2016kr)
Ytre InterCity (Østfoldbanen)	1	500	16.1%	80,5
Jærbanen	2	1 460	23.9%	349
E6 Åsen-Steinkjer	3	3447	10.9%	376
E39 Ålesund-Molde	4	16 129	13.4%	2 161
E39 Stord-Os	5	34 600	12.1%	4 187
Stad skipstunnel	6	490	5.7%	27.9
E10 Svolvær-Å (veg)	7	2 241	2.5%	56
E10 Svolvær-Å (fly)	7	1 614	3.9%	63
E10 Svolvær-Å (veg+fly)	7	3 855	3.1%	119
E16 Arna-Voss (veg)	8	8 774	10.7%	942
E16 Arna-Voss (bane) ¹⁴	8	8 250	21.2%	1 750
E16 Arna-Voss (vei + bane)	8	16 341	12.0%	1 961
Sandvika-Hønefoss (E16)	9	6 438	8.8%	565
Sandvika-Hønefoss (RRB)	9	5 530	12.7%	702
Sandvika-Hønefoss (E16+RRB)	9	9 580	9.6%	920

Tabellen viser et spenn i beregnede netto ringvirkninger på mellom 2.5% av trafikantnyttens (Svolvær-Å (veg)) og 23.9% av trafikantnyttens (Jærbanen). Det største tiltaket, målt i transportmodellberegnet trafikantnytte, er E39 Stord-Os. Dette er også det tiltaket som blir beregnet til å ha den største netto ringvirkningen, beregnet til å ha en nåverdi på i overkant av 4.1 mrd (2016kr).

Vi finner at rangeringen av de prosentvise påslagene på trafikantnyttens er i henhold til hva man kan forvente når tiltakene sammenlignes. En utdypende diskusjon av analysene til hvert enkelt tiltak er gitt i vedlegg 1-9.

¹³ I resultattabellen (Tabell 4-2) er det for de prosjektene hvor det foreligger utskrifter fra transportmodellens trafikantnyttensmodul, foretatt en KPI-justering av resultatene opp til 2016-kroner i tillegg til en antakelse om 1.5% jevn trafikkvekst gjennom tiltakenes levetid. For øvrig er det lagt til grunn 1.3% realprisvekst gjennom perioden og tallene er neddiskontert med 4% realrente.

¹⁴ Trafikantnyttens for tiltaket Arna-Voss (bane) er antatt av TØI da trafikantnyttensberegning for dette tiltaket ikke har vært tilgjengelig.

De prosentvise netto ringvirkningene for Arna-Voss(bane) er beregnet til 21,2 % av trafikantnyttens, mens det tilsvarende anslagene for Arna-Voss (vei) er 10,7 %. Ved å se nærmere på inngangsdataene fra persontransportmodellsystemet mellom Bergen og Voss (se tabeller i vedlegg 8). Det fremkommer at kun 18 % av de nye turene mellom Bergen og Voss på vei er arbeidsturer, mens 55 % av turene på bane er arbeidsturer. Dermed vil en mye større andel av direkte nytten for banetiltaket bringe med seg netto ringvirkninger gjennom endringer i arbeidsmarkedet. Det er også naturlig at de prosentvise ringvirkningene for «vei og bane» er noe lavere enn kun for «bane», da de største effektene vil realiseres ved den første utbyggingen. Det er begrenset hvor store tilleggseffekter som realiseres ved en ny utbygging fordi de største mulighetene for interaksjon allerede er fanget opp gjennom ett av tiltakene.

Jernbaneprosjekter har lengre levetid enn vegprosjekter. I tabellen (Tabell 4-2) over er det imidlertid ikke tatt hensyn til at jernbaneinvesteringene har en restverdi etter 40 år. Ideelt sett burde denne restverdien være lagt til i trafikantnyttens, med det resultat at den beregnede netto ringvirkningen i millioner kr ville blitt høyere. Vi har imidlertid ikke hatt tilgang på restverdien for jernbaneprosjektene. Gjennomgående for resultatene i Tabell 4-2 er at den beregnede prosentvise netto ringvirkningen er høyere for jernbaneinvesteringene enn hva som er tilfelle for veginvesteringer. Én av årsakene til dette er at påslaget på godstransportnyttens er betydelig lavere enn påslaget på passasjertransporten, og i våre beregninger er det antatt at togene kun benyttes til passasjertrafikk. I vedlegg 1-9 er det presentert oppsplittede beregninger for netto ringvirkninger hvor det vises verdier for gods- og passasjertransport hver for seg for de ulike tiltakene.

TØI har beregnet prosentvis netto ringvirkninger basert på trafikale endringer for tiltakene gitt av transportmodellsystemet. I tabellen over er den prosentvise netto ringvirkningen multiplisert med trafikantnyttens til prosjektene. En annen trafikantnytte vil gi en annen netto ringvirkning i millioner kr. Trafikantnyttens er i de fleste tilfeller gitt av etatene og et resultat av nytteberegning fra de samme transportmodellanalysene som ligger til grunn for våre SCGE-modellberegninger. Vi har valgt å benytte etatenes beregnede trafikantnytte for at det skal være størst mulig konsistens mellom resultatene fra SCGE-modellen og den trafikantnyttens som offisielt er assosiert med hvert enkelt tiltak.

Tiltakene vi har utført analyser av er kodet og analysert i transportmodellene av en rekke ulike fagmiljøer. Det er både variasjon i hvilke forutsetninger de ulike etatene og fagmiljøene legger til grunn i sine transportmodellanalyser og hvilken referanse-situasjon som er benyttet. For enkelte tiltak er trafikantnyttens hentet fra tiltakenes konsekvensutredning og/eller kvalitetssikringsrapport, for noen tiltak er det benyttet utskrifter fra transportmodellens trafikantnyttensmodul mens det for andre igjen er hentet fra EFFEKT-beregninger. Oppsummert vanskeliggjør denne variasjonen direkte sammenligning på tvers av tiltakene.

For noen tiltak er det også problematisk å sammenligne på tvers av alternativer/vegstreknings. Dette gjelder spesielt Arna-Voss: Mens veg-, og veg og banetiltaket er kodet i transportmodellene av Statens vegvesen, er banetiltaket kodet av Jernbaneverket. Trafikantnyttens for banetiltaket er kalkulert med en forenklet metode av TØI på bakgrunn av resultatmatriser fra transportmodellene levert til TØI av jernbaneverket. Det et ulike miljøer har kodet de ulike alternativene på strekningen, gjør at det sannsynligvis er små avvik i de kodede prosjektene som vanskeliggjør en direkte sammenligning av så vel trafikantnyttens som de beregnede netto ringvirkningene av tiltakene.

4.4 Generelle konklusjoner

Resultatene fra beregningene av netto ringvirkninger gjort med SCGE-modellen viser variasjon fra nærmest neglisjerbart og til oppunder 25% av trafikantnytten. I dette avsnittet vil vi punktvis søke å trekke noen generelle konklusjoner om opphav så vel som nivået på de beregnede netto ringvirkningene.

Prosjekter hvor en betydelig andel av trafikantnytten har opphav i økning av fritidsreiser gir lave beregnede netto ringvirkninger

Økt fritidstrafikk gir ingen indirekte produktivitetsevninger. Netto ringvirkninger framkommer av reduksjon av markedsimperfeksjoner som følge av kortere avstander i arbeids- og produktmarkedene. Det er implisitt i modellen antatt at økt fritidstrafikk gjennom kortere avstander til fritidssysler ikke gir produktivitetseffekter. En reduksjon i kostnader for fritidsreiser vil kun påvirke netto ringvirkninger gjennom å øke konsumbudsjettet til husholdningene, noe som øker etterspørselen etter varer og tjenester, og dermed reduserer markedsmakten. Disse effektene er små sammenlignet med arbeidsmarkedseffekter. Svolvær-Å er et eksempel på et slikt tiltak. Trafikantnyttberegningene til etatene for dette tiltaket viser at i overkant av 70% av den totale trafikantnytten (både person og godstrafikk) av tiltaket har opphav i endrede fritidsreiser.

Dette er ikke det samme som at økt turisme og reiseliv ikke avstedkommer ringvirkninger i økonomien. Men snarere at disse ringvirkningene allerede er fanget i brukernytten beregnet i NKA, med mindre trafikkforbedringen reduserer markedsimperfeksjonene i reiselivsnæringen - og gjennom det skaper indirekte ringvirkninger i økonomien.

Prosjekter hvor en høy andel av trafikkendringene utgjøres av arbeidsreiser gir høyest potensiale for netto ringvirkninger.

En endring i antall arbeidsreiser mellom sonepar gir opphav til et endret pendlingsmønster. Dette påvirker arbeidsmarkedene i de relevante regionene direkte. På grunn av dette er det endringer for arbeidsreiser som har mest å si for netto ringvirkningspotensialet.

I vårt materiale ser vi dette spesielt for Arna-Voss (bane) og Jærbanen hvor henholdsvis 55% og 71% av endringen i turer på den relevante strekningen er arbeidspendling. En langt høyere andel enn de øvrige prosjektene i tiltaksporteføljen vi har analysert. Dette gir utslag i beregnet netto ringvirkninger. Arna-Voss (bane) er beregnet til 21.2% av trafikantnytten. Tilsvarende tall for Jærbanen er 23.9%

Prosjekter som binder sammen adskilte bo- og arbeidsregioner og hvor det er betydelige lønnsforskjeller regionene imellom, gir opphav til høyere beregnede netto ringvirkninger.

Dersom man binder sammen regioner med betydelige lønnsforskjeller, er det to hovedmekanismer som taler for et relativt høyt potensiale for netto ringvirkninger. For det første øker det arbeidernes incentiv til å endre pendlemønster til sonen med den høyeste lønnen. Da lønnsforskjeller reflekterer en relativ produktivitetforskjell mellom soner, vil dette føre til at mer produktive bedrifter kan nyttiggjøre seg ny arbeidskraft. For det andre vil det føre til at arbeidere kan ta med seg en relativt høyere lønn tilbake til bostedsregionen. Dette vil både øke den totale konsumetterspørselen, og føre til en overføring av verdier mellom regioner som endrer regionvis etterspørsel. Konsumetterspørselen vil øke i regionen med lavest lønnsnivå, som i

hovedsak vil være regionen med de minste vare- og tjenestemarkedene. Dermed er det en stor sannsynlighet for at markedsmakten også vil reduseres.

Prosjekter som reduserer reisekostnaden mellom to soner hvor forbindelsen allerede er god, gir et lavere potensiale for netto ringvirkninger.

Dette er best illustrert for tiltakene «Arna-Voss, vei og bane» og «Sandvika-Hønefoss, vei og bane». Økningen i netto ringvirkninger av å bygge ut en strekning hvor det allerede har skjedd en forbedring er mindre, og de prosentvise netto ringvirkningene er lavere. Det er begrenset hvor store tilleggseffekter som realiseres ved en ny utbygging fordi de største mulighetene for interaksjon allerede er fanget opp gjennom den første utbyggingen.

Korridoreffekter gir generelt lavere opphav til netto ringvirkninger.

Transportmodellene beregner ikke arbeidspendling i ustrakt grad for avstander over 70 km. Det er dermed de korte turene som i størst grad gir opphav til netto ringvirkninger gjennom endringer i pendlingsmønster. Analyser basert på transportmodellkjøringer med NTM6 for kun lange reiser, som for eksempel ny flyplass i Lofoten, gir derfor lavere netto ringvirkning da det ikke endrer pendlingsmønsteret i særlig grad.

Det samme vil være tilfelle for veiprosjekter hvor brukernytten hovedsakelig består i at regioner relativt langt unna hverandre blir bundet sammen med en veikorridor. I disse tilfellene vil netto ringvirkninger være relativt små, da disse hovedsakelig er et resultat av endringen i pendlingsmønsteret for de kortere turene. Slike tiltak vil i stor grad påvirke de lange regionale transportene, og i mindre grad de korte arbeidspendlingsturene – og dermed ikke generere indirekte ringvirkninger.

Det er signifikante netto ringvirkninger for godstransport, men disse er prosentvis lavere enn for persontransport.

Nytteforskjellene mellom person- og godstransport fremkommer ikke av tabellen over, men er gjengitt i de detaljerte beregningene i vedlegg 1 til vedlegg 9. Beregningene våre tyder på at mernytten av godstransport ligger i en størrelsesorden på mellom én og fem prosent. Grunnen til at dette er lavere enn for persontransport, er at de agglomerative effektene av å endre arbeidsmarkedene og å bringe de nærmere sammen ikke gjør seg gjeldende i samme grad for endringer i godstransporten. En reduksjon i godstransportkostnader vil hovedsakelig redusere sluttprisen på forbruks- og innsatsvarer. Dette fører til en generell økning i etterspørselen etter varer, og til at bedrifter når ut til flere markeder. På denne måten reduseres markedsmakten til hver enkelt bedrift.

Beregningene våre viser at det blir feil å bruke et prosentvis påslag fra persontransport på den totale nytten, da dette vil overvurdere de totale netto ringvirkningene. Likeledes blir det feil å sette netto ringvirkninger av godstransport lik null, da dette vil undervurdere de totale netto ringvirkningene. Gitt at våre beregninger er riktige må derfor en metodikk for konsistente netto ringvirkningsberegninger ta eksplisitt hensyn til at effektene for person- og godstransport er forskjellige.

Der hvor de beregnede netto ringvirkningene er små, er det også større usikkerhet knyttet til det prosentvise anslaget på netto ringvirkninger.

Sensitivitetsanalyser viser at for tiltak hvor de beregnede ringvirkningene er små, vil en endring i parameterverdier generelt gi større utslag på de prosentvise

ringvirkningsberegningene (sensitivitetsanalysene er inkludert i vedlegg 1-9). Derfor må disse anslagene også anses som mer usikre enn der virkningene er større.

Alle de prosentvise netto-ringvirkningsberegningene er innenfor det forventede intervallet.

Basert på diskusjonen over, og de mer detaljerte resultatene i vedlegget, mener vi alle beregningene er innenfor det intervallet som kan forventes. Prosentvise netto ringvirkninger stemmer også overens med det som blir funnet for tilsvarende prosjekter i den internasjonale litteraturen. Dette gir oss økt tiltro til at modellen klarer å fange de realøkonomiske effektene, så vel som netto ringvirkninger, av et infrastrukturtiltak på en realistisk måte.

De fleste av våre beregninger viser at netto ringvirkninger er i intervallet mellom 10 prosent og 25 prosent av trafikantnytt. To unntak er Stad skipstunnel (5,7 %) og Svolvær-Å (2,5 %-3,9 %).

For Stad skipstunnel er det i realiteten beregnet netto ringvirkninger av en forlenging av hurtigbåtruten Bergen-Selje videre til Torsvik og Ålesund. Uten å at vi har hatt anledning til å studere dette inngående, vil vi tro at mye av de beregnede indirekte ringvirkningseffektene for dette tiltaket skyldes den nyskapede pendlingsmuligheten mellom Ulsteinvik og Ålesund, og ikke skipstunnelen i seg selv. Det er begrenset hvilken effekt skipstunnelen vil ha, både på potensialet for interaksjon (agglomerasjonseffekter) og på reduksjon av markedsrett, som er kildene til netto ringvirkninger vi har tatt hensyn til.

For tiltaket Svolvær-Å er det hovedsakelig fritidsturer som blir påvirket, og tiltaket gjennomføres i et perifert og relativt tynt befolket område. Derfor mener vi de lave prosentvise netto ringvirkningene for disse tiltakene stemmer med hva vi kan forvente.

4.5 Kilder til usikkerhet i modellresultatene

I dette avsnittet vil vi kort beskrive det vi mener er hovedkildene til usikkerhet rundt beregningene av netto ringvirkninger.

4.5.1 Inngangsdata

En modell er aldri bedre enn sine inngangsdata. Dersom det er feil i inngangsdataene så vil modellen gi et uriktig bilde av de samfunnsøkonomiske effektene av infrastrukturinvesteringen. Som inngangsdata bruker vi blant annet modellkjøringer fra det nasjonale persontransportmodellsystemet og fra Logistikkmodellen. Det er viktig å huske på at alle usikkerheter rundt trafikktall og generaliserte transportkostnader fra disse modellene også vil være en kilde til usikkerhet i SCGE-modellberegningene. I de detaljerte vedleggene over hvert tiltak er det lagt ved utvalgte soneparvise trafikktall, og dette er gjort for å illustrere hva som ligger i inngangsdataene. Men da inngangsdataene fra transportmodellene inneholder relativt store datamengder, er det vanskelig å gi en totaloversikt over de trafikale effektene for hver kjøring. Det er også vanskelig for oss å kvalitetssikre transportmodellkjøringene. Dersom det er gjort brukerrofeil i transportmodellkjøringene er det derfor en stor sannsynlighet for at dette ikke har blitt oppdaget.

Alle trafikkprognoser er usikre, men det kommer til noen ekstra usikkerhetsmomenter i ferjeavløsningsprosjekter. Ulempene ved ferjedrift i forhold til fast samband er nattestengning, faren for ikke å komme med på den planlagte avgangen (oversitting), ulempen ved ikke å kunne velge avreisetidspunkt helt fritt (skjult ventetid) og faren for innstilte avganger. Disse ulempene medfører at det planlegges og gjennomføres færre reiser enn det ellers ville vært. Når ulempene faller bort, vil vi få et hopp i etterspørselen etter reiser på strekningen.

Det er imidlertid vanskelig å si noe nøyaktig om hvor stor dette hoppet vil være. Som en tilnærming har man føyd til en såkalt ferjeulempe i reisekostnaden, og beregnet etterspørselen med en slik høyere reisekostnad som grunnlag. Men ferjeulempen er estimert på et tynt grunnlag. Dessuten er det en stor forenkling å anta at ferjeulempen skal være den samme i alle samband. Den vil være mindre der frekvensen er høy, kapasiteten god, nattestengningen kort og regulariteten god.

4.5.2 Beregninger av trafikantnytte

I tabellen over er den prosentvise netto ringvirkningen multiplisert med trafikantnyttene til prosjektene. En annen trafikantnytte vil gi en annen netto ringvirkning i millioner kr. Usikkerheten knyttet til trafikantnytteberegningene vil derfor direkte påvirke usikkerheten knyttet til beregningene av netto ringvirkninger i millioner kroner. Beregningene våre av netto ringvirkninger i prosent er imidlertid upåvirket av trafikantnyttene. Trafikantnyttene er i de fleste tilfeller gitt av etatene og et resultat av nytteberegning fra de samme transportmodellanalysene som ligger til grunn for våre SCGE-modellberegninger.

4.5.3 Modellrammeverket

Som med alle modeller, forutsettes det at antakelsene og forenklingene som er gjort ikke går på for stor bekostning av realismen knyttet til de økonomiske mekanismene modellen er ment å fange. Modellen gir et uttrykk for vår ekspertvurdering av hvordan det er mulig å ta hensyn til disse mekanismene for å fange opp netto ringvirkninger på en best mulig måte innenfor de økonomiske og tidsmessige rammene som ligger til grunn. En verbal gjennomgang av mekanismer og forutsetninger er gjengitt i kapittel 3, og en mer teknisk gjennomgang er gjengitt i vedlegg 12, 13 og 15. SCGE-modellen er blant annet basert på forutsetningen om representative og nyttemaksimerende husholdninger, og representative og profittmaksimerende bedrifter.

Den viktigste forutsetningen i SCGE-modeller er den om likevekt. Vi antar at økonomien er i en likevektssituasjon før tiltaket blir implementert, og beregner netto ringvirkninger av å bevege seg til den nye likevektssituasjonen som tiltaket fører til. Konseptet likevekt er ikke en radikal forutsetning, og blir også benyttet i for eksempel transportmodellene. I virkeligheten er imidlertid aldri økonomien i fullstendig likevekt. Vi mener likevel at dette er et meningsfylt rammeverk å benytte seg av; alle fremtidsprediksjoner er usikre, og likevekt illustrerer i det minste situasjonen som økonomien beveger seg mot ifølge neoklassisk teori, som er toneangivende innen økonomifaget.

4.5.4 Eksogent gitte parameterverdier

Enkelte parametere i SCGE-modellen kan ikke utledes direkte fra nasjonalregnskapsdata eller andre datakilder. Disse må antas eksogent. Vi har ikke estimert

noen slike parametere selv basert på norske data, men hentet disse fra litteraturen. I vedlegg 14 er valgene våre for eksogene parameterverdier oppsummert og rettfærdiggjort med litteraturhenvisninger. For noen av elastisitetene vi har antatt eksogent er det imidlertid store sprik knyttet til estimatene fra litteraturen. Dette er problematisk, da noen parametere kan påvirke de prosentvise beregningene av netto ringvirkninger i relativt stor grad. Derfor er det gjennomført sensitivitetsanalyser i de detaljerte beskrivelsene for hvert enkelt tiltak, hvor vi illustrerer effekten av å endre disse parameterverdiene på beregningene av netto ringvirkninger. Disse sensitivitetsanalysene gir et godt bilde av hvordan en endring i parameterverdier manifesterer seg i endringer på resultatene. Det er imidlertid umulig å vite i hvor stor grad våre valg av parameterverdier sammenfaller med de «sanne» parameterverdiene.

4.5.5 Beregninger av netto ringvirkninger generelt

Til slutt er det viktig å huske på at netto ringvirkninger er et høyst abstrakt begrep, og det er derfor vanskelig å sammenligne treffsikkerheten i disse beregningene med treffsikkerheten av andre trafikale nytteberegninger. Transportmodellene kan kalibreres etter observert trafikk, og trafikantnyttene som følge av reisetidsbesparelser er beregnet med bakgrunn i store, empiriske verdsettingsundersøkelser. Disse undersøkelsene gir monetære nytteverdier av tidsbesparelser basert på veletablert teori. Selv om den økonomiske teorien bak generelle likevektsmodeller er like veletablert, er det vanskelig å hevde at det samme gjelder for konseptet netto ringvirkninger.

På den ene siden er konseptet netto ringvirkninger sterkt forankret i økonomisk teori, og det er bred akademisk enighet om at slike effekter kan oppstå. På den andre siden er litteraturen rundt netto ringvirkninger relativt ny, og har derfor ikke det samme empiriske fundamentet. Å skulle si noe *empirisk* om hva netto ringvirkninger av et tiltak faktisk har vært, er også langt mer komplisert enn for trafikantnytte. Da trafikantnytte baseres på de (tellbare) eksisterende og nyskapede turene, er selve idéen med netto ringvirkninger at de påvirker hele økonomien over lang tid. Det finnes derfor naturlig nok ingen gode datagrunnlag for å kvantifisere effektene på en sikker måte empirisk. Dette gjør det vanskelig å validere eller kvalitetssikre tidligere anslag. Konsekvensen av dette er at forskjellige forskningsmiljøer og forskjellige metoder kan gi sprikende resultater.

Denne rapporten gir uttrykk for våre ekspertvurderinger, som består av resultater fra modellrammeverket vi har utformet spesielt til å fange opp slike effekter. Som vi har skrevet tidligere i rapporten, mener vi den riktige fremgangsmåten for å prøve å fange slike effekter nettopp er å eksplisitt modellere hele økonomien – for på den måten å analysere hvordan næringsstrukturen blir påvirket over tid.

Vi må likevel understreke at vi ikke på noen måte mener å sitte på fasiten, og at resultatene må betraktes som et anslag som bygger på mange forutsetninger. Ikke minst bygger resultatene på antakelsen om at det finnes markedssvikter i sekundærmarkedene som påvirkes av infrastrukturinvesteringer, og at vi klarer å fange opp disse markedssviktene (og hvordan de blir påvirket av tiltaket) på riktig måte. Vi har heller ingen gode muligheter for å vurdere treffsikkerheten i beregningene våre, da det ikke finnes gode estimater for norske forhold på hva man kan forvente ringvirkningene av en infrastrukturinvestering er.

5 Oppsummering og diskusjon

På oppdrag fra NTP-sekretariatet, har TØI analysert netto ringvirkninger av et utvalg av infrastrukturtiltak for NTP 2018-2029. Tiltakene favner både veg og jernbane, så vel som fly og sjøtransport. Geografisk sprer tiltakene seg fra nytt dobbeltspor på Østfoldbanen mellom Sarpsborg og Halden, via Stad skipstunnel ved det vestligste punktet på det norske fastlandet, og nord til ny flyplass i Lofoten med tilhørende vegutbedringer mellom Svolvær og Å. Mens ny ferjefri E39 mellom Stavanger og Bergen søker å kople sammen relativt folkerike arbeidsmarkeder langs akse Stavanger – Haugesund – Bergen og ny Ringeriksbane kople Hønefoss til Oslo, vil tiltak i mindre tett befolkede områder ha lavere indirekte ringvirkningseffekter i arbeidsmarkedet.

Resultatene fra SCGE-modellanalysene spenner fra nærmest neglisjerbare til oppunder 25% av trafikantnyten til tiltaket.

Noen generelle konklusjoner som kan trekkes er:

- Prosjekter som binder sammen bo- og arbeidsregioner hvor det er betydelig forskjell i lønninger, gir opphav til høye netto ringvirkninger.
- Prosjekter hvor en betydelig andel av trafikantnyten har opphav i økning av fritidsreiser gir lavere netto ringvirkninger.
- Prosjekter som reduserer reisekostnaden mellom to soner hvor forbindelsen allerede er god, gir et lavere potensiale for netto ringvirkninger.
- Det er signifikante netto ringvirkninger for godstransport, men disse er prosentvis lavere enn for persontransport.

De modellberegnete prosentvise netto ringvirkninger stemmer godt overens med det som blir funnet for tilsvarende prosjekter i den internasjonale litteraturen. Dette gir oss tiltro til at modellen klarer å fange de realøkonomiske effektene, så vel som netto ringvirkninger, av et infrastrukturtiltak på en realistisk og god måte.

Ulike investeringsbeslutninger har ulik motivasjon. Mens enkelte infrastrukturinvesteringer kun er motivert ut i fra et ønske om forbedret lokal trafikkavvikling, er andre prosjekter i tillegg motivert ut i fra et ønske om forbedrede vekstvilkår for lokalt næringsliv og bosetting. I noen situasjoner vil en trafikkforbedring kun lede til korridoreffekter hvor vekstvirkningene er marginale i de områdene investeringen finner sted. Andre prosjekter vil kunne generere til dels store lokale vekstvirkinger gjennom økt aktivitet i de berørte områdene. Generelt kan man si at infrastrukturinvesteringer tilrettelegger for økonomisk vekst gjennom å bedre tilgjengeligheten. Tilgjengeligheten kan defineres som potensialet for interaksjon (Hansen 1959). Dette potensialet påvirkes både av kvaliteten ved transportsystemet, geografisk situasjon / lokalisering og av areal-anvendelsen i det konkrete området. Ettersom steder har ulikt potensial for interaksjon, vil de også ha varierende utviklingspotensial (Straatemeier 2008).

Selv om en infrastrukturforbedring leder til økt tilgjengelighet, er det ikke gitt at denne økte tilgjengeligheten genererer økonomiske ringvirkninger utover de som allerede er favnet i nytteberegningene i nytte-kostnadsanalysen. Det er mange

faktorer som påvirker regional vekst og ringvirkninger i økonomien, og økt tilgjengelighet er én slik faktor. Fra økonomisk teori vet vi at i tilfeller hvor de tilstøtende markedene til transportmarkedet er preget av priser høyere enn marginalkostnaden i produksjonen, så vil det kunne oppstå nytteeffekter av en infrastrukturbygging som ikke fanges i nytte –kostnadsanalysen. Vi vet imidlertid også at tilstedeværelsen og størrelsen på disse indirekte nytteeffektene avhenger av mer enn kun reduksjonen i de generaliserte reisekostnadene. De materialiserte effektene avhenger også av lokalpolitisk evne og vilje til å skaffe tilveie øvrig nødvendig infrastruktur for å betjene en økt attraktivitet med hensyn på næringsetablering og bosetting. Nivået på bompengene i nedbetalingsperioden virker inn på realisert trafikk over sambandet, hvor trafikken faller med økte bompengesatser. Erfaringer fra norske ferjeavløsningsprosjekter viser et uforløst potensiale for regional integrasjon ved høye bompengesatser, og derigjennom forsinkede produktivitetsvirkninger av investeringen (McArthur, Kleppe et al. 2013). Med dette i mente, er det eksempelvis lite trolig at en relativt høy bomsats på de nye fjordkryssningene mellom Molde-Ålesund og Stavanger-Haugesund vil utløse signifikant endring i arbeidspendlingen mellom disse stedene da det forutsetter en betydelig forskjell i lønninger mellom disse stedene for at det skal være lønnsomt å endre pendlingsmønstre.

Det er viktig å huske på at mye av de totale nyttevirkningene ved en infrastrukturinvestering allerede er fanget opp gjennom nytte-kostnadsanalysen. Det som ofte oppleves som en lokal positiv ringvirkning, motsvares ofte av en negativ ringvirkning et annet sted. Slik omfordeling av nytte skal ikke legges til i beregningen av den samfunnsøkonomiske nytten av et prosjekt.

Så lenge antakelsen om perfekt konkurranse vi benytter i nytte-kostnadsanalysen holder, så er det tilstrekkelig å innskrenke investeringens influensområde til lokale/regionale effekter. Dette er derimot ikke lenger en farbar vei hvis vi antar at markedene er imperfekte og at infrastrukturinvesteringen bidrar til å begrense markedsimperfeksjonene. Hvorvidt den observerte lokale veksten som følger av en infrastrukturinvestering er en fordelingsvirkning eller om det er nyskapt vekst, avhenger ofte av størrelsen på det romlige systemet som evalueres (Gjerdåker and Lian 2008). Det er sannsynlig at deler av den veksten som observeres lokalt og som kan oppleves som nyskapt, kun viser seg å være omfordelingseffekter dersom man utvider det evaluerte geografiske influensområdet til investeringen. Sannsynligheten for å kunne skille mellom fordelingseffekter og nyskapt vekst øker med størrelsen på det geografiske området som analyseres; lokale analyser vil kunne vise store mernytte-effekter, mens nasjonale analyser viser betydelig lavere netto ringvirkning. SCGE-modellen er en nasjonal modell som favner hele Norge og således godt egnet til å skille mellom fordelingsvirkninger og nyskapt vekst utover den trafikantnyttens som beregnes i NKA.

Selv om det er bred enighet i fagmiljøene om at NKA ikke favner alle effektene av et infrastrukturtiltak og at det også er stor grad av enighet i de underliggende teoretiske årsakene til dette. Derimot, synes behovet for å etablere mer solid forskningsbasert empiri som kan legges til grunn for fremtidige vurderinger av nye samferdselstiltak, å være stort. Derfor er det empirisk rettet forskning på norske data som bør prioriteres, og det må settes av tilstrekkelig med ressurser til å gjøre det ordentlig. Dette er forskningsoppgaver som krever betydelig innsats over tid, men som mest sannsynlig vil bringe oss mye nærmere en forståelse av omfanget av- og en omforent metode for å kvantifisere netto ringvirkninger av tiltak i samferdselssektoren.

6 Referanser

- Alfsen, K. H., et al. (1996). MSG-EE: an applied general equilibrium model for energy and environmental analyses, Statistisk sentralbyrå.
- Andreassen, L. and G. H. Bjertnæs (2006). Tallfesting av faktoretterterspørsel i MSG6. S.-n. 2006/7.
- Armington, P. (1969). "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production" Staff Papers-International Monetary Fund: 159-178.
- Arrow, K. J. and G. Debreu (1954). "Existence of an equilibrium for a competitive economy." Econometrica: Journal of the Econometric Society: 265-290.
- Brandsma, A., et al. (2011). RHOMOLO, a dynamic spatial general equilibrium model. 19th international input-output conference. Alexandria, Virginia, USA.
- Bruvoll, A. and N. Heldal (2012). Produktivitetsvirkninger av veiprosjekter: Vurdering av metode og eksempler fra E39, Rapport 2012/18 Vista Analyse.
- COWI (2010). Realprisjustering av enhetskostnader over tid, Statens vegvesen.
- COWI (2012). Produktivitetsvirkninger av fergefri E39, Mai 2012 COWI.
- 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.
- 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.
- Finansdepartementet (2013). St.meld.12 (2012-2013): Perspektivmelding 2013.
- Finansdepartementet (2014). "Rundskriv R-109/2014." Finansdepartementet, Oslo.
- Geary, R. (1950). "A Note on" A Constant-Utility Index of the Cost of Living"." The Review of Economic Studies **18**(1): 65-66.
- 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.
- Graham, D. J., et al. (2010). "The spatial decay of agglomeration economies: estimates for use in transport appraisal. Final Report."

- Hagen, K. P., 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. (1959). "How accessibility shapes land use." Journal of the American Planning Association **25**(2): 73-76.
- Hansen, W. (2010). Developing a New Spatial Computable General Equilibrium Model for Norway. European Transport Conference, 2010.
- Hansen, W. (2015). Makroøkonomiske effekter av ferjefri E39 - en SCGE modellanalyse, TØI rapport 1411/2015 Transportøkonomisk institutt.
- Hansen, W., et al. (2014). Regionale virkninger av ny Oslofjordkryssing: Underlagsrapport i konseptvalgutredning (KVU) for kryssing av Oslofjorden. , TØI-rapport 1368/2014, Transportøkonomisk institutt.
- Hansen, W. and O. Ivanova (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 Scotland.
- Heum, P., et al. (2011). Tørrskodd på jobb. Arbeidsmarkedsvirkninger av ferjefritt samband Bergen-Stavanger. Sammendrag. Upublisert notat fra SNF. Bergen.
- Heyndrickx, C., et al. (2009). ISEEM, Development of an Integrated Spatio-Economic-Ecological Model Methodology for the Analysis of Sustainability Policy, Final Report.
- Heyndrickx, C., et al. (2011). The TIGER Model: Application of detailed passenger and freight transport in a regional CGE setting, European Regional Science Association.
- Holmøy, E. and E. M. Kravik (2008). Virkninger på norsk næringsstruktur av endringer i generelle rammebetingelser: betydningen av generelle likevektseffekter. Forskningsrapport 2008/27, SSB.
- Ivanova, O., et al. (2007). RAEM: version 3.0 Final report, Transport and mobility Leuven.
- Ivanova, O., et al. (2002). PINGO A model for prediction of regional and interregional freight transport. Version 1. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Jacobs, J. (1969). The Economy of Cities, Vinage Books, N.Y.
- Jacobsen, E. W. (2008). Næringsklynger - hvordan kan de beskrives og vurderes? Menon publikasjon nr.1, Menon Business Economics.
- 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, F. and T. J. Klette (1997). Wage and employment effects of payroll taxes and investment subsidies. Discussion paper No. 194. Statistics Norway.
- Kanemoto, Y. (2013a). "Second-best cost-benefit analysis in monopolistic competition models of urban agglomeration." Journal of Urban Economics **76**: 83-92.

- Kanemoto, Y. (2013b). Pitfalls in estimating “wider economic benefits” of transportation projects, National Graduate Institute for Policy Studies.
- 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.
- Klein, L. and H. Rubin (1947). "A constant-utility index of the cost of living." The Review of Economic Studies **15**(2): 84-87.
- Koesler, S. and M. Schymura (2012). "Substitution Elasticities in a CES Production Framework-An Empirical Analysis on the Basis of Non-Linear Least Squares Estimations." ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper(12-007).
- Krugman, P. (1991). Geography and trade, the MIT Press.
- Laird, J. J., et al. (2005). "Network effects and total economic impact in transport appraisal." Transport Policy **12**(6): 537-544.
- Marshall, A. (1890). "The Principles of Economics. 8th. edn.(1920)." London: Macmillan.
- McArthur, D. P., et al. (2013). "The impact of monetary costs on commuting flows*." Papers in Regional Science **92**(1): 69-86.
- Minken, H. (2012). Til debatten om samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren. TØI-rapport 1198/2012. Oslo, 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.
- Németh, G., et al. (2011). "Estimation of Armington elasticities in a CGE economy–energy–environment model for Europe." Economic Modelling **28**(4): 1993-1999.
- NOU (2012:16). Samfunnsøkonomiske analyser.
- OECD (2002). Impact of Transport Infrastructure Investment on Regional Development. D. R. T. R. Programme, Paris, France: Organisation for Economic Co-operation and Development. **772**.
- 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.
- Raurich, X., et al. (2012). "Factor shares, the price markup, and the elasticity of substitution between capital and labor." Journal of Macroeconomics **34**(1): 181-198.
- SACTRA (1999). Transport and the Economy. London, Standing Advisory Committee on Trunk Road Appraisal.
- Saito, M. (2004). "Armington elasticities in intermediate inputs trade: a problem in using multilateral trade data." Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique **37**(4): 1097-1117.

- Sasson, A., et al. (2014). Ferjefri E39 - næringsøkonomiske gevinster ved fjordkryssing, Forskningsrapport 3/2014 Handelshøgskolen BI.
- Sasson, A., et al. (2015). Ringeriksbanen, BI Norwegian Business School.
- SSB (2000). Standard for økonomiske regioner, Statistisk sentralbyrå.
- Stone, R. (1954). "Linear expenditure systems and demand analysis: an application to the pattern of British demand." *The Economic Journal* **64**(255): 511-527.
- Straatemeier, T. (2008). "How to plan for regional accessibility." *Transport Policy* **15**(2): 127-137.
- Törmä, H. and K. Zawalinska (2007). "Technical description of the CGE RegFin/RegPol models." *University of Helsinki, RURALIA Institute*. URL: <http://www.helsinki.fi/ruralia/research/manuals.htm>.
- Ulstein, H., et al. (2015). Produktivitetseffekter av ferjefri E39, Menon.
- van Exel, J., 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.
- 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.
- Wangsnæs, P. B., et al. (2014). 22 lands retningslinjer for behandling av netto ringvirkninger i konsekvensutredninger: En litteraturstudie, TØI rapport 1382/2014 Transportøkonomisk institutt.

Vedlegg

I vedlegg 1-9 presenteres enkeltvis de tiltakene som er analysert med SCGE-modellen. Det gis en kort beskrivelse av tiltakene, inngangsdata fra transportmodellene, resultater og sensitivitetsanalyser. Da disse vedleggene skal kunne leses uavhengige av hverandre, vil mye generell informasjon være lik fra vedlegg til vedlegg.

Vedlegg 1: Ytre InterCity (Østfoldbanen)

Vedlegg 2: Jærbanen

Vedlegg 3: E6 Åsen-Steinkjer

Vedlegg 4: E39 Ålesund-Molde

Vedlegg 5: E39 Stord-Os

Vedlegg 6: Stad skipstunnel

Vedlegg 7: E10 Svolvær-Å og Gimsøya flyplass

Vedlegg 8: E16 Arna-Voss og jernbane Arna-Voss

Vedlegg 9: E16 Sandvika-Hønefoss og Ringeriksbanen

SCGE-modellen benytter resultatmatriser fra transportmodellene som inngangsdata til analysene av netto ringvirkninger. Beskrivelsen av inngangsdataene i vedleggene over gir hovedsakelig en sammenstillingen av de trafikale virkningene av de ulike tiltakene analysert med det nasjonale persontransportmodellsystemet. Det er viktig å presisere at alle tabellene i vedleggene som oppgir endringer i antall turer er endringer i antall turer innad i og mellom økonomiske soner. Dette vil nødvendigvis avvike fra turendringer på RTM- eller NTM6-sonenivå, men gir den beste beskrivelsen av inngangsdataene vi faktisk har benyttet til beregningene. Likeledes er de oppgitte endringene i transportkostnader beregnet som gjennomsnittlige endringer i transportkostnader innad i og mellom de økonomiske sonene gitt aktørens rutevalg, og er ikke kostnadsendringene på de faktiske strekningene som opplever en infrastrukturforbedring. Vi er også hovedsakelig interessert i antall rundturer for hver innbygger (for eksempel til og fra jobben), og tabellene viser derfor i hovedsak turene *til* en destinasjon og ikke tilbaketuren. Det er gjennomført sensitivitetsanalyser for tiltakene Ytre InterCity, E6 Åsen-Steinkjer, E39 Ålesund-Molde, E39 Stord-Os, E16 og jernbane mellom Arna og Voss, og E16 Sandvika-Hønefoss og Ringeriksbanen, og disse er presentert i de respektive vedleggene. De resterende vedleggene gir mer teknisk informasjon knyttet til SCGE-modellen.

Vedlegg 10: Næringsinndeling

Vedlegg 11: Soneinndeling

Vedlegg 12: Matematisk notasjon

Vedlegg 13: Detaljert beskrivelse av økonomiske mekanismer

Vedlegg 14: Valg av elastisitetsverdier

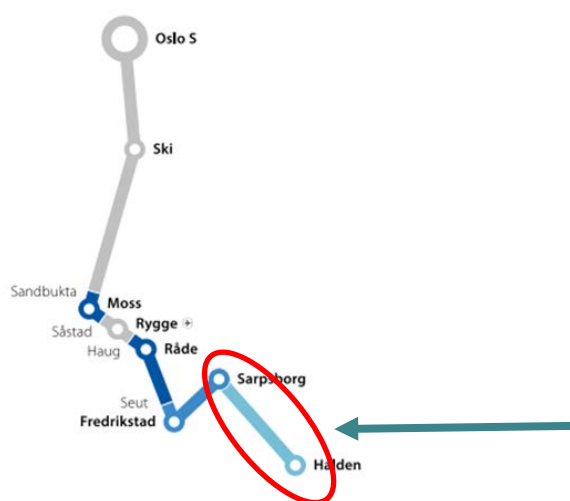
Vedlegg 15: Oversikt over SCGE-modellens ligningssystem

Vedlegg 1. Ytre InterCity (Østfoldbanen)

I dette vedlegget vil vi kort presentere hvilke tiltak som er analysert på Østfoldbanen og se nærmere på inngangsdataene som ligger til grunn for SCGE-modellberegningene. Avslutningsvis presenteres og diskuteres resultatene fra SCGE-modellanalysen, samt sensitivitetsanalyser av viktige eksogene modellparametere.

Om konseptet

Det er kun netto ringvirkninger av å bygge ut dobbeltspor mellom Sarpsborg og Halden som skal beregnes. Indre IC ligger inne i referansen med utbygging av dobbeltspor t.o.m Sarpsborg stasjon.



Ca 23 km.
dobbeltspor på
strekningen Sarpsborg
– Halden.

Utbyggingstrinn Østfoldbanen

- Trinn 1 – Ferdig 2024
- Trinn 2 – Ferdig 2026
- Trinn 3 – Ferdig 2030
- Strekning som er ferdigstilt eller under utbygging

Figur V1-1. Østfoldbanen.

Tabellen under viser reisetider på Østfoldbanen i referansen (1A) og tiltaket vi analyserer (2C).

Tabell V1-1: reisetider på Østfoldbanen i referanse (1A) og tiltak (2C). Kilde: Jernbaneverket

Fra Oslo til	1A (Indre IC)			2A (R2027)			2C (R2027 + ytre IC)		
	R	Rx	RE	R	Rx	RE	R	Rx	RE
Ski	12		12	12	12	12	12	12	12
Ås	19		-	19	19	-	19	19	-
Vestby	24		-	24	24	-	24	24	-
Sonsveien	30		-	30	-	-	30	-	-
Kambo	34		-	34	-	-	34	-	-
Moss	39		31	39	34	31	39	34	31
Rygge			37		-	37		-	37
Råde			43		-	43		-	43
Fredrikstad			51		49	51		49	51
Sarpsborg			60			60			60
Halden			81			81			72

Fra tabellen ser vi at det forventes en reisetidsreduksjon på 9 minutter mellom Sarpsborg og Halden. Tabellen viser da en reisetid på strekningen Oslo – Halden på 1 time og 12 minutter.

I materiellbruk er det forutsatt 347 passasjerplasser totalt per togsett, fordelt på 240 sitteplasser og 107 ståplasser.

Data fra transportmodellene

I dette avsnittet vil vi kort presentere hovedtrekkene i inngangsdataene som er hentet fra transportmodellene. Tabell V4-2 viser nyskapt trafikk som følge av tiltaket, summert over hele landet og fordelt på transportmiddel og reisehensikt.

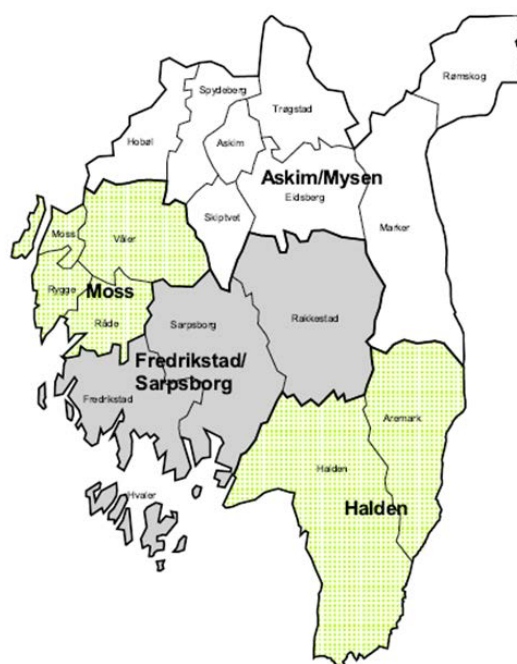
Tabell V1-2. Nasjonal endring i daglige turer som følge av tiltaket, fordelt på transportmiddel og reisehensikt (2022).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	-88	-12	196	95
Fritidsturer	-25	-4	66	37
Serviceturer	-13	-1	39	25
Totalt	-126	-17	300	157

Vi ser av tabellen at tiltaket totalt vil føre til 157 nyskapt turer om dagen. Vi ser også at det er en negativ endring for både bilfører og bilpassasjer, men en positiv endring for kollektivtransport. Dette er i tråd med hva vi forventer, da tiltaket vil gi en overføring fra vei til bane. Det er en relativt høy andel av de nyskapt turene som er arbeidsturer (95 av 157), noe som tyder på et relativt stort potensiale for netto ringvirkninger.

Både med tanke på direkte nytten og netto ringvirkninger er selvfølgelig den geografiske dimensjonen det viktigste. For beregning av netto ringvirkninger er det hovedsakelig endring i pendlingsmønsteret, som er en funksjon av endringene i arbeidsturer, som er bestemmende for effektene. Soneinndelingen i SCGE-modellen er et aggregat av sonene i transportmodellene, og endring i antall turer og kostnad per tur for hver økonomiske sone er beregnet som forklart i kapittel 3.1.1, underkapittel «Personstrømmer og transportkostnader». Den geografiske inndelingen for de økonomiske sonene i Østfold er illustrert i figuren under.

Økonomiske regioner for Østfold fylke



Figur V1-2. Økonomiske soner for Østfold fylke (SSB, 2000).

Data fra transportmodellkjøringene viser at den generaliserte kostnaden for pendlerturer med kollektivtransport mellom de økonomiske sonene «Halden» og «Fredrikstad/Sarpsborg» i snitt blir redusert med ca. 13,5 % som følge av tiltaket. I tillegg vil den generaliserte kostnaden for tilsvarende turer mellom «Halden» og «Moss» i snitt bli redusert med 12 %, og for turer mellom «Halden» og «Oslo» med 7 %. Vi ser som sagt kun på kostnadsreduksjonen som gjennomsnitt av alle sone-vise turer.

De påfølgende tabellene viser daglige turer før og etter tiltaket, samt endringen i daglige turer internt i Halden, mellom Halden og Fredrikstad/Sarpsborg og mellom Halden og Oslo. Tabellene er fordelt på formål og transportmiddel.

Tabell V1-3. Daglige turer internt i Halden (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	8186	8139	-47
	Bilpassasjer	454	445	-9
	Kollektivt	586	575	-12
	Totalt:			-67
Fritidsturer	Bilfører	26744	26730	-14
	Bilpassasjer	4152	4151	-2
	Kollektivt	1575	1547	-29
	Totalt:			-44
Serviceturer	Bilfører	2947	2942	-5
	Bilpassasjer	104	103	0
	Kollektivt	196	190	-6
	Totalt:			-11

Tabellen over viser at det totalt er en reduksjon på 122 turer internt i den økonomiske sonen «Halden», og at 67 av disse turene er arbeidsturer.

Tabell V1-4. Daglige turer mellom Halden og Fredrikstad/Sarpsborg (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	2135	2127	-8
	Bilpassasjer	55	54	-1
	Kollektivt	110	212	102
	Totalt:			94
Fritidsturer	Bilfører	3750	3748	-2
	Bilpassasjer	373	372	0
	Kollektivt	114	163	49
	Totalt:			47
Serviceturer	Bilfører	722	721	-1
	Bilpassasjer	129	129	0
	Kollektivt	41	57	16
	Totalt:			14

Tabellen over viser at det totalt er en økning på 155 turer mellom de økonomiske sonene «Halden» og «Fredrikstad/Sarpsborg», og at 94 av disse er arbeidsturer.

Tabell V1-5. Daglige turer mellom Halden og Oslo (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	27	25	-2
	Bilpassasjer	6	5	0
	Kollektivt	34	46	13
	Totalt:			11
Fritidsturer	Bilfører	231	230	-1
	Bilpassasjer	161	160	-1
	Kollektivt	85	95	10
	Totalt:			8
Serviceturer	Bilfører	61	60	-1
	Bilpassasjer	11	11	0
	Kollektivt	38	43	5
	Totalt:			4

Tabellen over viser at det totalt er en økning på 23 daglige turer mellom den økonomiske sonen «Halden» og den økonomiske sonen «Oslo», og at 11 av disse er arbeidsturer.

Modellberegnete netto ringvirkninger

Resultater

I tabellen under presenteres resultatene fra SCGE-beregningen for tiltaket. Netto-ringvirkningene er fremstilt både som prosent av trafikantnyttens og i millioner kr. neddiskontert over 40 år.

Vi har valgt å benytte etatenes beregnede trafikantnytte for at det skal være størst mulig konsistens mellom resultatene fra SCGE-modellen og den trafikantnyttens som offisielt er assosiert med hvert enkelt tiltak. Da SCGE-modellen opererer med 90 aggregerte soner, i motsetning til den langt mer disaggregerte soneinndelingen for transportmodellene, mener vi også at direkte nytten for transporttiltak blir fanget på en mer nøyaktig måte i transportmodellene.

Gjennom analysene med SCGE-modellen blir det beregnet nytte, men da gjennom bruk av et annet konsept enn trapesformelen som ligger til grunn for EFFEKT og trafikantnyttensmodulberegningene. Nyttvirkningene i SCGE-modellanalysen blir beregnet gjennom bruk av konseptet kompensert variasjon. Kompensert variasjon (CV) er en metode for å måle endringer i en befolknings velferd som følge av en prisendring. Enkelt forklart er CV et uttrykk for hvor mye husholdningenes inntekt må justeres for å oppnå det opprinnelige nyttenivået de hadde før endringen i infrastruktur, dvs. det maksimale konsumentene er villig til å betale for å oppnå velferdsendringen. Den prosentvise netto ringvirkningen er framkommet gjennom sammenligning av SCGE-modellens beregnede CV i to ulike modellkjøringen; én

hvor antakelsene tilsvarer de som ligger til grunn for NKA og én som antar avvik fra fullkommen konkurranse i sekundærmarkedene, samt positive agglomerasjons-eksternaliteter.

Tabell V1-6. Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

Trafikantnytte (millioner kroner)	Netto ringvirkninger (%)	Netto ringvirkninger (millioner kroner)
500	16.1 %	80.5

I tabellen over er den prosentvise netto ringvirkningen multiplisert med trafikantnytten til prosjektene. En annen trafikantnytte vil gi en annen netto ringvirkning i millioner kr. Trafikantnytten er gitt av de ansvarlige for transportmodellkjøringen (se kapittel 4.2) og et resultat av nytteberegning fra de samme transportmodellanalysene som ligger til grunn for våre SCGE-modellberegninger.

De modellberegnete netto ringvirkningene er hovedsakelig et resultat av den forbedrede tilgjengeligheten mellom Halden og Fredrikstad/Sarpsborg som tiltaket fører til. Dette endrer pendlingsmønsteret, bringer arbeidsmarkedene tettere sammen og påvirker næringsstrukturen gjennom et endret arbeidstilbud i disse og nærliggende soner. Halden blir også tettere knyttet sammen med Moss og Oslo, noe som gir relativt større agglomerative effekter siden Oslo er et stort arbeidsmarked. Noe som ytterligere øker effekten er at en så stor andel av de påvirkede turene er pendlerturer, altså blir arbeidsmarkedet i stor grad påvirket av tiltaket.

Gjennom reduserte transportkostnader for husholdningene vil også deres konsumbudsjett øke. I tillegg tar arbeidstakere i Halden med seg en relativt høyere inntekt tilbake fra Oslo. Dette påvirker etterspørselen etter varer og tjenester, noe som har ytterligere innvirkning på næringsstrukturen. Økning i konsumentterspørsel gjennom høyere lønn og billigere transport, og økning i produktivitet gjennom agglomerative mekanismer vil øke de modellberegnete netto ringvirkningene ytterligere. For en mer fullstendig gjennomgang av hva som driver effektene, se avsnittene 4.1.1 og 4.1.2 i hovedrapporten.

Jernbaneprosjekter er antatt å ha lengre levetid enn vegprosjekter. I trafikantnytteberegningene er nytten i de første 40 årene av økonomisk levetid neddiskontert til en beregnet nytte på 500 mill. kr. I denne verdien er det ikke tatt hensyn til restverdi for nytte de siste 35 årene. Restverdien har ikke vært tilgjengelig i trafikantnytteberegningene fra Jernbaneverket. Ideelt sett burde denne vært lagt til trafikantnytten og da resultert i høyere beregnet netto ringvirkning i mill. kr.

Sensitivitetsanalyse

Enkelte parametere i SCGE-modellen kan ikke utledes direkte fra nasjonalregnskapsdata. Disse må antas eksogent. Vi har ikke estimert noen slike parametere selv basert på norske data, men hentet disse fra litteraturen. Det er ikke alltid selvsagt hvilken verdi man skal velge på slike parametere, og vi har derfor valgt å inkludere en sensitivitetsanalyse hvor vi henholdsvis reduserer og øker verdien på én og én

parameter med 10 %, for å se hvordan det slår ut på beregningene av netto ringvirkninger. Se vedlegg 14 for en oversikt over parameterverdiene vi har valgt, en rettferdiggjøring av disse valgene og referanser til relevant litteratur.

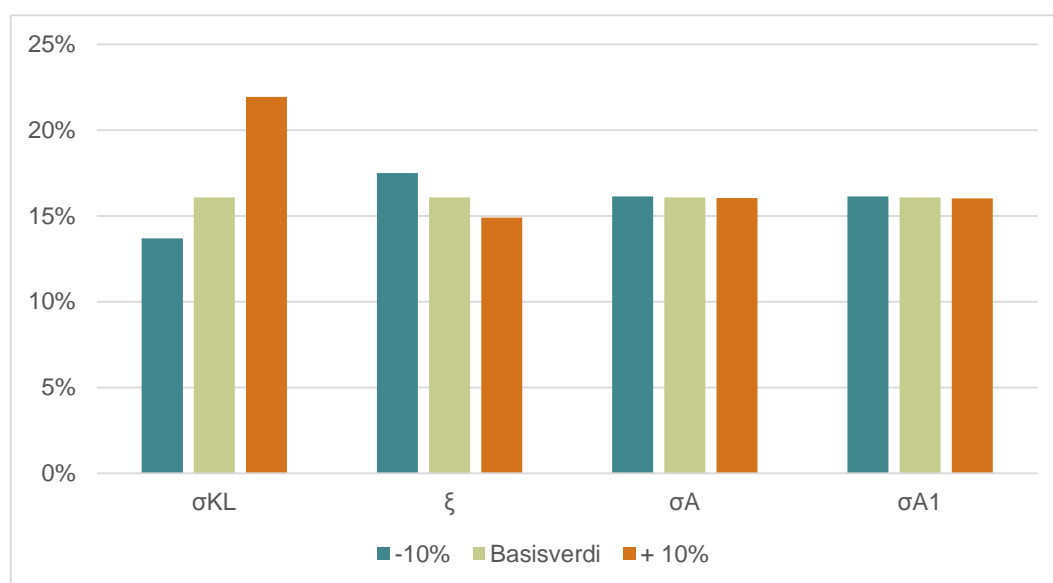
Netto ringvirkninger er et abstrakt konsept, og vi mener det er umulig å beregne dette på en nøyaktig måte. Leser man tabellene under, får man likevel et inntrykk av at presisjonen er kunstig høy, siden prosentvise ringvirkninger er oppgitt med to desimaler. Grunnen til at vi gjør dette er for å gi et bedre innblikk i sensitivitetsanalysen der hvor forskjellene i netto ringvirkninger av å endre parameterverdier er små.

Parameterverdiene vi gjør en sensitivitetsanalyse av er substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft fra bedriftenes CES-produksjonsteknologi ($\sigma_{KL_{ri}}$); substitusjonselastisiteten mellom Dixit-Stiglitz-varianter av den samme varen produsert i den samme sonen (ξ_i); transformasjonselastisiteten fra Armington-funksjonen mellom valget av importvarer og norskproduserte varer ($\sigma_{A_{ri}}$); og transformasjonselastisiteten fra Armingtonfunksjonen mellom valget av norskproduserte varer fra forskjellige regioner ($\sigma_{A1_{ri}}$).

Tabellen og figuren viser sensitivitetsanalysen for beregningene.

Tabell V1-7. Sensitivitetsanalyse for persontransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σ_{KL}	13.69 %	16.09 %	21.94 %
ξ	17.50 %	16.09 %	14.91 %
σ_A	16.14 %	16.09 %	16.05 %
σ_{A1}	16.14 %	16.09 %	16.04 %



Figur V1-3. Sensitivitetsanalyse for persontransport.

Vi ser at elastisiteten som har mest å si er $\sigma_{KL_{ri}}$. Det er to grunner til dette. For det første fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte det

nye arbeidskraftstilbudet som kommer av endringene i pendlings- og migrasjonsmønsteret infrastrukturforbedringen fører med seg. For det andre fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte produktivitetsøkningen (eller reduksjonen) i den tilbudte arbeidskraften som følge av agglomerasjonseffekter. Det er likevel problematisk, da det finnes få gode kilder til estimater av denne elastisiteten. De kildene som finnes har også sprikende resultater. Dermed kan man konkludere med at $\sigma_{KL_{ri}}$ er en stor kilde til usikkerhet i modellberegningene. Tabellen viser at en økning i elastisiteten fører til en økning i netto ringvirkninger.

Substitusjonselastisiteten mellom varianter ξ_i vil nødvendigvis påvirke den beregnede mernytten, da den beskriver i hvor stor grad varianter er nære eller imperfekte substitutter. Dette er et direkte mål på markedsrettet konkurranse, og siden markedsrettet konkurranse er et avvik fra perfekt konkurranse, er det en direkte kilde til netto ringvirkninger. Å øke substitusjonselastisiteten innebærer en antakelse om at varene i større grad er nære substitutter, altså en reduksjon i markedsrettet konkurranse som burde føre til en reduksjon i netto ringvirkninger. Dette er i tråd med hva vi observerer i tabellen og figuren over.

Armingtonelastisitetene beskriver varehandel, og er således viktige for hvordan tiltak påvirker den regionale næringsstrukturen. Det ser imidlertid ikke ut til at disse elastisitetene har nevneverdig betydning for beregninger av netto ringvirkninger av en bedring i togtilbudet i dette tilfellet.

Vedlegg 2. Jærbanen

Om konseptet

Transportmodellkjøringen vi har basert analysene på er for konsept 1 fra Urbanets rapport «Videreutvikling av dobbeltsporet på Jæren»¹⁵.



Figur V2-1. Oversikt over Jærbanen, inkludert stoppesteder.

I rapporten står det blant annet at konseptet innebærer en dobling i antall avganger over døgnet sør for Sandnes til Nærbø. Samtidig reduseres reisetiden på hele strekningen. Dette gir en etterspørselsvekst på 21 prosent sammenlignet med konsept 0 og totalt 3,9 millioner påstigninger per år. På stoppestedene Ganddal, Øksnavadporten, Klepp, Bryne og Nærbø øker samlet antall påstigninger med 37 prosent. Dette er stoppestedene som får den største tilbudsforbedringen med økt frekvens og redusert reisetid. På stoppestedene sør for Nærbø øker antall påstigninger med 0,6 prosent. Disse stoppestedene får kun redusert reisetid i dette konseptet. Effekten av en redusert reisetid på 4 minutter på de lengre strekningene

15

http://www.urbanet.no/Documents/Publikasjoner/UAnotat_70_2014_Videreutvikling%20av%20dobbeltsporet%20p%C3%A5%20J%C3%A6rbanen.pdf

mot Stavanger fra disse stoppestedene gir liten etterspørselseffekt. Ser vi på stoppestedene nord for Sandnes får vi etterspørselseffekten av økt frekvens til stoppesteder sør for Sandnes til Nærbø, samt redusert reisetid på de lengre reisene. Antall påstigninger per år på disse stoppestedene øker med 26 prosent.

I SCGE-modellen er Sandnes og Stavanger i den samme økonomiske sonen, slik at vi ikke skiller disse reisene fra hverandre, men kun ser på en gjennomsnittlig endring i generaliserte reisekostnader mellom de økonomiske sonene «Stavanger-Sandnes» og «Jæren» (se Figur V2-2).

Data fra transportmodellene

I dette avsnittet vil vi kort presentere hovedtrekkene i inngangsdataene som er hentet fra transportmodellene. Tabellen under viser nyskapt trafikk som følge av tiltaket, summert over hele landet og fordelt på transportmiddel og reisehensikt.

Tabell V2-1. Nasjonal endring i turer som følge av tiltaket, fordelt på transportmiddel og reisehensikt (2022).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	-606	-37	1003	361
Fritidsturer	-68	-20	236	148
Serviceturer	-28	-4	68	36
Totalt	-702	-61	1308	544

Vi ser av tabellen at tiltaket totalt vil føre til 544 nyskapte turer om dagen. Vi ser også at det er en positiv endring for kollektivtrafikk og en negativ endring for bilfører og bilpassasjer, som er i tråd med hva vi forventer. Det er også en stor andel av den nyskapte trafikken som er arbeidspendling (361 av 544 daglige turer).

Både med tanke på direktenytten og netto ringvirkninger er selvfølgelig den geografiske dimensjonen det viktigste. For beregning av netto ringvirkninger er det hovedsakelig endring i pendlingsmønsteret, som er en funksjon av endringene i arbeidsturer, som er bestemmende for effektene. Soneinndelingen i SCGE-modellen er et aggregat av sonene i transportmodellene, og endring i antall turer og kostnad per tur for hver økonomiske sone er beregnet som forklart i kapittel 3.1.1, underkapittel «Personstrømmer og transportkostnader». Den geografiske inndelingen for de økonomiske sonene «Stavanger/Sandnes» og «Jæren» er illustrert i figuren under.



Figur V2-2. Oversikt over de økonomiske sonene i Rogaland fylke (SSB, 2000).

Data fra transportmodellkjøringene viser at den gjennomsnittlige generaliserte kostnaden for arbeidsturer med kollektivtransport mellom de økonomiske sonene «Stavanger/ Sandnes» og «Jæren» blir redusert med ca. 3% som følge av tiltaket. Neste tabell viser daglige turer før og etter tiltaket, samt endringen i daglige turer mellom de økonomiske sonene «Stavanger/Sandnes» og «Jæren».

Tabell V2-2. Daglige turer mellom «Stavanger/ Sandnes» og «Jæren» (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	6475	6398	-76
	Bilpassasjer	127	121	-5
	Kollektivt	1495	1921	426
	Totalt:			345
Fritidsturer	Bilfører	16311	16302	-9
	Bilpassasjer	1747	1745	-2
	Kollektivt	930	1067	137
	Totalt:			126
Serviceturer	Bilfører	2111	2109	-2
	Bilpassasjer	56	55	-1
	Kollektivt	93	109	16
	Totalt:			13

Tabellen viser at tiltaket fører til en økning på 484 daglige turer mellom «Stavanger/Sandnes» og «Jæren», hvorav 345 turer (71 %) er arbeidsreiser. Da flere av stoppene langs Jærbanen ligger innad i disse sonene, er det også en økning i kollektivreiser og reiser totalt internt i Stavanger/Sandnes og Jæren.

Modellberegnete netto ringvirkninger

I tabellen under presenteres resultatene fra SCGE-beregningen for Jærbanen. Netto-ringvirkningene er fremstilt både som prosent av trafikantnyttens og i millioner kr. neddiskontert over 40 år.

Vi har valgt å benytte etatenes beregnede trafikantnytte for at det skal være størst mulig konsistens mellom resultatene fra SCGE-modellen og den trafikantnyttens som offisielt er assosiert med hvert enkelt tiltak. Da SCGE-modellen opererer med 90 aggregerte soner, i motsetning til den langt mer disaggregerte soneinndelingen for transportmodellene, mener vi også at direktenytten for transporttiltak blir fanget på en mer nøyaktig måte i transportmodellene.

Gjennom analysene med SCGE-modellen blir det beregnet nytte, men da gjennom bruk av et annet konsept enn trapesformelen som ligger til grunn for EFFEKT og trafikantnyttmodulberegningene. Nyttvirkningene i SCGE –modellanalysen blir beregnet gjennom bruk av konseptet kompensert variasjon. Kompensert variasjon (CV) er en metode for å måle endringer i en befolknings velferd som følge av en prisendring. Enkelt forklart er CV et uttrykk for hvor mye husholdningenes inntekt må justeres for å oppnå det opprinnelige nyttenivået de hadde før endringen i infrastruktur, dvs. det maksimale konsumentene er villig til å betale for å oppnå velferdsendringen. Den prosentvise netto ringvirkningen er framkommet gjennom sammenligning av SCGE-modellens beregnede CV i to ulike modellkjøringen; én hvor antakelsene tilsvarer de som ligger til grunn for NKA og én som antar avvik fra fullkommen konkurranse i sekundærmarkedene, samt positive agglomerasjons-eksternaliteter.

Tabell V2-3 Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

	Trafikantnytte (millioner kroner)	Netto ring- virkninger (%)	Netto ringvirkninger (millioner kroner)
Totalt	1 460	23.9%	349

I tabellen over er den prosentvise netto ringvirkningen multiplisert med trafikantnyttens til prosjektene. En annen trafikantnytte vil gi en annen netto ringvirkning i millioner kr. Trafikantnyttens er gitt av de ansvarlige for transportmodellkjøringen (se kapittel 4.2) og et resultat av nytteberegning fra de samme transportmodellanalysene som ligger til grunn for våre SCGE-modellberegninger.

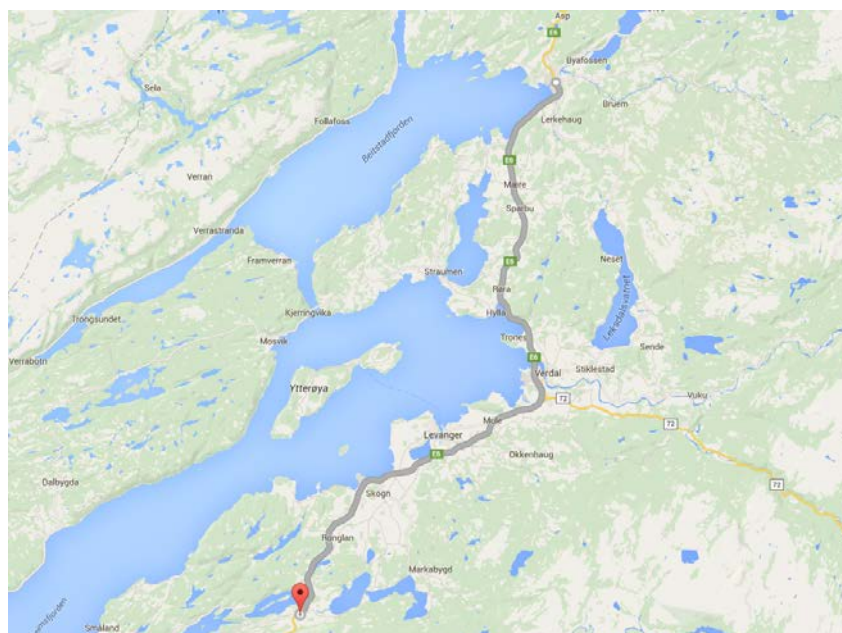
De modellberegnete netto ringvirkningene er hovedsakelig et resultat av den forbedrede tilgjengeligheten mellom Jæren og Sandnes som tiltaket fører til. Dette

endrer pendlingsmønsteret, bringer arbeidsmarkedene tettere sammen og påvirker næringsstrukturen gjennom et endret arbeidstilbud i disse og nærliggende soner. Gjennom reduserte transportkostnader for husholdningene vil også deres konsumbudsjett øke. Dette påvirker etterspørselen etter varer og tjenester, noe som har ytterligere innvirkning på næringsstrukturen. Økning i konsumetterspørsel gjennom billigere transport, og økning i produktivitet gjennom agglomerative mekanismer vil øke de modellberegnete netto ringvirkningene ytterligere. Dette er tiltaket med den høyeste prosentvise netto ringvirkningen. Det er hovedsakelig to grunner til dette. For det første er dette tiltaket hvor den høyeste andelen av endringer i turer består av pendlingsreiser (71%). For det andre binder tiltaket sammen to soner hvor lønnsforskjellene er forholdsvis store. Tiltaket vil med andre ord påvirke arbeidsmarkedene forholdsvis mye. For en mer fullstendig gjennomgang av hva som driver effektene, se avsnittene 4.1.1 og 4.1.2 i hovedrapporten.

Vedlegg 3. E6 Åsen-Steinkjer

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket er et veikonsept i form av en utbedring av E6 mellom Åsen i Levanger kommune og Steinkjer. Strekningen er på 63,5 km, og utbedringen skal føre til seks minutters spart reisetid på strekningen totalt sett. Strekningen er illustrert i figuren under.



Figur V3-1. Illustrasjon av E6 mellom Åsen og Steinkjer.

Fra Åsen til Trondheim er det 57 km. Tiltaket skal analyseres uten bompenger.

Inngangsdata fra transportmodellene

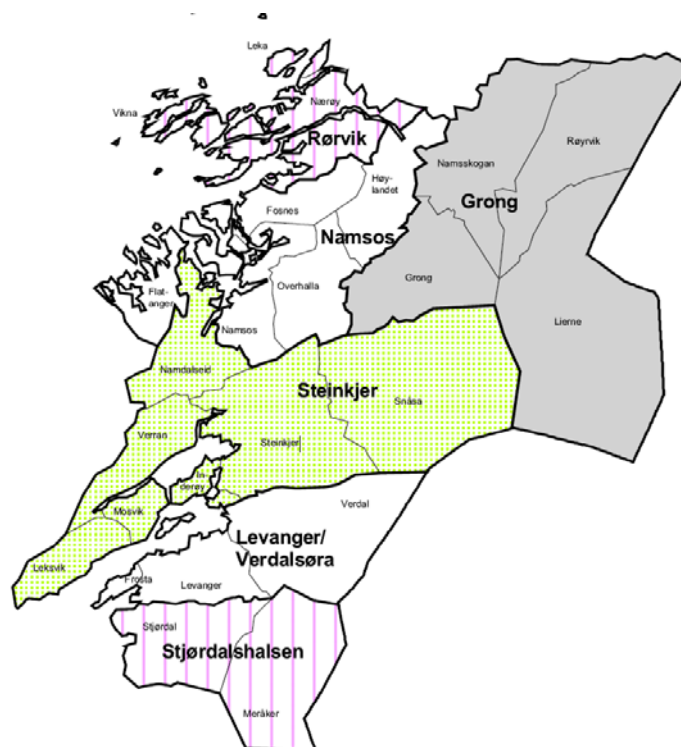
I dette avsnittet vil vi kort presentere hovedtrekkene i inngangsdataene som er hentet fra transportmodellene. Tabellen under viser nyskapt trafikk som følge av tiltaket, summert over hele landet og fordelt på transportmiddel og reisehensikt.

Tabell V3-1. Endring i daglige turer som følge av tiltaket, fordelt på transportmiddel og reiseb hensikt (2022).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	76	28	-15	90
Fritidsturer	174	90	-24	241
Serviceturer	56	6	5	68
Totalt	307	124	-34	398

Vi ser av tabellen at tiltaket totalt vil føre til 398 nyskapt turer om dagen. Av disse er 90 arbeidsturer. Vi ser også at det er en positiv endring for både bilfører og bilpassasjer, men en negativ endring for kollektivtransport. Dette er i tråd med hva vi forventer, da tiltaket trolig vil føre til at privatbiltrafikken tar markedsandeler fra kollektivtrafikken.

Både med tanke på direkte nytten og netto ringvirkninger er selvfølgelig den geografiske dimensjonen det viktigste. For beregning av netto ringvirkninger er det hovedsakelig endring i pendlingsmønsteret, som er en funksjon av endringene i arbeidsturer, som er bestemmende for effektene. Soneinndelingen i SCGE-modellen er et aggregat av sonene i transportmodellene, og endring i antall turer og kostnad per tur for hver økonomiske sone er beregnet som forklart i kapittel 3.1.1, underkapittel «Personstrømmer og transportkostnader». Den geografiske inndelingen for de økonomiske sonene «Steinkjer», «Levanger» og «Stjørdalshalsen» er illustrert i figuren under.



Figur V3-2. Oversikt over økonomiske soner i Nord-Trøndelag (SSB, 2000).

Tiltaket fører ikke til så store gjennomsnittlige kostnadsendringer mellom soner. Reduksjonen i gjennomsnittlig generalisert kostnad for arbeidsreiser med bil mellom soneparene Steinkjer og Stjørdalshalsen, hvor tiltaket implementeres, er 6,3 %. De påfølgende tabellene viser daglige turer før og etter tiltaket, samt endringen i daglige turer, internt i Steinkjer, mellom Steinkjer og Trondheim og mellom Steinkjer og Levanger respektivt. Tabellene er fordelt på formål og transportmiddel.

Tabell V3-2. *Daglige turer internt i Steinkjer (2022).*

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	178	177	-2
	Bilpassasjer	449	444	-5
	Kollektivt	12026	11915	-112
	Totalt:			-118
Fritidsturer	Bilfører	992	989	-3
	Bilpassasjer	5974	5953	-21
	Kollektivt	45571	45362	-210
	Totalt:			-234
Serviceturer	Bilfører	4428	4397	-32
	Bilpassasjer	91	88	-2
	Kollektivt	61	61	0
	Totalt:			-34

Tabell V3-3. *Daglige turer mellom Steinkjer og Trondheim (2022)*

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	161	164	3
	Bilpassasjer	10	11	1
	Kollektivt	47	47	-1
	Totalt:			3
Fritidsturer	Bilfører	770	791	21
	Bilpassasjer	280	290	11
	Kollektivt	152	150	-2
	Totalt:			29
Serviceturer	Bilfører	131	136	5
	Bilpassasjer	16	16	1
	Kollektivt	54	53	-1
	Totalt:			4

Tabell V3-4. Daglige turer mellom Steinkjer og Levanger (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	611	705	94
	Bilpassasjer	23	31	8
	Kollektivt	100	99	-1
	Totalt:			100
Fritidsturer	Bilfører	1465	1634	169
	Bilpassasjer	197	217	20
	Kollektivt	365	367	2
	Totalt:			192
Serviceturer	Bilfører	207	232	26
	Bilpassasjer	22	24	2
	Kollektivt	32	32	0
	Totalt:			28

Tiltaket fører til en reduksjon i internturer i de berørte sonene. Det ser ikke i særlig grad ut til å føre til økt trafikk mellom Steinkjer og Trondheim, men fører til en økning i 340 turer mellom Steinkjer og Levanger. 100 av disse er arbeidsreiser.

SCGE-modellberegnete netto ringvirkninger

Resultater

I tabellen under presenteres resultatene fra SCGE-beregningen for Åsen-Steinkjer. Netto-ringvirkningene er fremstilt både som prosent av trafikantnyttene og i millioner kr. neddiskontert over 40 år.

Vi har valgt å benytte etatenes beregnede trafikantnytte for at det skal være størst mulig konsistens mellom resultatene fra SCGE-modellen og den trafikantnyttene som offisielt er assosiert med hvert enkelt tiltak. Da SCGE-modellen opererer med 90 aggregerte soner, i motsetning til den langt mer disaggregerte soneinndelingen for transportmodellene, mener vi også at direkte nytten for transporttiltak blir fanget på en mer nøyaktig måte i transportmodellene.

Gjennom analysene med SCGE-modellen blir det beregnet nytte, men da gjennom bruk av et annet konsept enn trapesformelen som ligger til grunn for EFFEKT og trafikantnyttmodulberegningene. Nyttvirkningene i SCGE –modellanalysen blir beregnet gjennom bruk av konseptet kompensert variasjon. Kompensert variasjon (CV) er en metode for å måle endringer i en befolknings velferd som følge av en prisendring. Enkelt forklart er CV et uttrykk for hvor mye husholdningenes inntekt må justeres for å oppnå det opprinnelige nyttenivået de hadde før endringen i infrastruktur, dvs. det maksimale konsumentene er villig til å betale for å oppnå velferdsendringen. Den prosentvise netto ringvirkningen er framkommet gjennom sammenligning av SCGE-modellens beregnede CV i to ulike modellkjøringen; én

hvor antakelsene tilsvarer de som ligger til grunn for NKA og én som antar avvik fra fullkommen konkurranse i sekundærmarkedene, samt positive agglomerasjons-eksternaliteter.

Tabell V3-5. Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

	Trafikantnytte (millioner kroner)	Netto ring- virkninger (%)	Netto ringvirkninger (millioner kroner)
Person	2353	15.6%	367
Gods	1095	0,8 %	8.9
Totalt	3447	10.9%	376

I tabellen over er den prosentvise netto ringvirkningen multiplisert med trafikantnytt til prosjektene. En annen trafikantnytte vil gi en annen netto ringvirkning i millioner kr. Trafikantnytt er gitt av de ansvarlige for transportmodellkjøringen (se kapittel 4.2) og et resultat av nytteberegning fra de samme transportmodellanalysene som ligger til grunn for våre SCGE-modellberegninger.

De modellberegnete netto ringvirkningene er hovedsakelig et resultat av den forbedrede tilgjengeligheten mellom Steinkjer, Levanger og Stjørdalshalsen som tiltaket fører til. Dette endrer pendlingsmønsteret mellom disse økonomiske sonene, bringer arbeidsmarkedene tettere sammen og påvirker næringsstrukturen gjennom et endret arbeidstilbud. Gjennom reduserte transportkostnader for husholdningene vil også deres konsumbudsjett øke. Dette påvirker etterspørselen etter varer og tjenester, noe som har ytterligere innvirkning på næringsstrukturen. Økning i konsumetterspørsel gjennom billigere transport, og økning i produktivitet gjennom agglomerative mekanismer vil øke de modellberegnete netto ringvirkningene ytterligere. For en mer fullstendig gjennomgang av hva som driver effektene, se avsnittene 4.1.1 og 4.1.2 i hovedrapporten. Nytt for godstransport for dette tiltaket er tilnærmet neglisjerbar.

Sensitivitetsanalyse

Enkelte parametere i SCGE-modellen kan ikke utledes direkte fra nasjonal-regnskapsdata. Disse må antas eksogent. Vi har ikke estimert noen slike parametere selv basert på norske data, men hentet disse fra litteraturen. Det er ikke alltid selvsagt hvilken verdi man skal velge på slike parametere, og vi har derfor valgt å inkludere en sensitivitetsanalyse hvor vi henholdsvis reduserer og øker verdien på én og én parameter med 10 %, for å se hvordan det slår ut på beregningene av netto ringvirkninger. Se vedlegg 14 for en oversikt over parameterverdiene vi har valgt, en rettfærdiggjøring av disse valgene og referanser til relevant litteratur.

Netto ringvirkninger er et abstrakt konsept, og vi mener det er umulig å beregne dette på en nøyaktig måte. Leser man tabellene under, får man likevel et inntrykk av at presisjonen er kunstig høy, siden prosentvise ringvirkninger er oppgitt med flere

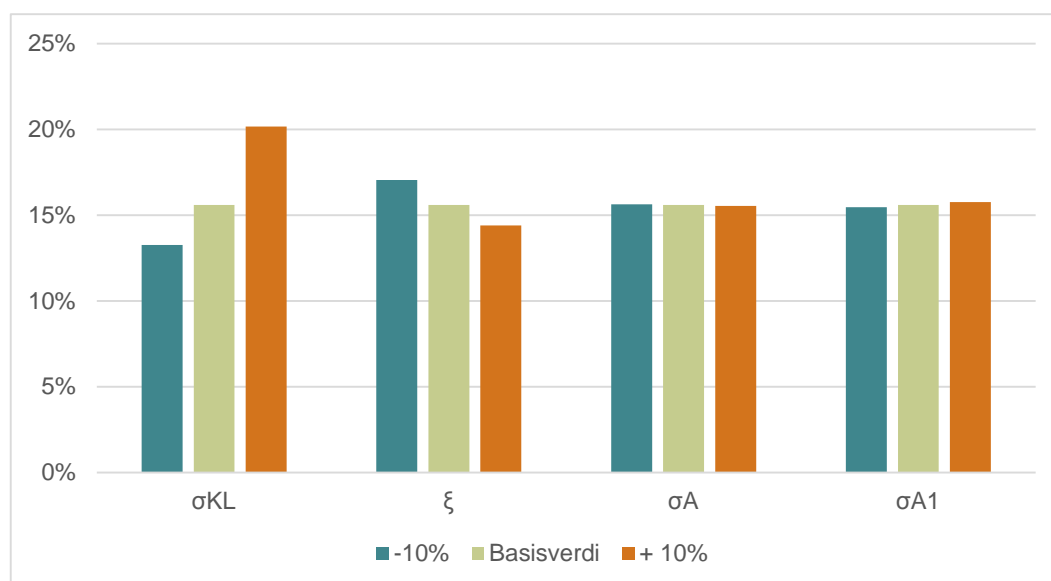
desimaler. Grunnen til at vi gjør dette er for å gi et bedre innblikk i sensitivitetsanalysen der hvor forskjellene i netto ringvirkninger av å endre parameterverdier er små.

Parameterverdiene vi gjør en sensitivitetanalyse av er substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft fra bedriftenes CES-produksjonsteknologi ($\sigma_{KL_{ri}}$); substitusjonselastisiteten mellom Dixit-Stiglitz-varianter av den samme varen produsert i den samme sonen (ξ_i); transformasjonselastisiteten fra Armington-funksjonen mellom valget av importvarer og norskproduserte varer ($\sigma_{A_{ri}}$); og transformasjonselastisiteten fra Armingtonfunksjonen mellom valget av norskproduserte varer fra forskjellige regioner.

Det er kun beregnet sensitiviteter for persontransport for dette tiltaket. Tabell V3-6 og figur V3-3 viser sensitivitetsanalysen for beregningene.

Tabell V3-6. Sensitivitetsanalyse for persontransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σ_{KL}	13.26 %	15.59 %	20.17 %
ξ	17.05 %	15.59 %	14.39 %
σ_A	15.64 %	15.59 %	15.55 %
σ_{A1}	15.46 %	15.59 %	15.76 %



Figur V3-3. Sensitivitetsanalyse for persontransport.

Vi ser at elastisiteten som har mest å si er $\sigma_{KL_{ri}}$. Det er to grunner til dette. For det første fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte det nye arbeidskraftstilbudet som kommer av endringene i pendlings- og migrasjonsmønsteret infrastrukturforbedringen fører med seg. For det andre fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte produktivitetsøkningen (eller reduksjonen) i den tilbudte arbeidskraften som følge av agglomerasjonseffekter. Det

er likevel problematisk, da det finnes få gode kilder til estimater av denne elastisiteten. De kildene som finnes har også sprikende resultater. Dermed kan man konkludere med at σKL_{ri} er en stor kilde til usikkerhet i modellberegningene. Tabellen viser at en økning i elastisiteten fører til en økning i netto ringvirkninger.

Substitusjonselastisiteten mellom varianter ξ_i vil nødvendigvis påvirke den beregnede mernytten, da den beskriver i hvor stor grad varianter er nære eller imperfekte substitutter. Dette er et direkte mål på markedsrett, og siden markedsrett er et avvik fra perfekt konkurranse, er det en direkte kilde til netto ringvirkninger. Å øke substitusjonselastisiteten innebærer en antakelse om at varene i større grad er nære substitutter, altså en reduksjon i markedsretten som burde føre til en reduksjon i netto ringvirkninger. Dette er i tråd med hva vi observerer i tabellen og figuren over.

Armingtonelastisitetene beskriver varehandel, og er således viktige for hvordan tiltak påvirker den regionale næringsstrukturen. Det ser imidlertid ikke ut til at disse elastisitetene har nevneverdig betydning for beregninger av netto ringvirkninger av en bedring i persontransporttilbudet.

Vedlegg 4. E39 Ålesund-Molde

I dette vedlegget vil vi kort presentere Ålesund-Molde som infrastrukturtiltak og se nærmere på inngangsdataene som ligger til grunn for SCGE-modellberegningene. Det gis en grundigere resultatpresentasjon inkludert sensitivitetsanalyser av viktige eksogene modellparametere.

Om konseptet

Strekningen Ålesund-Molde betjenes i dag med et lengre fergesamband mellom Vestnes og Molde. I henhold til rutetabellen for fergesambandet, tar overfarten 45 minutter. På dagtid i normaltrafikk, betjenes sambandet med 2 ferger og avganger 2-3 ganger i timen.

Ny E39 Molde-Ålesund vil krysse Romsdalsfjorden med tunnel og hengebro fra Julbøen i Molde kommune til Vik i Vestnes kommune. Det planlegges henholdsvis hengebru over Julsundet, fra Oterøya (Nautneset) til Julbøen i Molde kommune, og undersjøisk tunnel fra Vik i Vestnes kommune, under Tautra, til Nautneset på Oterøya. Tunnelen planlegges utført med 2 tunnellop.

Total veglengde for den kombinerte tunnel- og brustrekningen er om lag 22 km.

Kartillustrasjonen under viser den planlagte fjordkrysningen, samt to konsepter for videre vegtrasé mellom Tomrefjord i Vestnes kommune og Digernes i Skodje kommune. I våre analyser er det vestlige alternativet kodet i transportmodellene, dvs. ny E39 langs Svartløkvatnet (K3 i KVU Ålesund-Bergsøya).



Figur V4-1. Oversikt over tiltaket (Statens vegvesen).

Tabellen under viser oppsummert vegstandard for Vestnes-Molde.

Tabell V4-1: vegstandard Vestnes-Molde (Rambøll 2013: Vestnes-Molde, kommunedelplan og konsekvensutredning)

	Dim.trafikk- mengde	Fartsgrense	Vegbredde	Gang- og sykkelløsning
E39 Vik – tunnelpåhugg sør	9400	90 km/t	12,5 m (med midtrettverk)	Ingen
E39 Undersjøisk tunnel	9400	90 km/t	To tunnellop (2 * T9,5)	Ingen
E39 Julsundbrua	13300	80 km/t	Fire felt (16,5 m)	Adskilt gangbane på den ene siden av brua

Data fra transportmodellene

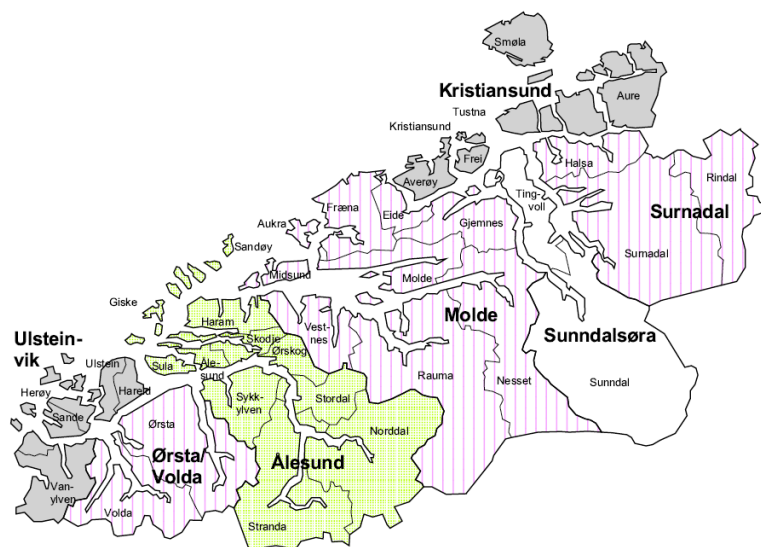
I dette avsnittet vil vi kort presentere hovedtrekkene i inngangsdataene som er hentet fra transportmodellene. Tabellen under viser nyskapt trafikk som følge av tiltaket, summert over hele landet og fordelt på transportmiddel og reisehensikt.

Tabell V4-2. Nyskapt trafikk i ADT som følge av tiltaket, fordelt på transportmiddel og reisehensikt (2022).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	83	42	20	146
Fritidsturer	290	185	8	483
Serviceturer	101	18	6	125
Totalt	474	245	34	753

Vi ser av tabellen at tiltaket totalt vil føre til 753 nyskapte turer om dagen. Vi ser også at det er en positiv endring for både bilfører, bilpassasjer og kollektivtransport. Dette er i tråd med hva vi forventer, da tiltaket vil føre til en redusert kostnad for biler, så vel som busser.

Både med tanke på direktenytten og netto ringvirkninger er selvfølgelig den geografiske dimensjonen det viktigste. For beregning av netto ringvirkninger er det hovedsakelig endring i pendlingsmønsteret, som er en funksjon av endringene i arbeidsturer, som er bestemmende for effektene. Soneinndelingen i SCGE-modellen er et aggregat av sonene i transportmodellene, og endring i antall turer og kostnad per tur for hver økonomiske sone er beregnet som forklart i kapittel 3.1.1, underkapittel «Personstrømmer og transportkostnader». Den geografiske inndelingen for de økonomiske sonene «Molde» og «Ålesund» er illustrert i figuren under.



Figur V4-2. Økonomiske soner for Møre og Romsdal fylke (SSB, 2000).

Data fra transportmodellkjøringene viser at den generaliserte kostnaden for bilturer mellom de økonomiske sonene «Molde og «Ålesund» i snitt blir redusert med ca. 7,7% som følge av tiltaket. De påfølgende tabellene viser daglige turer før og etter tiltaket, samt endringen i daglige turer, internt i Molde, mellom Molde og Ålesund og internt i Ålesund respektivt. Tabellene er fordelt på formål og transportmiddel.

Tabell V4-3. Daglige turer internt i Molde (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	21758	21735	-23
	Bilpassasjer	866	893	27
	Kollektivt	722	737	15
	Totalt:			20
Fritidsturer	Bilfører	80035	79988	-48
	Bilpassasjer	10899	10900	1
	Kollektivt	3069	3160	91
	Totalt:			44
Serviceturer	Bilfører	7916	7907	-8
	Bilpassasjer	214	215	1
	Kollektivt	222	229	6
	Totalt:			-1

Tabellen over viser at det totalt er en økning på 63 turer internt i den økonomiske sonen «Molde», og at 20 av disse turene er arbeidsturer.

Tabell V4-4. Daglige turer mellom Molde og Ålesund (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	169	250	81
	Bilpassasjer	12	20	8
	Kollektivt	28	25	-2
	Totalt:			88
Fritidsturer	Bilfører	646	847	201
	Bilpassasjer	239	295	56
	Kollektivt	121	112	-9
	Totalt:			248
Serviceturer	Bilfører	107	144	37
	Bilpassasjer	21	26	6
	Kollektivt	24	22	-2
	Totalt:			41

Tabellen over viser at det totalt er en økning på 377 turer mellom de økonomiske sonene «Molde» og «Ålesund», og at 88 av disse er arbeidsturer.

Tabell V4-5. Daglige turer internt i Ålesund (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	35827	35755	-72
	Bilpassasjer	1192	1195	3
	Kollektivt	1601	1598	-3
	Totalt:			-72
Fritidsturer	Bilfører	130184	130067	-116
	Bilpassasjer	17140	17131	-9
	Kollektivt	6200	6195	-5
	Totalt:			-130
Serviceturer	Bilfører	13127	13110	-16
	Bilpassasjer	395	393	-2
	Kollektivt	445	444	0
	Totalt:			-19

Tabellen over viser at det totalt er en reduksjon på 221 turer internt i den økonomiske sonen «Ålesund», og at 72 av disse er arbeidsturer.

Modellberegnete netto ringvirkninger

Resultater

I tabellen under presenteres resultatene fra SCGE-beregningen for Molde-Ålesund. Netto-ringvirkningene er fremstilt både som prosent av trafikantnytten og i millioner kr. neddiskontert over 40 år.

Vi har valgt å benytte etatenes beregnede trafikantnytte for at det skal være størst mulig konsistens mellom resultatene fra SCGE-modellen og den trafikantnytten som offisielt er assosiert med hvert enkelt tiltak. Da SCGE-modellen opererer med 90 aggregerte soner, i motsetning til den langt mer disaggregerte soneinndelingen for transportmodellene, mener vi også at direkte nytten for transporttiltak blir fanget på en mer nøyaktig måte i transportmodellene.

Gjennom analysene med SCGE-modellen blir det beregnet nytte, men da gjennom bruk av et annet konsept enn trapesformelen som ligger til grunn for EFFEKT og trafikantnyttmodulberegningene. Nyttvirkningene i SCGE –modellanalysen blir beregnet gjennom bruk av konseptet kompensert variasjon. Kompensert variasjon (CV) er en metode for å måle endringer i en befolknings velferd som følge av en prisendring. Enkelt forklart er CV et uttrykk for hvor mye husholdningenes inntekt må justeres for å oppnå det opprinnelige nyttenivået de hadde før endringen i infrastruktur, dvs. det maksimale konsumentene er villig til å betale for å oppnå velferdsendringen. Den prosentvise netto ringvirkningen er framkommet gjennom sammenligning av SCGE-modellens beregnede CV i to ulike modellkjøringen; én hvor antakelsene tilsvarer de som ligger til grunn for NKA og én som antar avvik fra fullkommen konkurranse i sekundærmarkedene, samt positive agglomerasjons-eksternaliteter.

Tabell V4-6. Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

	Trafikantnytte (millioner kroner)	Netto ring- virkninger (%)	Netto ringvirkninger (millioner kroner)
Person	11 770	17,0 %	2 000
Gods	4 359	3,7 %	161
Totalt	16 129	13,4 %	2 161

I tabellen over er den prosentvise netto ringvirkningen multiplisert med trafikantnytten til prosjektene. En annen trafikantnytte vil gi en annen netto ringvirkning i millioner kr. Trafikantnytten er gitt av de ansvarlige for transportmodellkjøringen (se kapittel 4.2) og et resultat av nytteberegning fra de samme transportmodellanalysene som ligger til grunn for våre SCGE-modellberegninger.

De modellberegnete netto ringvirkningene er hovedsakelig et resultat av den forbedrede tilgjengeligheten mellom Molde og Ålesund som tiltaket fører til. Dette endrer pendlingsmønsteret, bringer arbeidsmarkedene tettere sammen og påvirker næringsstrukturen gjennom et endret arbeidstilbud i disse og nærliggende soner. Gjennom reduserte transportkostnader for husholdningene vil også deres

konsumbudsjett øke. Dette påvirker etterspørselen etter varer og tjenester, noe som har ytterligere innvirkning på næringsstrukturen. Økning i konsumetterspørsel gjennom billigere transport, og økning i produktivitet gjennom agglomerative mekanismer vil øke de modellberegnete netto ringvirkningene ytterligere. For en mer fullstendig gjennomgang av hva som driver effektene, se avsnittene 4.1.1 og 4.1.2 i hovedrapporten.

Sensitivitetsanalyse

Enkelte parametere i SCGE-modellen kan ikke utledes direkte fra nasjonalregnskapsdata. Disse må antas eksogent. Vi har ikke estimert noen slike parametere selv basert på norske data, men hentet disse fra litteraturen. Det er ikke alltid selvsagt hvilken verdi man skal velge på slike parametere, og vi har derfor valgt å inkludere en sensitivitetsanalyse hvor vi henholdsvis reduserer og øker verdien på én og én parameter med 10 %, for å se hvordan det slår ut på beregningene av netto ringvirkninger. Se vedlegg 14 for en oversikt over parameterverdiene vi har valgt, en rettferdiggjøring av disse valgene og referanser til relevant litteratur.

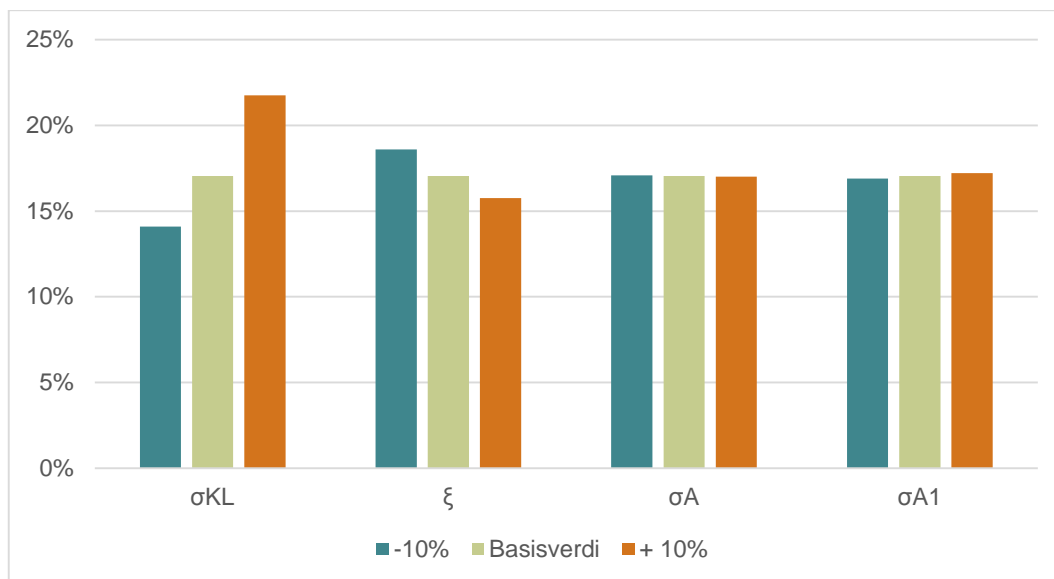
Netto ringvirkninger er et abstrakt konsept, og vi mener det er umulig å beregne dette på en nøyaktig måte. Leser man tabellene under, får man likevel et inntrykk av at presisjonen er kunstig høy, siden prosentvise ringvirkninger er oppgitt med fire desimaler. Grunnen til at vi gjør dette er for å gi et bedre innblikk i sensitivitetsanalysen der hvor forskjellene i netto ringvirkninger av å endre parameterverdier er små.

Parameterverdiene vi gjør en sensitivitetsanalyse av er substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft fra bedriftenes CES-produksjonsteknologi ($\sigma_{KL_{ri}}$); substitusjonselastisiteten mellom Dixit-Stiglitz-varianter av den samme varen produsert i den samme sonen (ξ_i); transformasjonselastisiteten fra Armington-funksjonen mellom valget av importvarer og norskproduserte varer ($\sigma_{A_{ri}}$); og transformasjonselastisiteten fra Armingtonfunksjonen mellom valget av norskproduserte varer fra forskjellige regioner.

Tabell V4-7 og figur V4-3 viser sensitivitetsanalysen for beregninger hvor det kun er modellert endringer i kostnader for persontransport.

Tabell V4-7. Sensitivitetsanalyse for persontransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σ_{KL}	14.0913 %	17.0381 %	21.7474 %
ξ	18.5963 %	17.0381 %	15.7564 %
σ_A	17.0801 %	17.0381 %	16.9975 %
σ_{A1}	16.8880 %	17.0381 %	17.2154 %



Figur V4-3. Sensitivitetsanalyse for persontransport.

Vi ser at elastisiteten som har mest å si er $\sigma_{KL_{ri}}$. Det er to grunner til dette. For det første fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte det nye arbeidskraftstilbudet som kommer av endringene i pendlings- og migrasjonsmønsteret infrastrukturforbedringen fører med seg. For det andre fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte produktivitetsøkningen (eller reduksjonen) i den tilbudte arbeidskraften som følge av agglomerasjonseffekter. Det er likevel problematisk, da det finnes få gode kilder til estimater av denne elastisiteten. De kildene som finnes har også sprikende resultater. Dermed kan man konkludere med at $\sigma_{KL_{ri}}$ er en stor kilde til usikkerhet i modellberegningene. Tabellen viser at en økning i elastisiteten fører til en økning i netto ringvirkninger.

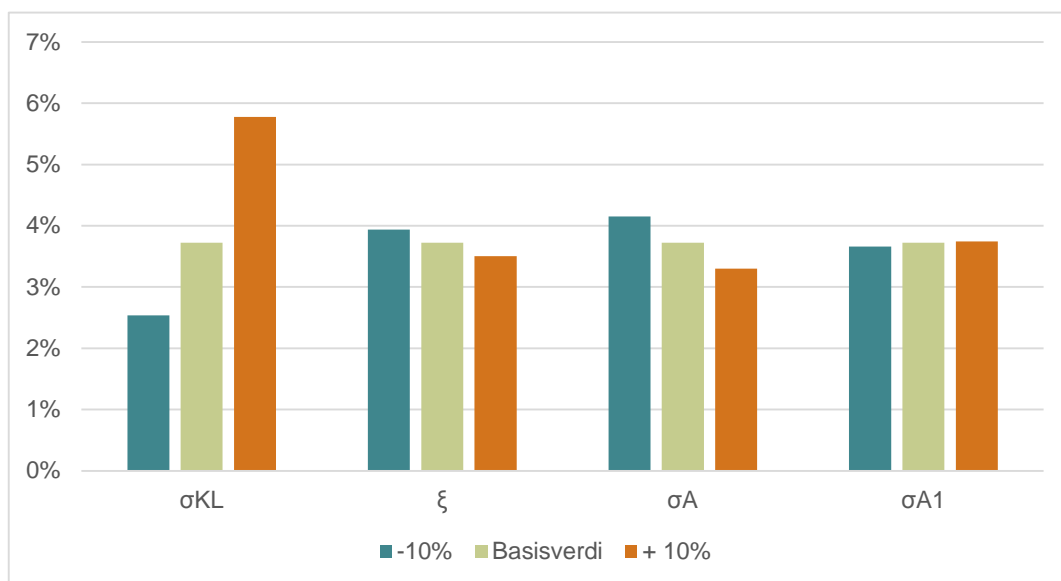
Substitusjonselastisiteten mellom varianter ξ_i vil nødvendigvis påvirke den beregnede mernytten, da den beskriver i hvor stor grad varianter er nære eller imperfekte substitutter. Dette er et direkte mål på markedsrett, og siden markedsrett er et avvik fra perfekt konkurranse, er det en direkte kilde til netto ringvirkninger. Å øke substitusjonselastisiteten innebærer en antakelse om at varene i større grad er nære substitutter, altså en reduksjon i markedsretten som burde føre til en reduksjon i netto ringvirkninger. Dette er i tråd med hva vi observerer i tabellen og figuren over.

Armingtonelastisitetene beskriver varehandel, og er således viktige for hvordan tiltak påvirker den regionale næringsstrukturen. Det ser imidlertid ikke ut til at disse elastisitetene har nevneverdig betydning for beregninger av netto ringvirkninger av en bedring i persontransporttilbudet.

Tabellen og figuren under viser sensitivitetsanalysen for beregninger hvor det kun er modellert endringer i kostnader for godstransport.

Tabell V4-8. Sensitivitetsanalyse for godstransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σ_{KL}	2.5363 %	3.7251 %	5.7778 %
ξ	3.9352 %	3.7251 %	3.5042 %
σ_A	4.1512 %	3.7251 %	3.2980 %
σ_{A1}	3.6590 %	3.7251 %	3.7440 %



Figur V4-4. Sensitivitetsanalyse for godstransport.

Det er vanskelig å forutsi hvordan substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft blir påvirket av et godstransportiltak, da tiltaket verken påvirker innsatsfaktoren kapital eller arbeidskraft direkte. En økning i elastisiteten gjør i prinsippet alle bedrifter mer fleksible, og burde således øke nytteeffekten for et hvert tiltak fordi det gjør bedriftene mer tilpassningsdyktige. Dette vil imidlertid være en nytteeffekt som ikke har opphav i en markedsimperfeksjon, og dermed påvirke direkte nytten. Netto ringvirkninger fremkommer som den indirekte nyttes prosentandel av direkte nytten, og hvordan $\sigma_{KL_{ri}}$ påvirker størrelsesforholdet mellom disse to komponentene når ingen faktormarkeder er direkte påvirket, er vanskelig å si på forhånd. Det er naturlig å tro at dette kommer an på næringsstrukturen i den påvirkede regionen, og om endringen i næringsstrukturen som følge av tiltaket medfører agglomerative virkninger eller ikke. Vi ser imidlertid at også for godstransport har denne elastisiteten mye å si, noe som er problematisk når man ønsker å anslå netto ringvirkninger så eksakt som mulig. Det har imidlertid lite å si for de totale effektene av tiltaket, da godstransport både utgjør en lav andel av direkte nytten for tiltaket, og de prosentvise netto ringvirkningene er relativt lave sammenlignet med hva som var tilfellet for persontransport.

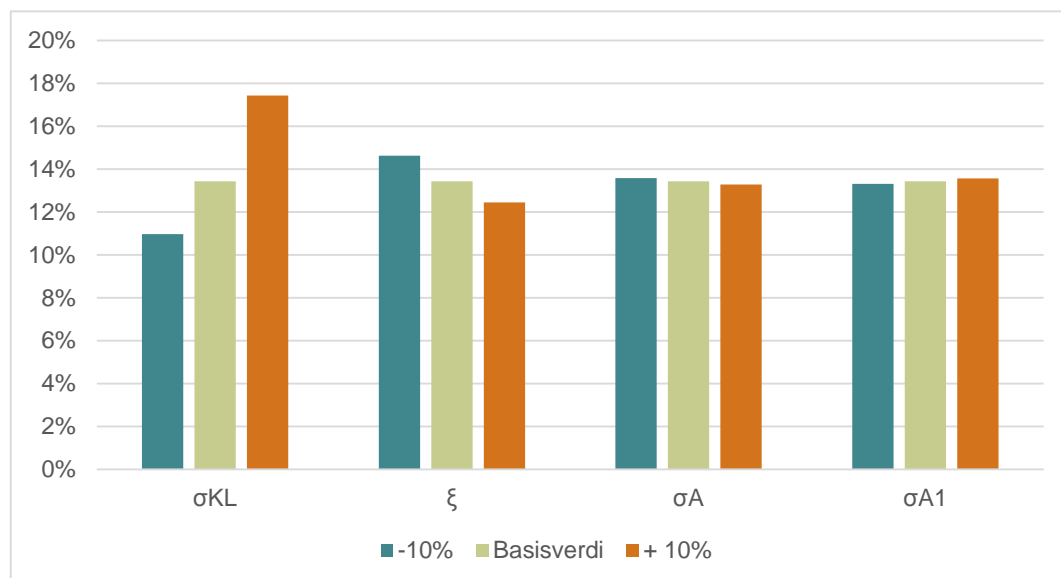
Substitusjonselastisiteten mellom varianter påvirker en markedssvikt direkte, og vil dermed ha en direkte effekt på den prosentvise mernytten. Vi ser at en økning i elastisiteten fører til en reduksjon i mernytten, noe som er i tråd med hva vi forventer.

I motsetning til hva som var tilfellet for persontransport, er prosentvise beregnede netto ringvirkninger som følge av godstransport påvirket av Armingtonelastisitetene.

En økning i elastisiteten mellom norske varer og import fører til en negativ endring i prosentvis mernytte, mens en økning i elastisiteten mellom innenlandske varer produsert i forskjellige regioner fører til en positiv endring. Det er vanskelig å identifisere de eksakte mekanismene, men det er naturlig å tro at en økning i σA_{ri} påvirker direkte nytten i større grad enn den indirekte nytten, da elastisiteten ikke er koblet til noen markedssvikt. Den positive endringen som følge av $\sigma A_{1,ri}$, kan ha å gjøre med at bedrifter som øker produksjonen som følge av reduksjon i markedsimperfeksjoner i større grad får mulighet til å utvide markedet sitt til andre regioner (en økning i $\sigma A_{1,ri}$ gjør varer produsert i forskjellige regioner til nærmere substitutter). Sensitivitetsanalysen for hele tiltaket, altså godstransport pluss persontransport, er gjengitt i figuren og tabellen under:

Tabell V4-9. Sensitivitetsanalyse for person- og godstransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σ_{KL}	10.9686 %	13.4402 %	17.4316 %
ξ	14.6341 %	13.4402 %	12.4452 %
σ_A	13.5861 %	13.4402 %	13.2952 %
σ_{A1}	13.3128 %	13.4402 %	13.5747 %



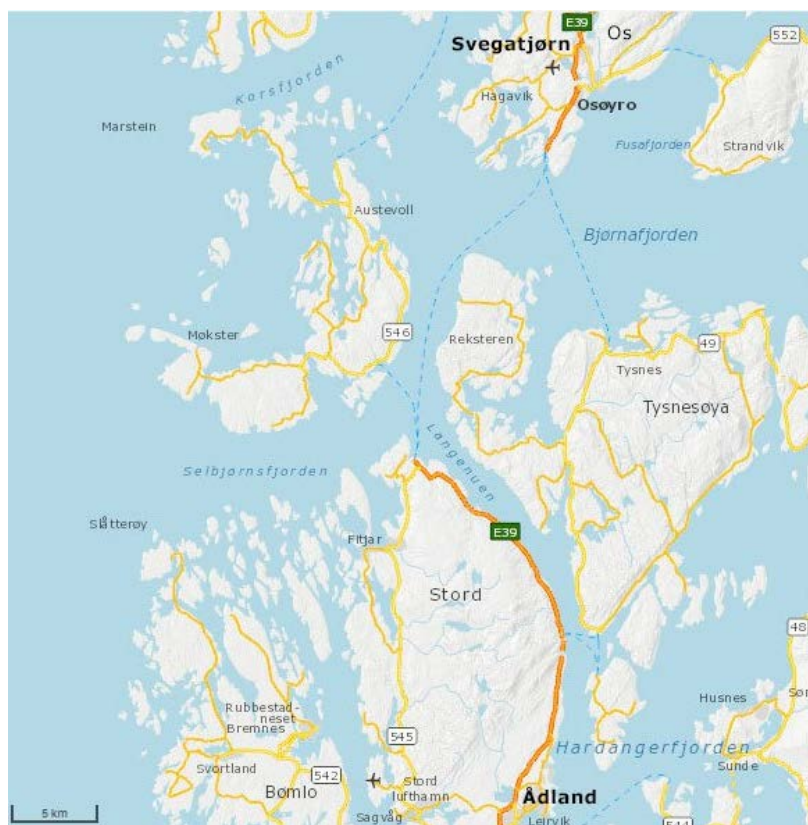
Figur V4-5. Sensitivitetsanalyse for person- og godstransport.

Vedlegg 5. E39 Stord-Os

Om konseptet

E39 er kyststamvegen fra Kristiansand til Trondheim og er del av det europeiske TEN-T vegnettet (Trans European Network Transport) ved at vegen er knyttet sammen med kontinentet med ferjen Kristiansand – Hirtshals og videre til Ålborg. På den om lag 1100 km lange strekninger fra Kristiansand til Trondheim gjenstår det 7 fjordkryssinger som i dag betjenes med ferger. I NTP 2014-2023 ligger det inne en intensjon om å bygge ut E39 med faste forbindelser innen 20 år.

Strekningen Ådland-Svegartjørn mellom Stord og Os (Hordfast) er én av seks delstrekninger/prosjekt i utbyggingen av E39 mellom Stavanger og Bergen. Denne strekningen planlegges utbygd med vei fra Ådland i Stord kommune, over Tysnes kommune, kryssing av Bjørnafjorden med bru og veg videre til Svegartjørn i Os kommune. Trase for tiltaket er ikke vedtatt.



Figur V5-1: Kartillustrasjon E39 Ådland - Svegartjørn (Statens vegvesen)

Data fra transportmodellene

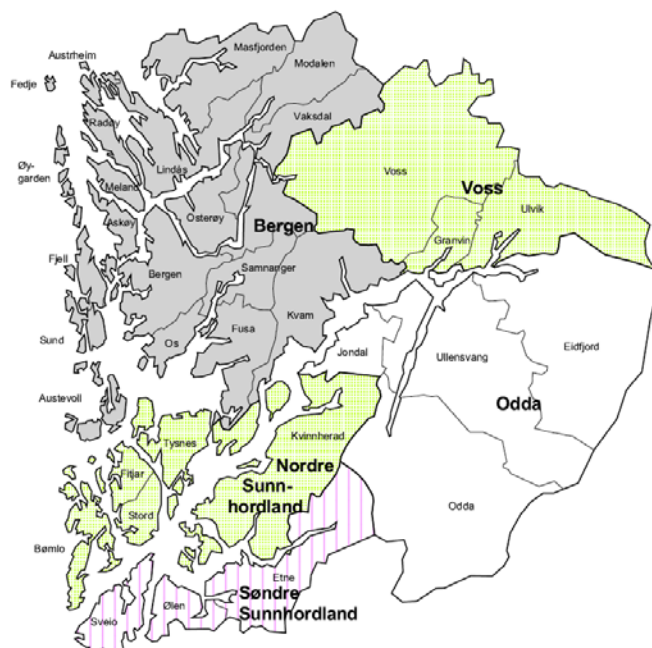
I dette avsnittet vil vi kort presentere hovedtrekkene i inngangsdataene som er hentet fra transportmodellene. Tabellen under viser nyskapt trafikk som følge av tiltaket, summert over hele landet og fordelt på transportmiddel og reisehensikt.

Tabell V5-1. Nasjonal endring i daglige turer som følge av tiltaket, fordelt på transportmiddel og reisehensikt (2022).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	218	40	169	427
Fritidsturer	885	637	114	1636
Serviceturer	371	83	13	467
Totalt	1474	760	296	2530

Vi ser av tabellen at tiltaket totalt vil føre til 2530 nyskapte turer om dagen. Vi ser også at det er en positiv endring for både bilfører, bilpassasjer og kollektivtransport. Dette er i tråd med hva vi forventer, da tiltaket vil føre til en redusert kostnad for biler, så vel som busser.

Både med tanke på direktenytten og netto ringvirkninger er selvfølgelig den geografiske dimensjonen det viktigste. For beregning av netto ringvirkninger er det hovedsakelig endring i pendlingsmønsteret, som er en funksjon av endringene i arbeidsturer, som er bestemmende for effektene. Soneinndelingen i SCGE-modellen er et aggregat av sonene i transportmodellene, og endring i antall turer og kostnad per tur for hver økonomiske sone er beregnet som forklart i kapittel 3.1.1, underkapittel «Personstrømmer og transportkostnader». Den geografiske inndelingen for de økonomiske sonene «Bergen» og «Nordre Sunnhordaland» er illustrert i figuren under.



Figur V5-2. Økonomiske soner for Hordaland fylke (SSB, 2000).

For analysen var vi nødt til å aggregere de økonomiske sonene «Nordre Sunnhordaland» og «Søndre Sunnhordaland» på grunn av datatilgjengelighet. Data fra transportmodellkjøringene viser at den generaliserte kostnaden for bilturer mellom de økonomiske sonene «Bergen og «Sunnhordaland» i snitt blir redusert med ca. 30,5 % som følge av tiltaket. I tillegg vil den generaliserte kostnaden for turer mellom «Bergen» og «Stavanger» i snitt bli redusert med 31 %. Grunnen til at kostnadsendringen er prosentvis større for Bergen-Stavanger er mest sannsynlig at alle disse vil bruke den nye veien hele strekningen; de som bor øst i Sunnhordaland og skal til Bergen vil på en annen side få en veiforbedring på en lavere andel av strekningen. Vi ser som sagt kun på kostnadsreduksjonen som gjennomsnitt av alle sone-vise turer.

De påfølgende tabellene viser daglige turer før og etter tiltaket, samt endringen i daglige turer internt i Bergen, mellom Bergen og Sunnhordaland, mellom Bergen og Stavanger/Haugesund, og internt i Sunnhordaland, respektivt. Tabellene er fordelt på formål og transportmiddel.

Tabell V5-2. Daglige turer internt i Bergen (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	160663	160599	-64
	Bilpassasjer	8009	7997	-12
	Kollektivt	38694	38690	-4
	Totalt:			-80
Fritidsturer	Bilfører	515356	515068	-288
	Bilpassasjer	81937	81817	-120
	Kollektivt	44267	44251	-16
	Totalt:			-425
Serviceturer	Bilfører	57230	57206	-24
	Bilpassasjer	3382	3378	-4
	Kollektivt	5963	5960	-2
	Totalt:			-31

Tabellen over viser at det totalt er en reduksjon på 536 turer internt i den økonomiske sonen «Bergen», og at 80 av disse turene er arbeidsturer.

Tabell V5-3. Daglige turer mellom Bergen og Sunnhordaland (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	103	245	141
	Bilpassasjer	6	25	19
	Kollektivt	41	56	15
	Totalt:			175
Fritidsturer	Bilfører	651	1117	466
	Bilpassasjer	338	544	206
	Kollektivt	217	212	-5
	Totalt:			667
Serviceturer	Bilfører	94	174	81
	Bilpassasjer	18	34	15
	Kollektivt	62	53	-8
	Totalt:			88

Tabellen over viser at det totalt er en økning på 930 turer mellom de økonomiske sonene «Bergen» og «Sunnhordaland», og at 175 av disse er arbeidsturer.

Tabell V5-4. Daglige turer mellom «Bergen» og «Stavanger og Haugesund» (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	43	121	78
	Bilpassasjer	3	19	16
	Kollektivt	59	118	59
	Totalt:			153
Fritidsturer	Bilfører	743	1547	804
	Bilpassasjer	481	1007	526
	Kollektivt	416	562	146
	Totalt:			1476
Serviceturer	Bilfører	128	299	171
	Bilpassasjer	24	61	37
	Kollektivt	201	226	24
	Totalt:			232

Tabellen over viser at det totalt er en økning på 1861 daglige turer mellom den økonomiske sonen «Bergen» og de økonomiske sonene «Stavanger» og «Haugesund». 153 av disse er arbeidsturer.

Tabell V5-5. Daglige turer internt i «Sunnhordaland» (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	19264	19180	-84
	Bilpassasjer	1292	1299	8
	Kollektivt	872	869	-3
	Totalt:			-80
Fritidsturer	Bilfører	1920	1932	12
	Bilpassasjer	9738	9729	-8
	Kollektivt	60111	59982	-129
	Totalt:			-125
Serviceturer	Bilfører	6448	6426	-22
	Bilpassasjer	301	298	-3
	Kollektivt	200	205	4
	Totalt:			-21

Tabellen over viser at det totalt er en reduksjon på 226 daglige turer internt i den økonomiske sonen «Sunnhordaland». 80 av disse er arbeidsturer.

Modellberegnete netto ringvirkninger

Resultater

I tabellen under presenteres resultatene fra SCGE-beregningen for Stord-Os (Ådland-Svegatjørn). Netto-ringvirkningene er fremstilt både som prosent av trafikantnytten og i millioner kr. neddiskontert over 40 år.

Vi har valgt å benytte etatenes beregnede trafikantnytte for at det skal være størst mulig konsistens mellom resultatene fra SCGE-modellen og den trafikantnytten som offisielt er assosiert med hvert enkelt tiltak. Da SCGE-modellen opererer med 90 aggregerte soner, i motsetning til den langt mer disaggregerte soneinndelingen for transportmodellene, mener vi også at direkte nytten for transporttiltak blir fanget på en mer nøyaktig måte i transportmodellene.

Gjennom analysene med SCGE-modellen blir det beregnet nytte, men da gjennom bruk av et annet konsept enn trapesformelen som ligger til grunn for EFFEKT og trafikantnyttmodulberegningene. Nyttvirkningene i SCGE –modellanalysen blir beregnet gjennom bruk av konseptet kompensert variasjon. Kompensert variasjon (CV) er en metode for å måle endringer i en befolknings velferd som følge av en prisendring. Enkelt forklart er CV et uttrykk for hvor mye husholdningenes inntekt må justeres for å oppnå det opprinnelige nyttenivået de hadde før endringen i infrastruktur, dvs. det maksimale konsumentene er villig til å betale for å oppnå velferdsendringen. Den prosentvise netto ringvirkningen er framkommet gjennom sammenligning av SCGE-modellens beregnede CV i to ulike modellkjøringen; én hvor antakelsene tilsvarer de som ligger til grunn for NKA og én som antar avvik fra fullkommen konkurranse i sekundærmarkedene, samt positive agglomerasjons-eksternaliteter.

Tabell V5-6. Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

	Trafikantnytte (millioner kroner)	Netto ring- virkninger (%)	Netto ringvirkninger (millioner kroner)
Person	27700	13,8 %	3812
Gods	6900	5,4 %	375
Totalt	34 600	12,1 %	4 187

I tabellen over er den prosentvise netto ringvirkningen multiplisert med trafikantnytten til prosjektene. En annen trafikantnytte vil gi en annen netto ringvirkning i millioner kr. Trafikantnytten er gitt av de ansvarlige for transportmodellkjøringen (se kapittel 4.2) og et resultat av nytteberegning fra de samme transportmodellanalysene som ligger til grunn for våre SCGE-modellberegninger.

De modellberegnete netto ringvirkningene er hovedsakelig et resultat av den forbedrede tilgjengeligheten til Bergen fra Sunnhordaland, og den forbedrede tilgjengeligheten mellom Bergen og Stavanger. Dette endrer pendlingsmønsteret, bringer arbeidsmarkedene tettere sammen og påvirker næringsstrukturen gjennom et

endret arbeidstilbud i disse og nærliggende soner. Gjennom reduserte transportkostnader for husholdningene vil også deres konsumbudsjett øke. Dette påvirker etterspørselen etter varer og tjenester, noe som har ytterligere innvirkning på næringsstrukturen. Økning i konsumetterspørsel gjennom billigere transport, og økning i produktivitet gjennom agglomerative mekanismer vil øke de modellberegnete netto ringvirkningene ytterligere. For en mer fullstendig gjennomgang av hva som driver effektene, se avsnittene 4.1.1 og 4.1.2 i hovedrapporten.

Sensitivitetsanalyse

Enkelte parametere i SCGE-modellen kan ikke utledes direkte fra nasjonalregnskapsdata. Disse må antas eksogent. Vi har ikke estimert noen slike parametere selv basert på norske data, men hentet disse fra litteraturen. Det er ikke alltid selvsagt hvilken verdi man skal velge på slike parametere, og vi har derfor valgt å inkludere en sensitivitetsanalyse hvor vi henholdsvis reduserer og øker verdien på én og én parameter med 10 %, for å se hvordan det slår ut på beregningene av netto ringvirkninger. Se vedlegg 14 for en oversikt over parameterverdiene vi har valgt, en rettferdiggjøring av disse valgene og referanser til relevant litteratur.

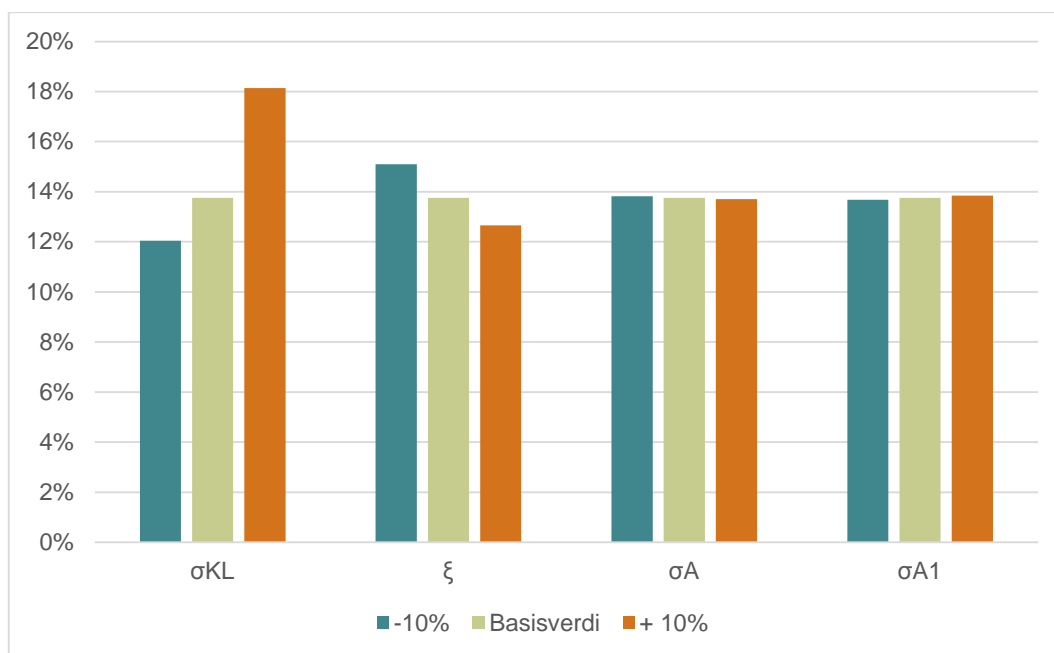
Netto ringvirkninger er et abstrakt konsept, og vi mener det er umulig å beregne dette på en nøyaktig måte. Leser man tabellene under, får man likevel et inntrykk av at presisjonen er kunstig høy, siden prosentvise ringvirkninger er oppgitt med flere desimaler. Grunnen til at vi gjør dette er for å gi et bedre innblikk i sensitivitetsanalysen der hvor forskjellene i netto ringvirkninger av å endre parameterverdier er små.

Parameterverdiene vi gjør en sensitivitetsanalyse av er substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft fra bedriftenes CES-produksjonsteknologi ($\sigma_{KL_{ri}}$); substitusjonselastisiteten mellom Dixit-Stiglitz-varianter av den samme varen produsert i den samme sonen (ξ_i); transformasjonselastisiteten fra Armington-funksjonen mellom valget av importvarer og norskproduserte varer ($\sigma_{A_{ri}}$); og transformasjonselastisiteten fra Armingtonfunksjonen mellom valget av norskproduserte varer fra forskjellige regioner.

Tabellen og figuren under sensitivitetsanalysen for beregninger hvor det kun er modellert endringer i kostnader for persontransport.

Tabell V5-7. Sensitivitetsanalyse for persontransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σ_{KL}	12.04 %	13.76 %	18.14 %
ξ	15.09 %	13.76 %	12.66 %
σ_A	13.82 %	13.76 %	13.71 %
σ_{A1}	13.68 %	13.76 %	13.85 %



Figur V5-3. Sensitivitetsanalyse for persontransport.

Vi ser at elastisiteten som har mest å si er $\sigma_{KL_{ri}}$. Det er to grunner til dette. For det første fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte det nye arbeidskraftstilbudet som kommer av endringene i pendlings- og migrasjonsmønsteret infrastrukturforbedringen fører med seg. For det andre fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte produktivitetsøkningen (eller reduksjonen) i den tilbudte arbeidskraften som følge av agglomerasjonseffekter. Det er likevel problematisk, da det finnes få gode kilder til estimater av denne elastisiteten. De kildene som finnes har også sprikende resultater. Dermed kan man konkludere med at $\sigma_{KL_{ri}}$ er en stor kilde til usikkerhet i modellberegningene. Tabellen viser at en økning i elastisiteten fører til en økning i netto ringvirkninger.

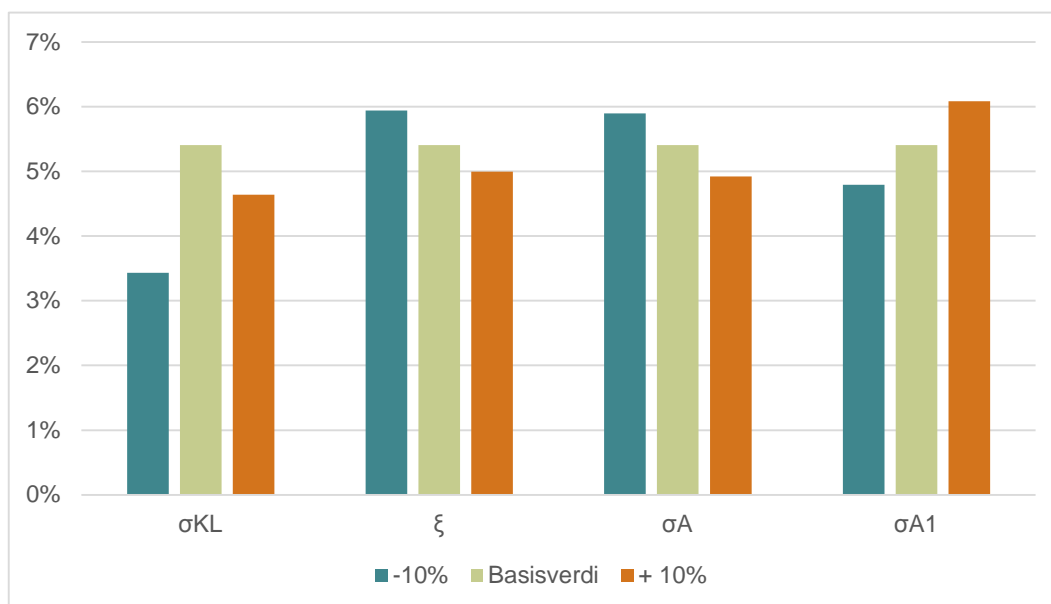
Substitusjonselastisiteten mellom varianter ξ_i vil nødvendigvis påvirke den beregnede mernytten, da den beskriver i hvor stor grad varianter er nære eller imperfekte substitutter. Dette er et direkte mål på markedsrettet konkurranse, og siden markedsrettet konkurranse er et avvik fra perfekt konkurranse, er det en direkte kilde til netto ringvirkninger. Å øke substitusjonselastisiteten innebærer en antakelse om at varene i større grad er nære substitutter, altså en reduksjon i markedsrettet konkurranse som burde føre til en reduksjon i netto ringvirkninger. Dette er i tråd med hva vi observerer i tabellen og figuren over.

Armingtonelastisitetene beskriver varehandel, og er således viktige for hvordan tiltak påvirker den regionale næringsstrukturen. Det ser imidlertid ikke ut til at disse elastisitetene har nevneverdig betydning for beregninger av netto ringvirkninger av en bedring i persontransporttilbudet.

Tabellen og figuren under viser sensitivitetsanalysen for beregninger hvor det kun er modellert endringer i kostnader for godstransport.

Tabell V5-8. Sensitivitetsanalyse for godstransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σ_{KL}	3.43 %	5.41 %	4.64 %
ξ	5.94 %	5.41 %	4.99 %
σ_A	5.90 %	5.41 %	4.92 %
σ_{A1}	4.79 %	5.41 %	6.08 %



Figur V5-4. Sensitivitetsanalyse for godstransport.

Det er vanskelig å forutsi hvordan substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft blir påvirket av et godstransporttiltak, da tiltaket verken påvirker innsatsfaktoren kapital eller arbeidskraft direkte. En økning i elastisiteten gjør i prinsippet alle bedrifter mer fleksible, og burde således øke nytteeffekten for et hvert tiltak fordi det gjør bedriftene mer tilpassningsdyktige. Dette vil imidlertid være en nytteeffekt som ikke har opphav i en markedsimperfeksjon, og dermed påvirke direkte nytten. Netto ringvirkninger fremkommer som den indirekte nyttes prosentandel av direkte nytten, og hvordan $\sigma_{KL_{r_i}}$ påvirker størrelsesforholdet mellom disse to komponentene når ingen faktormarkeder er direkte påvirket, er vanskelig å si på forhånd. Det er naturlig å tro at dette kommer an på næringsstrukturen i den påvirkede regionen, og om endringen i næringsstrukturen som følge av tiltaket medfører agglomerative virkninger eller ikke. Vi ser imidlertid at også for godstransport har denne elastisiteten mye å si, noe som er problematisk når man ønsker å anslå netto ringvirkninger så eksakt som mulig. Det har imidlertid lite å si for de totale effektene av tiltaket, da godstransport både utgjør en lav andel av direkte nytten for tiltaket, og de prosentvise netto ringvirkningene er relativt lave sammenlignet med hva som var tilfellet for persontransport.

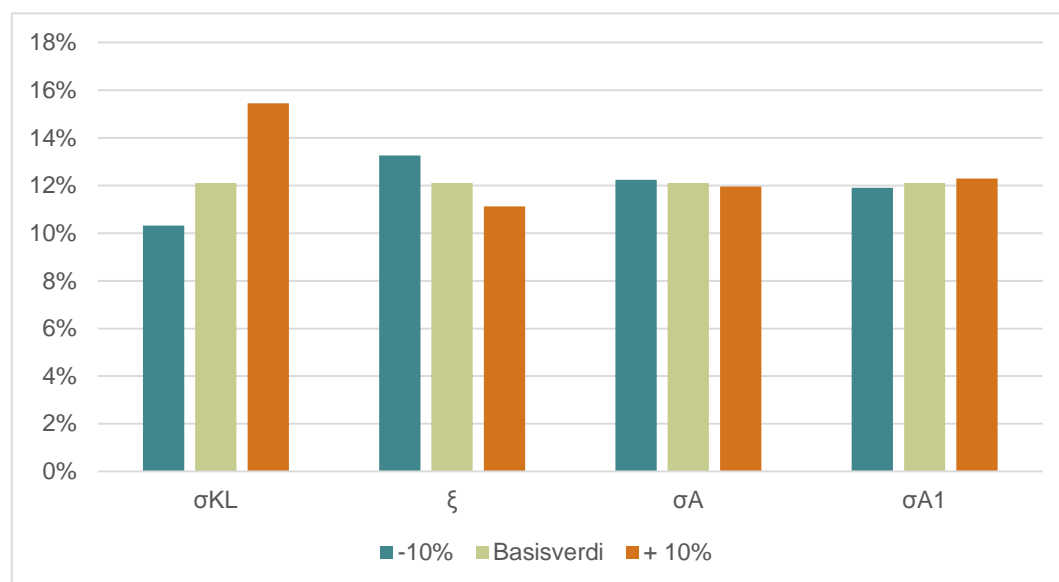
Substitusjonselastisiteten mellom varianter påvirker en markedssvikt direkte, og vil dermed ha en direkte effekt på den prosentvise mernytten. Vi ser at en økning i elastisiteten fører til en reduksjon i mernytten, noe som er i tråd med hva vi forventer.

I motsetning til hva som var tilfellet for persontransport, er prosentvise beregnede netto ringvirkninger som følge av godstransport påvirket av Armingtonelastisitetene. En økning i elastisiteten mellom norske varer og import fører til en negativ endring i prosentvis mernytte, mens en økning i elastisiteten mellom innenlandske varer produsert i forskjellige regioner fører til en positiv endring. Det er vanskelig å identifisere de eksakte mekanismene, men det er naturlig å tro at en økning i σA_{ri} påvirker direkte nytten i større grad enn den indirekte nytten, da elastisiteten ikke er koblet til noen markedssvikt. Den positive endringen som følge av σA_{1ri} , kan ha å gjøre med at bedrifter som øker produksjonen som følge av reduksjon i markedsimperfeksjoner i større grad får mulighet til å utvide markedet sitt til andre regioner (en økning i σA_{1ri} gjør varer produsert i forskjellige regioner til nærmere substitutter).

Tabellen og figuren under angir sensitivitetsanalysen for det fulle tiltaket, altså for både person- og godstransport.

Tabell V5-9. Sensitivitetsanalyse for gods- og persontransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σ_{KL}	10.32 %	12.10 %	15.45 %
ξ	13.27 %	12.10 %	11.13 %
σ_A	12.24 %	12.10 %	11.95 %
σ_{A1}	11.91 %	12.10 %	12.30 %



Figur V5-5. Sensitivitetsanalyse for person- og godstransport.

Vedlegg 6. Stad skipstunnel

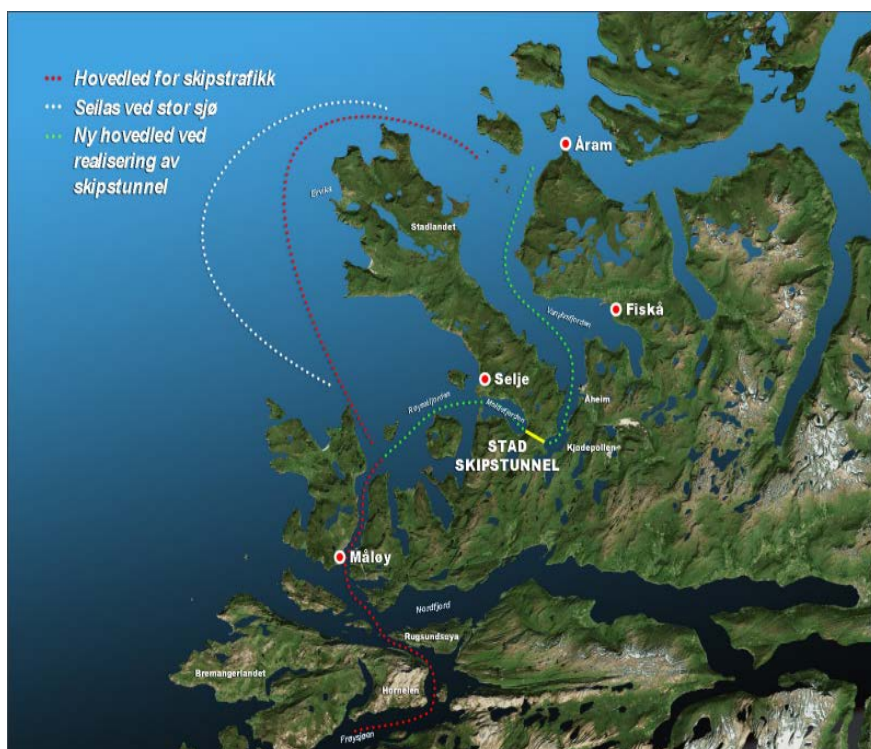
Om konseptet

Målsetningen med dette prosjektet er å forbedre fremkommelighet og sikkerhet for sjøtransport forbi Stad (KVU). Farleden rundt Stadlandet er en av de mest værutsatte farledene langs norskekysten, hvor vanskelige bølgeforhold gjør passeringen av Stad spesielt krevende.

I korthet omhandler dette tiltaket en 1,7 km lang skipstunnel mellom Moldefjorden og Kjødepollen i Selje kommune, helt nord i Sogn og Fjordane fylke. Tunnelen vil dimensjoneres for at skip tilsvarende Hurtigruten skal kunne benytte den ved passering av Stadlandet, dvs. 12 m dybde, og om lag 36 m høyde og bredde over vannflaten. For å realisere tunnelen må det sprenges ut over 3 millioner kubikk meter fast fjell, noe som tilsvarer om lag 7,5 millioner tonn stein.

Den endelige traseen er valgt fordi Stadhalvøya her er på det smaleste, og samtidig er farvannet tilstrekkelig skjermet til at skipstrafikken vil kunne nytte tunnelen under de aller fleste værforhold.

Konseptvalgutredningen (KVU) fra 2010 vurderer to ulike tverrsnitt opp imot nullalternativet. Stortinget vedtok i forbindelse med Stortingsmelding 26 (Nasjonal transportplan 2014-2023) å gå videre med stort tunnelalternativ.



Figur V6-1: Farleder ved realisering av Stad skipstunnel (illustrasjon: Kystverket/ Appex)

I våre beregninger er det antatt regulær persontrafikk gjennom skips tunnelen. Det er sett bort i fra godsvirkninger da tunnelen kun vil bli benyttet til dette i avvikssituasjoner.

Per i dag er det ingen rutegående hurtigbåttrafikk som passerer Stad. Det er 2 daglige avganger med hurtigbåt Bergen – Selje, hvor nordgående kveldsbåt overnatter i Selje og seiler sørover mot Bergen neste morgen. Hurtigruten passerer Stad, men anløper ikke Selje.

Data fra transportmodellene

Tabellen under viser hva transportmodellen beregner av endring i daglige fritidsturer for kollektivtransport mellom de økonomiske sonene «Bergen», «Florø», «Førde», «Nordfjord», «Ålesund» og «Ulsteinvik».

Tabell V6-1: Endring i daglige fritidsturer mellom utvalgte destinasjoner (kollektivtransport) (2022)

	Bergen	Florø	Førde	Nordfjord	Ålesund	Ulsteinvik	Totalt
Bergen	0.0	-0.3	-0.1	0.4	1.3	3.5	4.8
Florø	-0.3	-0.1	-0.3	-0.5	2.9	3.2	5.0
Førde	-0.1	-0.3	0.0	-0.1	0.5	0.6	0.5
Nordfjord	0.4	-0.5	-0.1	-0.2	1.6	0.5	1.8
Ålesund	1.3	2.9	0.5	1.6	-0.2	2.2	8.4
Ulsteinvik	3.5	3.2	0.6	0.5	2.2	0.0	10.0
Totalt	4.8	5.0	0.5	1.8	8.4	10.0	30.5

Vi ser at endringen i daglige fritidsturer for kollektivtransport mellom disse sonene totalt er på 30,5. Endringen for arbeidsreiser og tjenestereiser er naturlig nok enda mindre. En oversikt over de økonomiske sonene som blir berørt av tiltaket er vist i figuren under:

Økonomiske regioner for Sogn og Fjordane fylke



Økonomiske regioner for Møre og Romsdal fylke



Figur V6-2. Oversikt over de økonomiske sonene for henholdsvis Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal fylke (SSB, 2000).

Modellberegnete netto ringvirkninger

Tabellen under viser SCGE-modellberegnet netto ringvirkning for Stad skipstunnel.

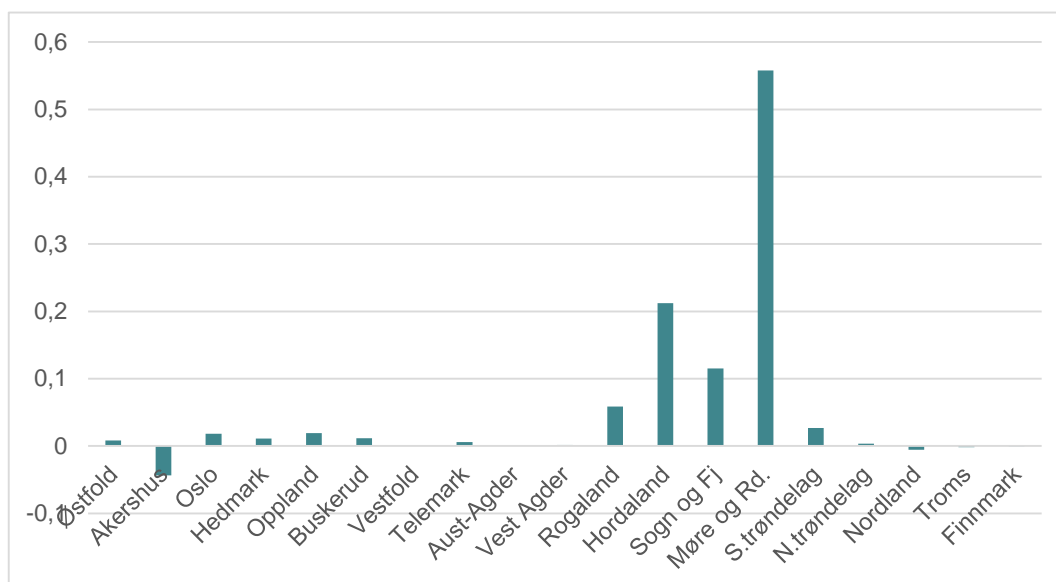
Tabell V6-2. Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

Trafikantnytte (millioner kroner)	Netto ring- virkninger (%)	Netto ringvirkninger (millioner kroner)
490	5.7 %	27.9

Vi har valgt å benytte trafikantnyttene fra KVVU Stad skipstunnel levert av Kystverket i 2010. Trafikantnyttene er i KVVUen beregnet til 314 mill. (2009kr), neddiskontert over 25 år med diskonteringsrente lik 4.5%. Vi har regnet dette om til 40år økonomisk levetid med neddiskonteringsrente på 4%, og KPI-justert trafikantnyttene opp til 2016-kr. Dette gir en trafikantnytte på i underkant av 500 mill.kr. Gitt denne trafikantnyttene, beregner vi netto ringvirkninger til å være ca. 28 mill.kr.

Stad skipstunnel er et tiltak som kun berører persontrafikken og hvor effektene vil ha begrenset geografisk utstrekning. Vi har derfor valgt å kun se på indirekte ringvirkningseffektene i sonene som utgjøres av fylkene Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, samt Møre og Romsdal.

Figuren under viser total nytte (indirekte + direkte) dekomponert fylkesvis. Venstreaksen i figuren viser andel av totalnyttene som tilfaller det enkelte fylket.



Figur V6-3. En geografisk dekomponering av total nytte for Stad skipstunnel ved full modellkjøring. Total nytte er normalisert til 1.

Fra figuren ser vi at SCGE-modellen beregner at omlag 55 % av totalnyttene fra skipstunnelen tilfaller Møre og Romsdal. Tilsvarende for de andre nærliggende fylkene, så tilfaller litt i overkant av 20 % Hordaland, omlag 12 % Sogn og Fjordane

og ca. 6 % Rogaland. Med total nytte menes direkte ringvirkninger + indirekte ringvirkninger, hvor de direkte ringvirkningene skal summere seg opp til brukernytten av tiltaket. Som diskutert tidligere i rapporten, så vil brukernytten til et tiltak gi utslag i sekundærmarkedene som ringvirkninger, hvor summen av disse ringvirkningene vil være lik brukernytten.

SCGE-modellen viser seg å være følsom for effekter i fjerntliggende soner når de trafikale effektene av tiltakene er av begrenset størrelse. I figuren illustreres dette ved at Akershus er beregnet til å negativ nytte av skipstunnelen, mens de omkringliggende fylkene til Akershus er beregnet til å ha positive nytte-effekter. Vi finner ingen rasjonelle grunner til at dette skal være tilfelle. Derfor har vi valgt å beregne modellen på et mer begrenset geografisk område.

Dette leder oss til et annet viktig poeng: modellresultater er nettopp modellresultater og må behandles med forsiktighet, særlig i tilfeller hvor resultatene strider imot intuisjonen. Resultatene fra SCGE-modellen gir en pekepinn på de totale effektene av infrastrukturtiltak gitt de forutsetningene som ligger til grunn for modellen. Modellresultatene burde da også behandles som én ekspertvurdering, ikke den fulle og hele sannhet. For Stad skipstunnel har vi derfor valgt å se bort ifra effekter utenfor de 4 fylkene som beregnes til å ha den største totale nytte-effekten av tiltaket. Dette gir oss en beregnet netto ringvirkning på 5.7% av trafikantnyttens. Hvis vi inkluderer Sør-Trøndelag i beregningen øker den prosentvise netto ringvirkningen til 6.3% av brukernytten, noe som tilsvarer en økning i beregnet netto ringvirkning på i underkant av 3 mill. kr. Det at beregnede netto ringvirkninger øker ved å inkludere Sør-Trøndelag i influensområdet til tiltaket, viser at de modellberegnete indirekte ringvirkningene for dette fylket er relativt sett høyere enn resten av de berørte fylkene.

Det vi i realiteten beregner netto ringvirkninger av, er en forlenging av hurtigbåtruten Bergen-Selje videre til Torsvik og Ålesund.

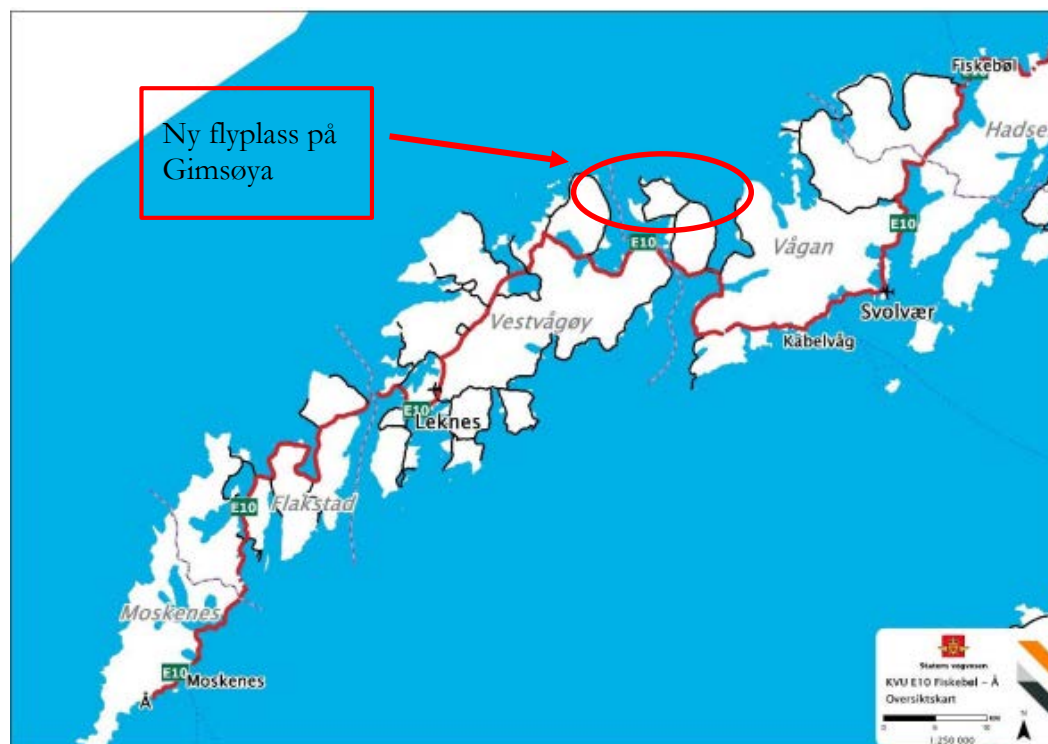
Vedlegg 7. Svolveer-Å

Dette vedlegget presenterer analysene av netto ringvirkninger for 3 beslektede tiltak:

- Veginnkorting E10 Svolveer-Å
- Ny Gimsøy flyplass
- Kombinert tiltak med veginnkorting og ny flyplass.

Kort om tiltakene

Vi har analysert separate og kombinerte tiltak for E10 mellom Svolveer og Å i Moskenes, sørvest i Lofoten, og ny flyplass på Gimsøya.



Figur V7-1: Kart over utredningsområdet med kommunenavn (Statens vegvesen)

Pendlingsnivået mellom Svolveer og Leknes er 5 % i dag, av disse er 2 % pendling fra Svolveer til Leknes og 3 % andre vegen. I dag har Svolveer-Leknes ligger en reiseavstand på ca. 1 time og 10 minutter (KVU Fiskebøl-Å).

Befolkningen i KVU området var pr. 1. jan 2014 på 23 059 innbyggere. I hele Lofoten, med Værøy og Røst er det 24 385 innbyggere (SSB, 2015).

Dagens vegsituasjon:

- Svolveer – Kabelvåg 8km (8 min reisetid)

- Kabelvåg – Leknes 60km (58min reisetid)
- Leknes byområde 4km (4min reisetid)
- Leknes-Moskenes 57km (55min reisetid)
- Moskenes-Å 5km (7min reisetid)

Total reisetid Svolvær-Å: 2 timer og 12 minutter.

Total reiseavstand Svolvær-Å: 134 km.

I tiltaksscenarioet er det kodet inn en samlet reisetidsreduksjon Svolvær-Å på 25 minutter. Dette tilsvarer konsept 3 fra KVV Fiskebøl-Å, hvor E10 utbedres til vegnormal standard og vegbredde 7,5 meter, og legges om i tunnel på to strekninger. Det gjennomføres nødvendige tiltak for å oppnå fartsgrense 80 km/t på strekninger som har randbebyggelse og nedsatt fartsgrense i dag.

I Nasjonal transportplan 2014 – 2023 foreslår etatene en ny felles lufthavn i Lofoten. Avinor utreder en slik flyplass lokalisert på Gimsøya.

Vi har antatt 3 daglige avganger til Oslo med lite jetfly og 6 daglige avganger med 50-75 seters fly til Bodø. Utover dette er det antatt opprettholdt kortbanenettflyvninger lik dagens situasjon.

Data fra transportmodellene

I dette avsnittet vil vi kort presentere hovedtrekkene i inngangsdataene som er hentet fra transportmodellene. Tabellene under viser nyskapt trafikk som følge av tiltakene, summert over hele landet og fordelt på transportmiddel og reisehensikt. Den første tabellen viser effekten av veiutbygging, mens den andre tabellen viser effekten av ny flyplass.

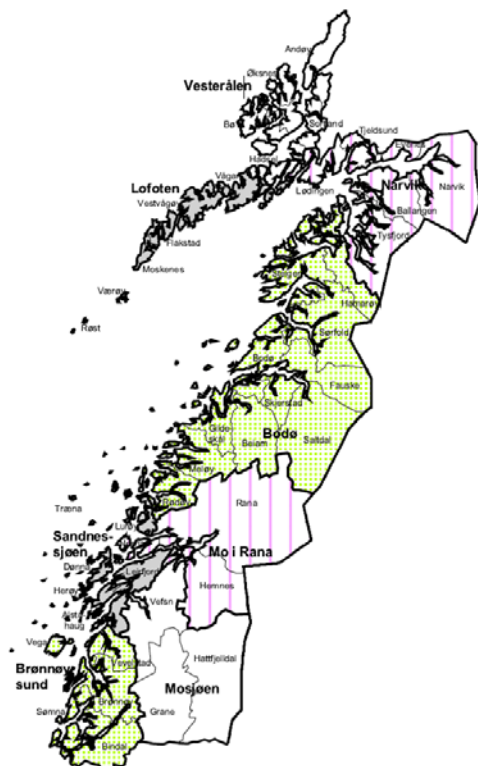
Tabell V7-1. E10: Nasjonal endring i antall turer, fordelt på transportmiddel og formål (2022).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	28	8	-3	33
Fritidsturer	60	16	-3	73
Serviceurer	20	1	0	20
Totalt	108	25	-7	126

Tabell V7-2. Flyplass: Nasjonal endring i antall turer, fordelt på transportmiddel og formål. Flyturer og kollektivturer er slått sammen (2022).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	5	1	4	10
Fritidsturer	-18	-17	58	23
Serviceurer	6	1	8	14
Totalt	-7	-15	70	47

Både med tanke på direkte nytten og netto ringvirkninger er selvfølgelig den geografiske dimensjonen det viktigste. For beregning av netto ringvirkninger er det hovedsakelig endring i pendlingsmønsteret, som er en funksjon av endringene i arbeidsturer, som er bestemmende for effektene. Soneinndelingen i SCGE-modellen er et aggregat av sonene i transportmodellene, og endring i antall turer og kostnad per tur for hver økonomiske sone er beregnet som forklart i kapittel 3.1.1, underkapittel «Personstrømmer og transportkostnader». Den geografiske inndelingen for den økonomiske sonen «Lofoten» er illustrert i figuren under.



Figur V7-2. Oversikt over de økonomiske sonene i Nordland fylke.

Data fra transportmodellkjøringene viser at den generaliserte kostnaden for flyturer mellom Lofoten og Oslo reduseres med ca. 25 % ved en flyplassutbygging.

De påfølgende tabellene viser daglige turer før og etter tiltaket, samt endringen i daglige turer, internt i Lofoten ved en veiutbedring og mellom Lofoten og Oslo ved en flyplassutbygging. For Lofoten-Oslo er det kun transportmiddelet fly inkludert, da dette er det eneste transportmiddelet som har daglige turer mellom disse destinasjonene.

Tabell V7-3. Daglige turer internt i den økonomiske sonen «Lofoten».

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	8347	8372	25
	Bilpassasjer	756	764	9
	Kollektivt	288	285	-3
	Totalt:			31
Fritidsturer	Bilfører	27639	27690	52
	Bilpassasjer	4911	4923	12
	Kollektivt	643	641	-2
	Totalt:			62
Serviceturer	Bilfører	3043	3053	10
	Bilpassasjer	162	163	1
	Kollektivt	68	68	0
	Totalt:			10

Tabellen viser at en veiutbygging fører en økning på 103 turer internt i Lofoten, og at 25 av disse er arbeidsturer.

Tabell V7-4. Flyplass. Daglige flyturer mellom de økonomiske sonene Lofoten og Oslo (én vei).

Formål	Før tiltaket	Etter tiltaket	Differanse
Arbeidsturer	2	4	2
Fritidsturer	19	34	15
Serviceturer	6	11	5
Totalt			22

Tabellen viser at utbygging av flyplass vil føre til en økning på 22 daglige turer mellom Lofoten og Oslo hver vei. Dette utgjør nesten en dobling. I tillegg vil daglige fritidsturer mellom Lofoten og andre økonomiske soner på Østlandet, samt til Bodø og Bergen øke noe.

Modellberegnete netto ringvirkninger

I tabellene under presenteres resultatene fra SCGE-beregningen for Svolvær-Å. Netto-ringvirkningene er fremstilt både som prosent av trafikantnyttene og i millioner kr. neddiskontert over 40 år.

Vi har valgt å benytte etatenes beregnede trafikantnytte for at det skal være størst mulig konsistens mellom resultatene fra SCGE-modellen og den trafikantnyttene som offisielt er assosiert med hvert enkelt tiltak. Da SCGE-modellen opererer med 90 aggregerte soner, i motsetning til den langt mer disaggregerte soneinndelingen for transportmodellene, mener vi også at direkteytten for transporttiltak blir fanget på en mer nøyaktig måte i transportmodellene.

Gjennom analysene med SCGE-modellen blir det beregnet nytte, men da gjennom bruk av et annet konsept enn trapesformelen som ligger til grunn for EFFEKT og trafikantnyttmodulberegningene. Nyttvirkningene i SCGE –modellanalysen blir beregnet gjennom bruk av konseptet kompensert variasjon. Kompensert variasjon (CV) er en metode for å måle endringer i en befolknings velferd som følge av en prisendring. Enkelt forklart er CV et uttrykk for hvor mye husholdningenes inntekt må justeres for å oppnå det opprinnelige nyttenivået de hadde før endringen i infrastruktur, dvs. det maksimale konsumentene er villig til å betale for å oppnå velferdsendringen. Den prosentvise netto ringvirkningen er framkommet gjennom sammenligning av SCGE-modellens beregnede CV i to ulike modellkjøringen; én hvor antakelsene tilsvarer de som ligger til grunn for NKA og én som antar avvik fra fullkommen konkurranse i sekundærmarkedene, samt positive agglomerasjons-eksternaliteter.

Tabell V7-5. Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

Tiltak	Trafikantnytte (millioner kroner)	Netto ring- virkninger (%)	Netto ringvirkninger (millioner kroner)
E10	2241	2.5%	56
Ny flyplass	1614	3.9%	63
E10 og ny flyplass	3855	3.1%	119

Vi har kun scenariekjøring fra transportmodellene med endringer for korte turer med RTM for E10, og med endringer for lange turer med NTM6 for ny flyplass. Det var derfor ikke hensiktsmessig å kjøre det kombinerte tiltaket i SCGE-modellen da inngangsdata manglet. Derfor fremkommer den nederste kolonnen av å summere de to kolonnene over.

Tabellen under oppgir resultater for E16 fordelt på person- og godsnytte.

Tabell V7-6. E10 fordelt på person- og godsnytte. Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

Tiltak	Trafikantnytte (millioner kroner)	Netto ring- virkninger (%)	Netto ringvirkninger (millioner kroner)
E10 Person	1823	1.94%	35.28
E10 Gods	418	Antatt til 5%	20.9
E10 Totalt	2241	2.5%	56

For dette tiltaket er det ikke utført godstransportmodellanalyser med Logistikk-modellen. Vi har derfor ikke hatt datagrunnlag til å analysere netto ringvirkninger av endret godstransport. I beregningene er det antatt en prosentvis netto ringvirkning av trafikantnytt for godstransport på 5%. Dette anslaget er i øvre del av intervallet av beregnede nytteeffekter av godstransport for tiltaksporteføljen vi har analysert.

SCGE-beregningene fanger ikke fullt ut eventuelle ringvirkninger av økt turisme og reiseliv som følge av vegutbedringen og etablering av ny flyplass på Gimsøy. Turisme og reiseliv er viktige næringer i Lofoten, hvor reiselivsnæringen er den nest viktigste i området etter fiskeri og havbruksnæringen. E10 er også definert som Nasjonal turistveg.

TØI-rapporten «Økonomiske ringvirkninger av reiseliv i Lofoten», beregner at det er om lag 1 000 000 overnattinger i Lofoten i året. Dette tallet inkluderer alle uregistrerte overnattinger i tillegg til overnattinger på offisielle overnattingssteder. Både veginnkorting, og i særlig grad etableringen av en ny flyplass med økte avganger til Oslo, vil kunne ha signifikante ringvirkningseffekter på reiselivsnæringen. Effekter vi ikke fanger i SCGE-modellen.

Vedlegg 8. Arna-Voss

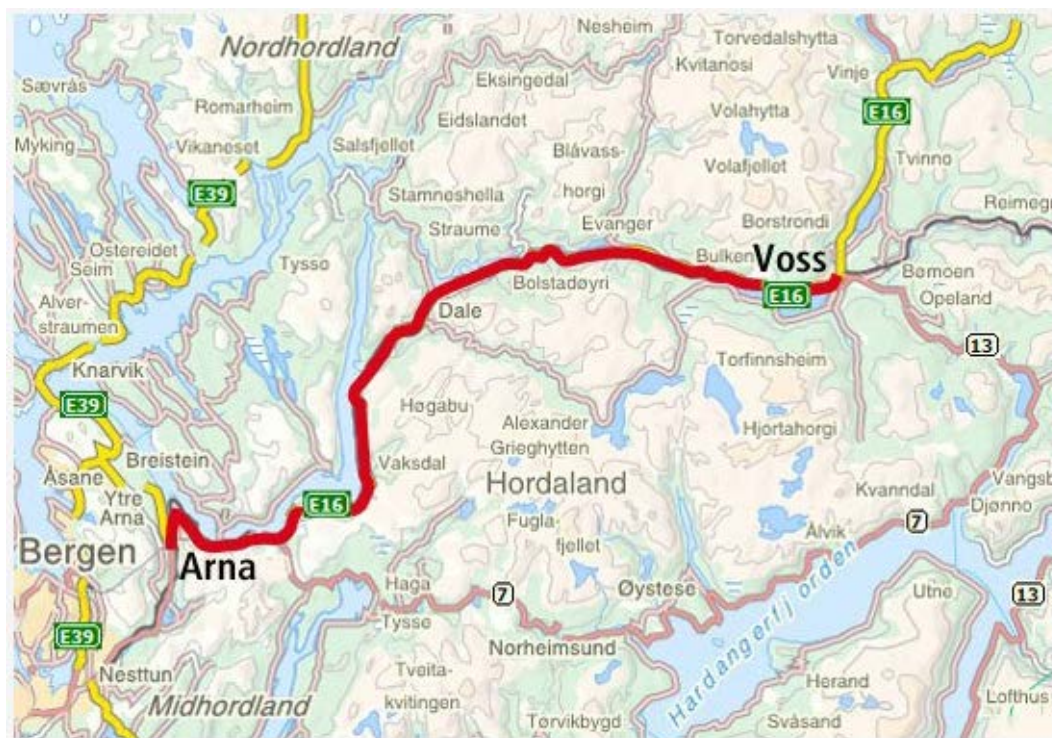
Dette vedlegget gir en kort presentasjon av tiltaksalternativene som er analysert på strekningen Arna-Voss. Det er utført beregninger av netto ringvirkninger for 3 konsepter på strekningen:

- Innkorting og dobbeltspor på jernbanestrekningen Arna-Voss
- Vegutbygging E16 Arna-Voss
- Kombinert veg- og baneutbygging

Avslutningsvis i vedlegget vises sensitivitetsanalyser for viktige eksogene parameterverdier i SCGE-modelleringen.

Om tiltaket

Det er analysert enkeltvis tiltak på veg og bane, samt en kombinert løsning med både veg- og baneutbedring mellom Arna og Voss.



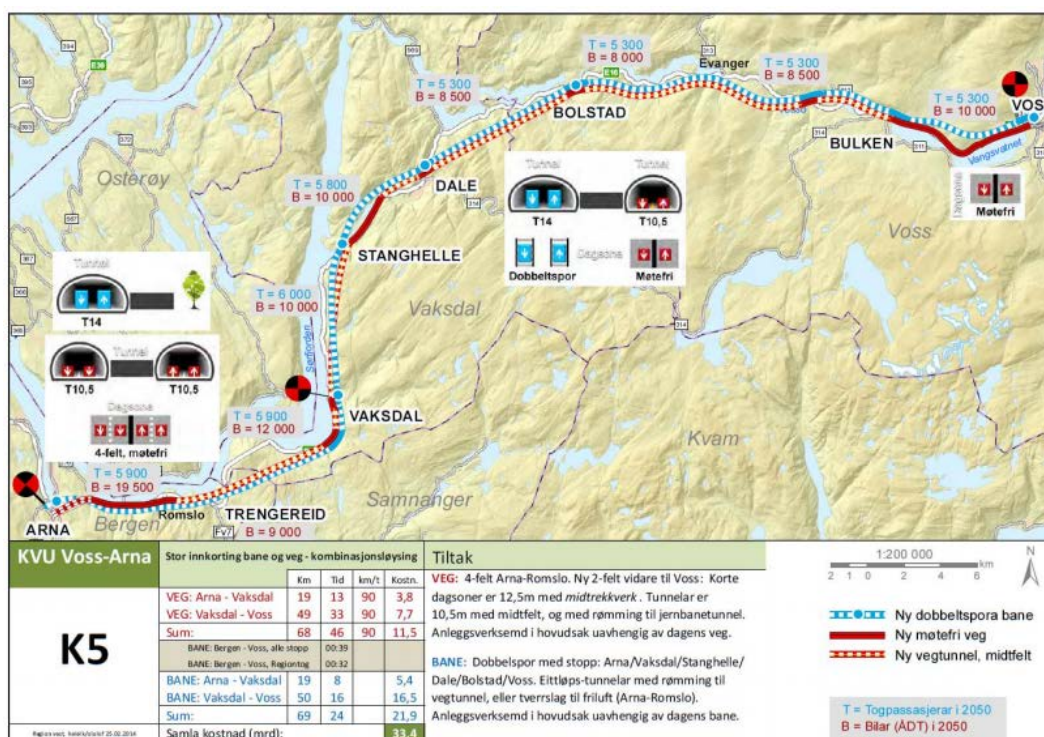
Figur V8-1: Kartskisse over tiltaksområdet. Kilde: Statens vegvesen

Tabellen under viser avstand og reisetid i referansealternativet for både veg og bane mellom Arna og Voss.

Tabell V8-1. Veg og bane i referansealternativet:

Veg	Arna-Vaksdal	22km	21min
	Vaksdal - Voss	55km	51min
	Sum veg	77km	1time 12 minutter
Bane	Arna-Vaksdal	20km	17min
	Vaksdal - Voss	52km	46min
	Sum bane	72km	1time 3 minutter

Tiltaksscenarioene:



Figur V8-2 Konsept 5 stor innkortning bane og vei (KS1 Voss-Arna)

Innkortingen av jernbanestrekningen mellom Arna og Voss er kodet med en samlet reisetidsreduksjon på 39 minutter, mens utbedringen langs E16 er forventet å innkorte reiseveien med 9km og reisetiden med 26 minutter.

Data fra transportmodellene

I dette avsnittet vil vi kort presentere hovedtrekkene i inngangsdataene som er hentet fra transportmodellene. Tabellene under viser nyskapt trafikk som følge av tiltaket, summert over hele landet og fordelt på transportmiddel og reisehensikt. Den første tabellen viser kun utbygging av vei, den andre viser kun utbygging av bane og den tredje viser samlet utbygging av vei og bane.

Tabell V8-2. Vei: Nyskapte daglige turer som følge av tiltaket, fordelt på transportmiddel og reisehensikt (2022).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	142	24	-196	-30
Fritidsturer	264	179	-300	143
Serviceturer	63	6	-53	16
Totalt	469	209	-549	129

Tabell V8-3. Bane: Nyskapte daglige turer som følge av tiltaket, fordelt på transportmiddel og reisehensikt (2022).

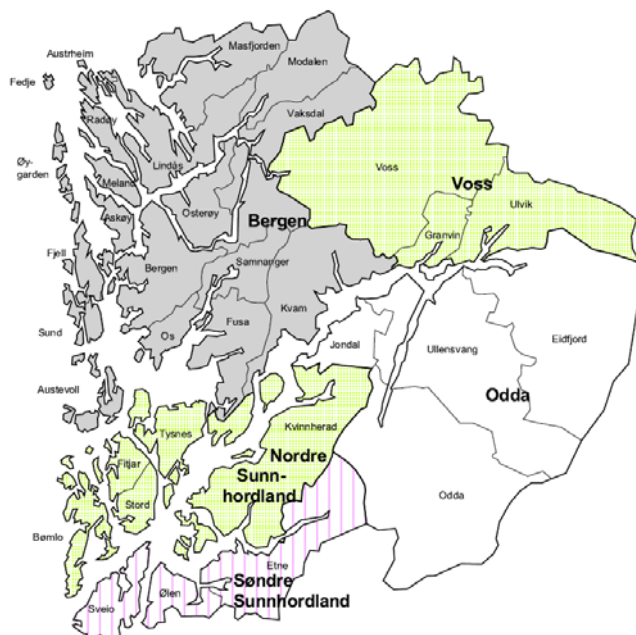
Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	-261	-34	543	248
Fritidsturer	-257	-173	817	387
Serviceturer	-56	-7	214	150
Totalt	-574	-215	1574	785

Tabell V8-4. Veg og bane: Nyskapte daglige turer som følge av tiltaket, fordelt på transportmiddel og reisehensikt (2022).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	-130	-1	433	302
Fritidsturer	-36	-51	693	606
Serviceturer	10	2	182	194
Totalt	-157	-50	1308	1101

Vi ser av tabellene at veiltaket vil føre til en endring på 129 turer om dagen, bane vil føre til endring på 785 turer om dagen, mens vei og bane vil føre til en endring på 1101 turer.

Både med tanke på direktenytten og netto ringvirkninger er selvfølgelig den geografiske dimensjonen det viktigste. For beregning av netto ringvirkninger er det hovedsakelig endring i pendlingsmønsteret, som er en funksjon av endringene i arbeidsturer, som er bestemmende for effektene. Soneinndelingen i SCGE-modellen er et aggregat av sonene i transportmodellene, og endring i antall turer og kostnad per tur for hver økonomiske sone er beregnet som forklart i kapittel 3.1.1, underkapittel «Personstrømmer og transportkostnader». Den geografiske inndelingen for de økonomiske sonene «Bergen» og «Voss» er illustrert i figuren under.



Figur V8-3. Oversikt over de økonomiske sonene i Hordaland (SSB, 2000).

Data fra transportmodellkjøringene viser at den generaliserte kostnaden for pendlerturer med bil mellom de økonomiske sonene «Bergen» og «Voss» i snitt blir redusert med ca. 8,8 % som følge av veiutbygging. Den generaliserte kostnaden for pendlerturer med tog blir redusert med ca. 12,9 % ved jernbaneutbygging. Ved jernbaneutbygging vil også den generaliserte kostnaden for pendlerturer med tog mellom Bergen og Oslo reduseres med 11,1 %. Grunnen til at denne prosenten er nesten like høy som for Bergen-Voss, er fordi en større andel av de som kjører mellom Bergen og Oslo benytter seg av den utbygde strekningen.

De påfølgende tabellene viser daglige turer før og etter tiltaket, samt endringen i daglige turer mellom de økonomiske sonene «Bergen» og «Voss».

Tabell V8-6. Vei: Daglige turer mellom Bergen og Voss (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	124	142	18
	Bilpassasjer	10	12	2
	Kollektivt	65	64	-1
	Totalt:			19
Fritidsturer	Bilfører	752	806	54
	Bilpassasjer	381	403	22
	Kollektivt	169	163	-6
	Totalt:			70
Serviceturer	Bilfører	105	116	11
	Bilpassasjer	18	19	2
	Kollektivt	45	44	-1
	Totalt:			12

Tabell V8-7. Bane: Daglige turer mellom Bergen og Voss (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	97	92	-5
	Bilpassasjer	11	11	0
	Kollektivt	63	108	45
	Totalt:			40
Fritidsturer	Bilfører	680	673	-7
	Bilpassasjer	370	366	-5
	Kollektivt	168	208	40
	Totalt:			29
Serviceturer	Bilfører	102	100	-1
	Bilpassasjer	18	17	0
	Kollektivt	45	53	7
	Totalt:			5

Tabell V8-8. Vei og bane: Daglige turer mellom Bergen og Voss (2022).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	124	135	11
	Bilpassasjer	10	12	2
	Kollektivt	65	106	41
	Totalt:			54
Fritidsturer	Bilfører	752	799	47
	Bilpassasjer	381	398	17
	Kollektivt	169	199	30
	Totalt:			95
Serviceturer	Bilfører	105	115	10
	Bilpassasjer	18	19	2
	Kollektivt	45	51	5
	Totalt:			18

Tabellene viser at for veiutbygging fører tiltaket til en økning på 101 daglige turer mellom Bergen og Voss, hvorav 19 er arbeidsturer. En utbygging av banen fører til en økning på 74 daglige turer, hvorav 40 er arbeidsturer. En utbygging av både vei og bane fører til en økning på 167 daglige turer, hvorav 54 er arbeidsturer.

Beregnete netto ringvirkninger

Resultater

I tabellene under presenteres resultatene fra SCGE-beregningene for Arna-Voss. Netto-ringvirkningene er fremstilt både som prosent av trafikantnyttene og i millioner kr. neddiskontert over 40 år.

Vi har valgt å benytte etatenes beregnede trafikantnytte for at det skal være størst mulig konsistens mellom resultatene fra SCGE-modellen og den trafikantnyttene som offisielt er assosiert med hvert enkelt tiltak. Da SCGE-modellen opererer med 90 aggregerte soner, i motsetning til den langt mer disaggregerte soneinndelingen for transportmodellene, mener vi også at direkteytten for transporttiltak blir fanget på en mer nøyaktig måte i transportmodellene. Transportmodellkjøringen for kun bane er imidlertid gjort separat, og det forelå ingen nytteberegning for denne. Derfor har TØI gjennomført forenklete nytteberegninger for Arna-Voss bane basert på de mottatte resultatene fra denne transportmodellkjøringen.

Gjennom analysene med SCGE-modellen blir det beregnet nytte, men da gjennom bruk av et annet konsept enn trapesformelen som ligger til grunn for EFFEKT og trafikantnyttmodulberegningene. Nyttvirkningene i SCGE –modellanalysen blir beregnet gjennom bruk av konseptet kompensert variasjon. Kompensert variasjon (CV) er en metode for å måle endringer i en befolknings velferd som følge av en prisendring. Enkelt forklart er CV et uttrykk for hvor mye husholdningenes inntekt

må justeres for å oppnå det opprinnelige nyttenivået de hadde før endringen i infrastruktur, dvs. det maksimale konsumentene er villig til å betale for å oppnå velferdsendringen. Den prosentvise netto ringvirkningen er framkommet gjennom sammenligning av SCGE-modellens beregnede CV i to ulike modellkjøringen; én hvor antakelsene tilsvarer de som ligger til grunn for NKA og én som antar avvik fra fullkommen konkurranse i sekundærmarkedene, samt positive agglomerasjons-eksternaliteter.

Tabell V8-9. Vei: Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

	Trafikantnytte (millioner kroner)	Netto ring- virkninger (%)	Netto ringvirkninger (millioner kroner)
Person	5250	14.3%	751
Gods	3524	5.4%	191
Totalt	8774	10.7%	942

Tabell V8-10. Bane: Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

	Trafikantnytte (millioner kroner)	Netto ring- virkninger (%)	Netto ringvirkninger (millioner kroner)
Totalt	8250	21,2 %	1750

Tabell V8-11. Vei og bane: Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

	Trafikantnytte (millioner kroner)	Netto ring- virkninger (%)	Netto ringvirkninger (millioner kroner)
Person	12 690	13.9%	1764
Gods	3 651	5.4%	197
Totalt	16 341	12,0 %	1 961

I tabellene over er den prosentvise netto ringvirkningen multiplisert med trafikantnyttene til prosjektene. En annen trafikantnytte vil gi en annen netto ringvirkning i millioner kr.

De modellberegnete netto ringvirkningene er hovedsakelig et resultat av den forbedrede tilgjengeligheten mellom de økonomiske sonene «Bergen» og «Voss» som tiltakene fører til. Dette endrer pendlingsmønsteret, bringer arbeidsmarkedene tettere

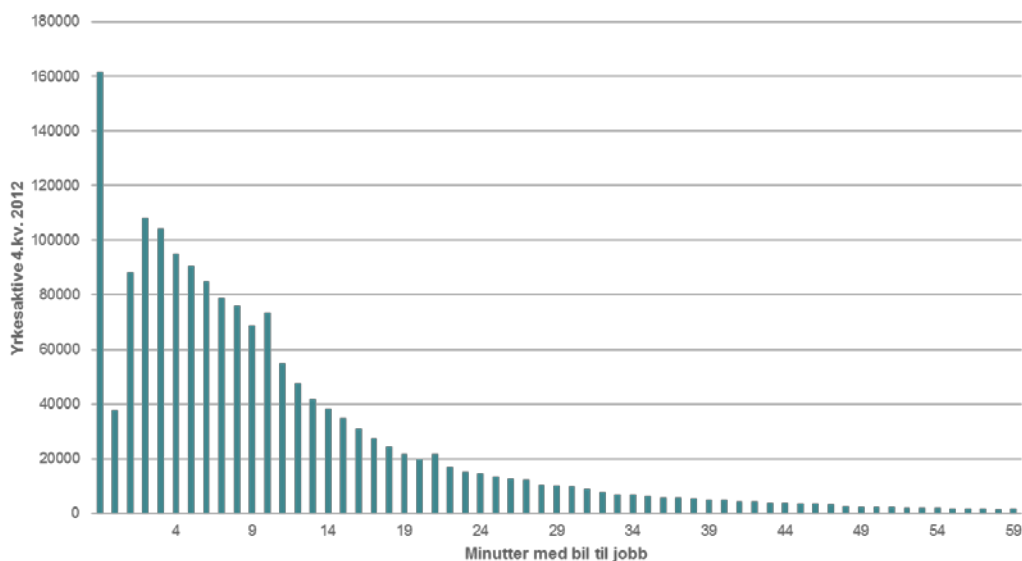
sammen og påvirker næringsstrukturen gjennom et endret arbeidstilbud i disse og nærliggende soner. Gjennom reduserte transportkostnader for husholdningene vil også deres konsumbudsjett øke. Dette påvirker etterspørselen etter varer og tjenester, noe som har ytterligere innvirkning på næringsstrukturen. Økning i konsumetterspørsel gjennom billigere transport, og økning i produktivitet gjennom agglomerative mekanismer vil øke de modellberegnete netto ringvirkningene ytterligere. For en mer fullstendig gjennomgang av hva som driver effektene, se avsnittene 4.1.1 og 4.1.2 i hovedrapporten.

To observasjoner knyttet til tabellene over krever en nærmere utdyping: 1) trafikantnyttene for godstransport er ikke lik for tiltakene «vei» og «vei og bane» og 2) de prosentvise netto ringvirkningene for persontransport for banetiltaket (21,2 %) er markant høyere enn anslagene for vei (14,3 %) og for vei og bane (13,9 %).

Vi har benyttet den samme Logistikkmodellkjøringen for begge disse tiltakene, og beregner derfor netto ringvirkninger i prosent til å være den samme. Vi må imidlertid basere beregningen av netto ringvirkninger i millioner kroner på trafikantnyttene vi har fått fra etatene, og denne viser marginalt lavere godsnytte for vegtiltaket sammenlignet med veg og bane-tiltaket. En forklaring til dette kan være at et kombinasjonstiltak gjør reisetiden for gods på strekningen marginalt lavere grunnet mindre trengsel på vegnettet. Dette vil i så fall gi høyere trafikantnytte for gods i kombinasjonstiltaket.

De prosentvise netto ringvirkningene for persontransport for banetiltaket (21,2 %) er såpass mye høyere enn anslagene for vei (14,3 %) og for vei og bane (13,9 %). Her må vi for det første understreke at tiltakene ikke nødvendigvis er direkte sammenlignbare, da veg-, og veg og banetiltaket er kodet i transportmodellene av Statens vegvesen, mens banetiltaket kodet av Jernbaneverket. Det kan derfor ligge inne forskjellige forutsetninger i inngangsdataene. For det andre er det illustrativt å se på inngangsdataene fra persontransportmodellsystemet mellom Bergen og Voss, inkludert i tabeller i forrige avsnitt. Det fremkommer at kun 18 % av turene på vei og 32 % av turene for vei og bane er arbeidsturer, mens 55 % av turene på bane er arbeidsturer. Dermed vil en mye større andel av direkteytten for banetiltaket bringe med seg netto ringvirkninger gjennom endringer i arbeidsmarkedet.

Fra registerbasert sysselsettingsstatistikk (SSB) og litteraturen for øvrig vet vi at sannsynligheten for at en yrkesaktiv velger en arbeidsplass er sterkt avtakende med avstand. Figuren under viser en sammenstilling av reisetid i minutter med bil til jobb og andel yrkesaktive i Norge. Grunnlaget for figuren er 4.kv.2012.



Figur V8-4: Sysselsetting 4.kv.2012 og reisevei i minutter med bil til jobb. Kilde: SSB

Sammenstillingen over kan bidra til å forklare forskjellen i andelen arbeidspendlere mellom Bergen og Voss i banealternativet kontra veialternativet. Som figuren viser er antall pendlere sterkt avtakende i avstand til arbeidsplassen. Transportmodellene legger også denne empirien til grunn i sin modellering av trafikkendringer som følge av tiltak. Banealternativet Arna-Voss gir en ny forventet reisetid på 24 minutter mellom Arna og Voss, mens veialternativet gir reisetid på 46 minutter. Det er naturlig at andelen arbeidspendlere er høyere med banen enn på veien – og da med medfølgende høyere netto ringvirkning i prosent av trafikantnytt.

Det er også naturlig at de prosentvise ringvirkningene for vei og bane er noe lavere enn kun for bane, da de største effektene vil realiseres ved den første utbyggingen. Det er begrenset hvor store tilleggseffekter som realiseres ved en ny utbygging fordi de største mulighetene for interaksjon allerede er fanget opp.

Sensitivitetsanalyser

Enkelte parametere i SCGE-modellen kan ikke utledes direkte fra nasjonalregnskapsdata. Disse må antas eksogent. Vi har ikke estimert noen slike parametere selv basert på norske data, men hentet disse fra litteraturen. Det er ikke alltid selvsagt hvilken verdi man skal velge på slike parametere, og vi har derfor valgt å inkludere en sensitivitetsanalyse hvor vi henholdsvis reduserer og øker verdien på én og én parameter med 10 %, for å se hvordan det slår ut på beregningene av netto ringvirkninger. Se vedlegg 14 for en oversikt over parameterverdiene vi har valgt, en rettfærdiggjøring av disse valgene og referanser til relevant litteratur.

Netto ringvirkninger er et abstrakt konsept, og vi mener det er umulig å beregne dette på en nøyaktig måte. Leser man tabellene under, får man likevel et inntrykk av at presisjonen er kunstig høy, siden prosentvise ringvirkninger er oppgitt med fire desimaler. Grunnen til at vi gjør dette er for å gi et bedre innblikk i sensitivitetsanalysen der hvor forskjellene i netto ringvirkninger av å endre parameterverdier er små.

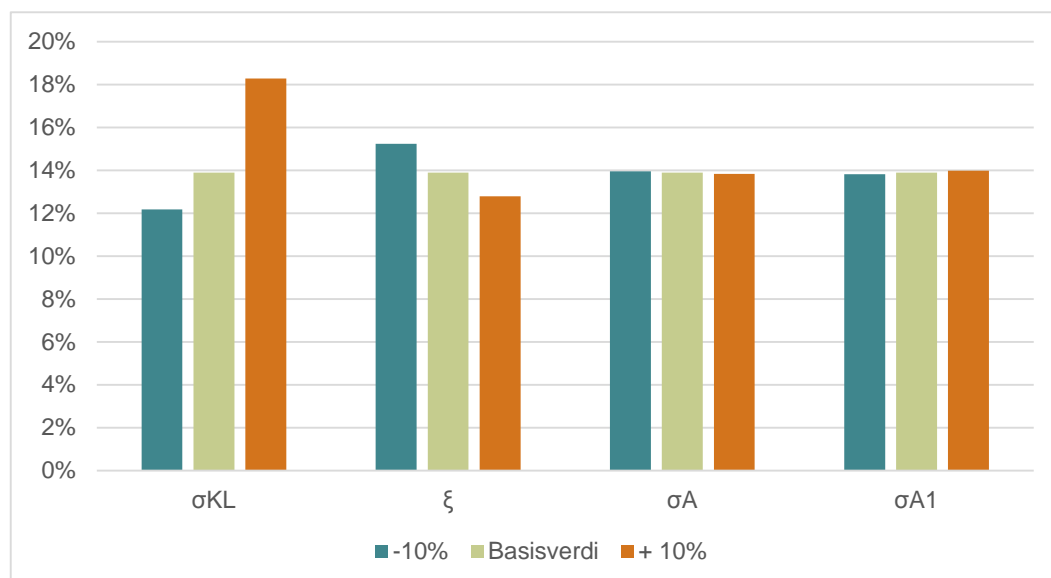
Parameterverdiene vi gjør en sensitivitetsanalyse av er substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft fra bedriftenes CES-produksjonsteknologi ($\sigma_{KL_{ri}}$); substitusjonselastisiteten mellom Dixit-Stiglitz-varianter av den samme varen

produsert i den samme sonen (ξ_i); transformasjonselastisiteten fra Armington-funksjonen mellom valget av importvarer og norskproduserte varer (σA_{ri}); og transformasjonselastisiteten fra Armingtonfunksjonen mellom valget av norskproduserte varer fra forskjellige regioner.

Det er kun gjennomført sensitivitetsanalyser for tiltaket «Vei og bane» for persontransport. Tabellen og figuren under viser resultatene av denne sensitivitetsanalyse.

Tabell V8-12. Vei og bane: Sensitivitetsanalyse for persontransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σ_{KL}	12.17 %	13.90 %	18.28 %
ξ	15.25 %	13.90 %	12.78 %
σ_A	13.95 %	13.90 %	13.84 %
σ_{A1}	13.81 %	13.90 %	13.99 %



Figur V8-5. Vei og bane: Sensitivitetsanalyse for persontransport.

Vi ser at elastisiteten som har mest å si er $\sigma_{KL_{ri}}$. Det er to grunner til dette. For det første fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte det nye arbeidskraftstilbudet som kommer av endringene i pendlings- og migrasjonsmønsteret infrastrukturforbedringen fører med seg. For det andre fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte produktivitetsøkningen (eller reduksjonen) i den tilbudte arbeidskraften som følge av agglomerasjonseffekter. Det er likevel problematisk, da det finnes få gode kilder til estimater av denne elastisiteten. De kildene som finnes har også sprikende resultater. Dermed kan man konkludere med at $\sigma_{KL_{ri}}$ er en stor kilde til usikkerhet i modellberegningene. Tabellen viser at en økning i elastisiteten fører til en økning i netto ringvirkninger.

Substitusjonelastisiteten mellom varianter ξ_i vil nødvendigvis påvirke den beregnede mernytten, da den beskriver i hvor stor grad varianter er nære eller imperfekte substitutter. Dette er et direkte mål på markedsrett, og siden markedsrett er et

avvik fra perfekt konkurranse, er det en direkte kilde til netto ringvirkninger. Å øke substitusjonselastisiteten innebærer en antakelse om at varene i større grad er nære substitutter, altså en reduksjon i markedsmakten som burde føre til en reduksjon i netto ringvirkninger. Dette er i tråd med hva vi observerer i tabellen og figuren over.

Armingtonelastisitetene beskriver varehandel, og er således viktige for hvordan tiltak påvirker den regionale næringsstrukturen. Det ser imidlertid ikke ut til at disse elastisitetene har nevneverdig betydning for beregninger av netto ringvirkninger av en bedring i persontransporttilbudet.

Vedlegg 9. Sandvika-Hønefoss

Dette vedlegget gir en kort presentasjon av Ringeriksbanen og vegutbedringene på E16 Skaret – Hønefoss. Det er utført beregninger av netto ringvirkninger for 3 konsepter på strekningen:

- Ny Ringeriksbane med 2 avganger i timen
- Vegutbygging E16 Skaret-Hønefoss
- Kombinert veg- og baneutbygging

Avslutningsvis i vedlegget vises sensitivitetsanalyser for viktige eksogene parameterverdier i SCGE-modelleringen.

E16 og Ringeriksbanen

Ringeriksbanen

Ny jernbaneforbindelse Sandvika – Hønefoss, ca 40 km lang strekning. Definert som 1 av 4 intercity strekninger på Østlandet. Tiltaket dreier seg i korthet om en omlegging / avkorting av Bergensbanens trase mellom Sandvika og Hønefoss. I dag kjører Bergensbanen via Drammen, nye Ringeriksbanen er planlagt i tunnel under Krokskogen til Kroksund via Helgelandsmoen til Hønefoss. Det er beregnet netto ringvirkninger for jernbanealternativet med trase over Kroksund og hvor Storelva krysses ved Helgelandsmoen. Stasjoner ved Sundvollen og ved Tolpinrud på strekninger Hønefoss – Sandvika.

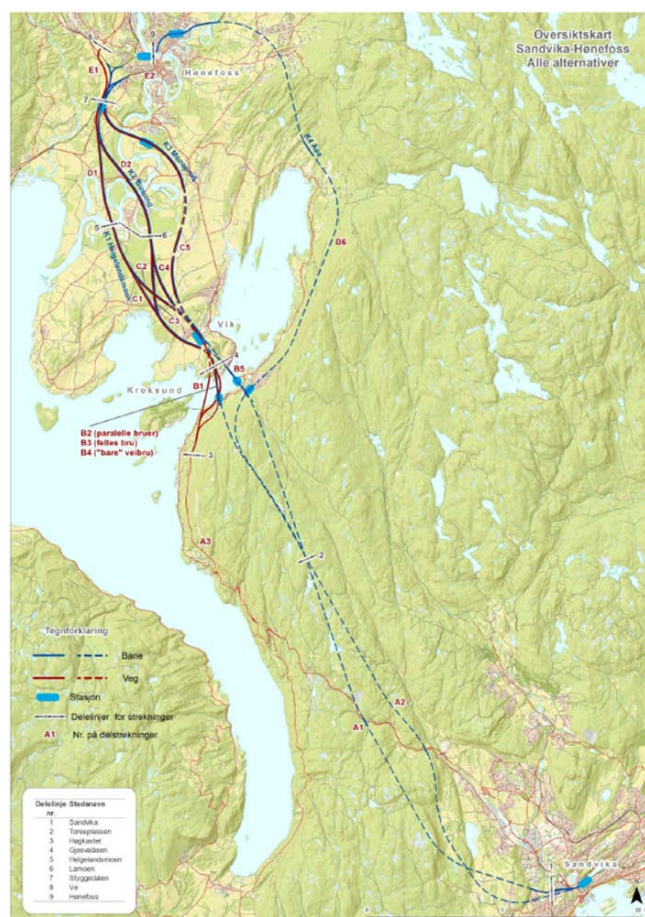
I analysene er det antatt at det ikke kjøres godstog på nye ringeriksbanen. Banen vil ikke tilrettelegges for godstrafikk annet enn til bruk i avvikssituasjoner.

Bergensbanen vil gå på Ringerikstraseen istedenfor via Drammen og vil totalt spare 50 min i reisetid i forhold til referansen. Frekvensen på Bergensbanen er antatt å være 1 gang pr. 3 time. Det er antatt 2 avganger i timen på Ringeriksbanen.

Referansesituasjonen for jernbanen forutsetter at ruteplan 2028 er implementert. Follobanen er åpnet som gir ruteendringer og kjøretidsgevinster for den østlige grenen av IC triangelet. Kjøretidsgevinster som følge av ferdigstillelsen av dobbeltspor på Vestfoldbanen mellom Nykirke og Barkåker er inkludert i referansen.

Kartet under er hente fra VistaAnalyse (2014)¹⁶ og viser de ulike trasevalgene for Ringeriksbanen og korridoralternativer over Kroksund.

¹⁶ VistaAnalyse (2014): Samfunnsøkonomiske analyser av Ringeriksbanen og E16 Skaret-Hønefoss. Vedlegg til silingsrapport.



Figur V9-1. Trasévalg for Ringeriksbanen og korridoralternativer over Kroksund.

E16 Skaret-Hønefoss

Dette er et vegprosjekt med ny E16 fra Skaret i Hole kommune til Hønefoss. E16 inngår i hovedruten for vegtrafikk mellom Oslo og Bergen, og er hovedferdselsåre for vegtrafikk mellom Oslo og Ringerike, Valdres og Hallingdal.

E16 Skaret-Hønefoss forutsettes utbygd med 100km/t hastighet. Videre antas det uendret busstilbud i forhold til referansesituasjonen.

Referansevegnettet bygger på dagens vegnett, men inneholder vegprosjekter som er vedtatt eller under bygging, deriblant E16 Sandvika – Wøyen, Bjørum – Skaret, og Rv4 Lunner – Jaren.

Data fra transportmodellene

I dette avsnittet vil vi kort presentere hovedtrekkene i inngangsdataene som er hentet fra transportmodellene. Det er gjort tre delanalyser (E16, Ringeriksbanen, og utbygging av E16 og Ringeriksbanen samtidig). Inngangsdataene blir derfor sammenlignet for disse tre analysene. Tabellene under viser nyskapt trafikk som følge av tiltaket, summert over hele landet og fordelt på transportmiddel og reisehensikt. Den første tabellen viser kun utbygging av E16, den andre tabellen viser kun utbygging av Ringeriksbanen, mens den tredje tabellen viser samlet utbygging.

Tabell V9-1. E16: Nasjonal endring i antall turer som følge av tiltaket, fordelt på transportmiddel og reisehensikt (2040).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	26	-23	-11	-8
Fritidsturer	-186	21	-26	-191
Serviceturer	56	-5	2	52
Totalt	-105	-7	-35	-147

Tabell V9-2. Ringeriksbanen: Nasjonal endring i antall turer som følge av tiltaket, fordelt på transportmiddel og reisehensikt (2040).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	-629	-61	1054	364
Fritidsturer	-342	-180	933	411
Serviceturer	-87	-3	207	117
Totalt	-1058	-244	2194	892

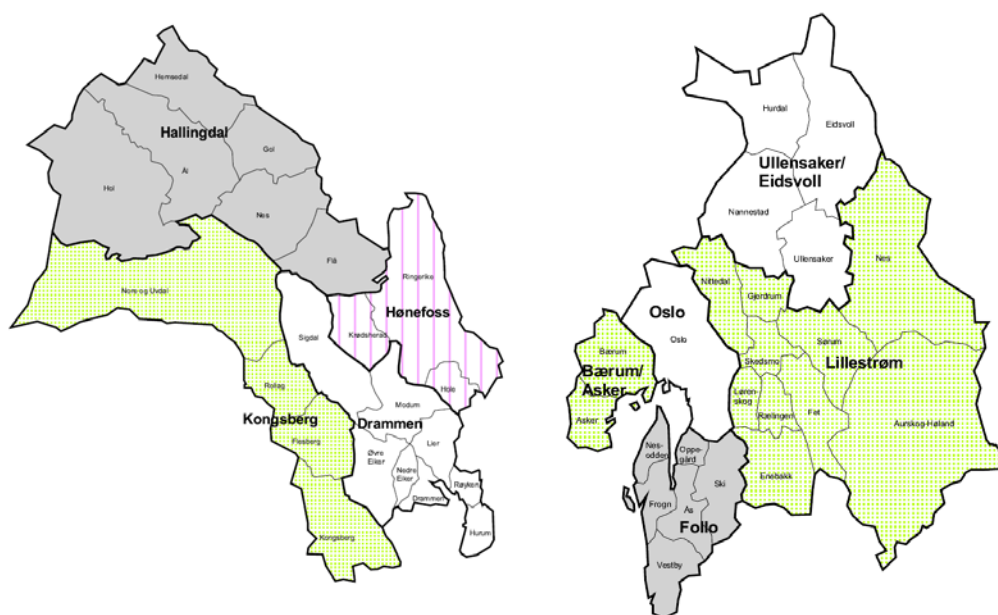
Tabell V9-3. E16 og Ringeriksbanen: Nasjonal endring i antall turer som følge av tiltaket, fordelt på transportmiddel og reisehensikt (2040).

Formål	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Totalt
Arbeidsturer	-495	-71	972	405
Fritidsturer	-181	-70	836	584
Serviceturer	29	-10	198	217
Totalt	-648	-151	2005	1206

Vi ser av tabellen at utbygging av E16 vil føre til en reduksjon i 147 daglige turer. Ringeriksbanen fører til en økning i 892 daglige turer, hvor 364 av disse er arbeidsturer. Utbygging av Ringeriksbanen og E16 fører til en økning på 1206 daglige turer, hvor 405 av disse er arbeidsturer. Ser man kun på den nasjonale endringen i nyskapt trafikk, ser det altså ikke ut som om E16 fører til en vesentlig endring i pendlingsmønsteret, forutsatt at Ringeriksbanen allerede er bygd. Det virker kontrainuitivt at utbygging av kun E16 fører til en reduksjon i antall turer, men den mest logiske forklaringen er at trafikantene bytter ut et antall kortere turer med et lavere antall lengre turer, siden de opplever en redusert generalisert kostnad for relativt lange strekninger. Det er derfor mer instruktivt å se på endring i antall turer mellom sonepar, som illustrert i de påfølgende tabellene.

Både med tanke på direktenytten og netto ringvirkninger er selvfølgelig den geografiske dimensjonen det viktigste. For beregning av netto ringvirkninger er det hovedsakelig endring i pendlingsmønsteret, som er en funksjon av endringene i arbeidsturer, som er bestemmende for effektene. Soneinndelingen i SCGE-modellen er et aggregat av sonene i transportmodellene, og endring i antall turer og kostnad per tur for hver økonomiske sone er beregnet som forklart i kapittel 3.1.1, underkapittel «Personstrømmer og transportkostnader». Den geografiske inndelingen

for de økonomiske sonene som blir berørt av tiltaket er illustrert i figuren under, som viser soneinndelingen for Buskerud fylke og Oslo/Akershus respektivt.



Figur V9-2. Økonomiske soner for Buskerud og Oslo/Akershus. (SSB, 2000).

Data fra transportmodellkjøringene viser at den generaliserte kostnaden for pendlerturer med bil mellom de økonomiske sonene «Oslo» og «Hønefoss» i snitt blir redusert med ca. 1,5% som følge av utbygging av E16. Mellom «Bærum» og «Hønefoss» er denne reduksjonen på 0,7%. Ved utbygging av Ringeriksbanen blir kostnaden for pendlerturer med kollektivtransport redusert med ca. 15 % mellom «Hønefoss» og «Bærum», og med ca. 23 % mellom «Hønefoss» og «Oslo».

De påfølgende tabellene viser daglige turer før og etter tiltakene, samt endringen i daglige turer, mellom Hønefoss og Oslo/Bærum, internt i Hønefoss og internt i Bærum. Tabellene er fordelt på formål og transportmiddel.

Tabell V9-4. E16: Daglige turer mellom Oslo/Bærum og Hønefoss (2040)

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	1213	1526	313
	Bilpassasjer	34	45	11
	Kollektivt	165	158	-7
	Totalt:			317
Fritidsturer	Bilfører	2749	3341	592
	Bilpassasjer	425	491	66
	Kollektivt	323	318	-6
	Totalt:			653
Serviceturer	Bilfører	481	595	114
	Bilpassasjer	33	38	5
	Kollektivt	39	38	-1
	Totalt:			118

Tabell V9-5. Ringeriksbanen: Daglige turer mellom Oslo/Bærum og Hønefoss (2040)

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	1213	1142	-71
	Bilpassasjer	34	30	-4
	Kollektivt	165	637	471
	Totalt:			397
Fritidsturer	Bilfører	2749	2722	-27
	Bilpassasjer	425	423	-2
	Kollektivt	323	571	248
	Totalt:			218
Serviceturer	Bilfører	481	477	-5
	Bilpassasjer	33	33	0
	Kollektivt	39	80	41
	Totalt:			37

Tabell V9-6. Ringeriksbanen og E16: Daglige turer mellom Oslo/Bærum og Hønefoss (2040)

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	1213	1468	255
	Bilpassasjer	34	41	7
	Kollektivt	165	623	458
	Totalt:			720
Fritidsturer	Bilfører	2749	3370	621
	Bilpassasjer	425	496	71
	Kollektivt	323	559	236
	Totalt:			929
Serviceturer	Bilfører	481	601	119
	Bilpassasjer	33	38	5
	Kollektivt	39	78	39
	Totalt:			164

Tabellene over viser at Ringeriksbanen har størst effekt på antall turer, mens effekten på antall arbeidsturer av Ringeriksbanen og E16 er ca. like stor. Utbygging av Ringeriksbanen og E16 vil til sammen gi en økning på 1813 daglige turer mellom Hønefoss og Oslo/Bærum, hvor 720 er arbeidsturer. 733 av turene vil foregå med kollektivtransport.

Tabell V9-7. E16: Daglige turer internt i Hønefoss (2040).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	10479	10100	-379
	Bilpassasjer	654	632	-22
	Kollektivt	916	887	-29
	Totalt:			-430
Fritidsturer	Bilfører	41920	41275	-645
	Bilpassasjer	7866	7795	-71
	Kollektivt	1944	1939	-5
	Totalt:			-721
Serviceturer	Bilfører	3852	3748	-104
	Bilpassasjer	66	60	-6
	Kollektivt	108	107	-1
	Totalt:			-111

Tabell V9-8. Ringeriksbanen: Daglige turer internt i Hønefoss (2040).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	10479	10085	-394
	Bilpassasjer	654	600	-54
	Kollektivt	916	825	-91
	Totalt:			-539
Fritidsturer	Bilfører	41920	41768	-152
	Bilpassasjer	7866	7850	-16
	Kollektivt	1944	1860	-84
	Totalt:			-251
Serviceturer	Bilfører	3852	3832	-19
	Bilpassasjer	66	66	0
	Kollektivt	108	107	-2
	Totalt:			-21

Tabell V9-9. Ringeriksbanen og E16: Daglige turer internt i Hønefoss (2040).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	654	581	-74
	Bilpassasjer	916	798	-118
	Kollektivt	10479	9714	-765
	Totalt:			-957
Fritidsturer	Bilfører	41920	41081	-839
	Bilpassasjer	7866	7771	-95
	Kollektivt	1944	1854	-90
	Totalt:			-1024
Serviceturer	Bilfører	3852	3722	-129
	Bilpassasjer	66	60	-7
	Kollektivt	108	105	-3
	Totalt:			-139

Tabellene over viser at antall daglige turer reduseres i Hønefoss i alle tilfeller; E16 reduserer daglige arbeidsturer med 430, Ringeriksbanen reduserer daglige arbeidsturer med 539 mens samlet utbygging reduserer daglige arbeidsturer med 937. Ved en samlet utbygging vil antall daglige turer internt i Hønefoss reduseres med 2120.

Tabell V9-10. E16: Daglige turer internt i Barum (2040).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	34241	34228	-13
	Bilpassasjer	1041	1040	-2
	Kollektivt	6403	6406	3
	Totalt:			-12
Fritidsturer	Bilfører	173449	173431	-17
	Bilpassasjer	30942	30933	-9
	Kollektivt	10727	10728	1
	Totalt:			-25
Serviceturer	Bilfører	3852	3748	-104
	Bilpassasjer	66	60	-6
	Kollektivt	108	107	-1
	Totalt:			-111

Tabell V9-11. Ringeriksbanen: Daglige turer internt i Barum (2040).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	34241	34220	-22
	Bilpassasjer	1041	1039	-2
	Kollektivt	6403	6398	-5
	Totalt:			-28
Fritidsturer	Bilfører	173449	173436	-13
	Bilpassasjer	30942	30940	-2
	Kollektivt	10727	10720	-7
	Totalt:			-22
Serviceturer	Bilfører	15283	15278	-5
	Bilpassasjer	92	92	0
	Kollektivt	698	699	1
	Totalt:			-4

Tabell V9-12. Ringeriksbanen og E16: Daglige turer internt i Bærum (2040).

Formål	Transportmiddel	Før tiltaket	Etter tiltaket	Endring
Arbeidsturer	Bilfører	6403	6399	-4
	Bilpassasjer	1041	1037	-4
	Kollektivt	34241	34189	-52
	Totalt:			-60
Fritidsturer	Bilfører	173449	173336	-113
	Bilpassasjer	30942	30920	-21
	Kollektivt	10727	10719	-8
	Totalt:			-143
Serviceturer	Bilfører	15283	15264	-19
	Bilpassasjer	92	91	-1
	Kollektivt	698	699	1
	Totalt:			-19

Tabellene over gir et innblikk i hva som skjer med de daglige internturene i Bærum. Vi ser at de reduseres noe for alle scenariene, men at det skjer relativt lite med arbeidsturene. Dette gir mening, da det er logisk å tro at det i liten grad vil skje pendling fra Bærum til Hønefoss.

Modellberegnete netto ringvirkninger

Resultater

I tabellen under presenteres resultatene fra SCGE-beregningen for E16, Ringeriksbanen og samlet utbygging av E16 og Ringeriksbanen. Netto-ringvirkningene er fremstilt både som prosent av trafikantnyttens og i millioner kr. neddiskontert over 40 år.

Vi har valgt å benytte etatenes beregnede trafikantnytte for at det skal være størst mulig konsistens mellom resultatene fra SCGE-modellen og den trafikantnyttens som offisielt er assosiert med hvert enkelt tiltak. Da SCGE-modellen opererer med 90 aggregerte soner, i motsetning til den langt mer disaggregerte soneinndelingen for transportmodellene, mener vi også at direkteytten for transporttiltak blir fanget på en mer nøyaktig måte i transportmodellene.

Gjennom analysene med SCGE-modellen blir det beregnet nytte, men da gjennom bruk av et annet konsept enn trapesformelen som ligger til grunn for EFFEKT og trafikantnyttensmodulberegningene. Nyttvirkningene i SCGE –modellanalysen blir beregnet gjennom bruk av konseptet kompensert variasjon. Kompensert variasjon (CV) er en metode for å måle endringer i en befolknings velferd som følge av en prisendring. Enkelt forklart er CV et uttrykk for hvor mye husholdningenes inntekt må justeres for å oppnå det opprinnelige nyttenivået de hadde før endringen i infrastruktur, dvs. det maksimale konsumentene er villig til å betale for å oppnå

velferdsendringen. Den prosentvise netto ringvirkningen er framkommet gjennom sammenligning av SCGE-modellens beregnede CV i to ulike modellkjøringen; én hvor antakelsene tilsvarer de som ligger til grunn for NKA og én som antar avvik fra fullkommen konkurranse i sekundærmarkedene, samt positive agglomerasjons-eksternaliteter.

Tabell V9-13. Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne for de tre konseptene. RRB = Ringeriksbanen. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

Tiltak	Trafikantnytte Mill kr	% netto ringvirkning	Netto ringvirkning mill kr
E16	6438	8.8 %	565
RRB	5530	12.7 %	702
E16+RRB	9580	9.6 %	920

Trafikantnyttene for Ringeriksbanen og samlet utbygging av Ringeriksbanen og E16 er hentet fra kvalitetssikringsrapporten, mens trafikantnyttene for kun E16 er beregnet med SCGE-modellen. Da det ligger en annen beregningsmetode til grunn for denne beregningen, er trafikantnyttene for de ulike tiltakene ikke direkte sammenlignbare.

Det er antatt at det ikke skal være godskjøring på Ringeriksbanen. Tabellene under viser oppsplitting av trafikantnytte og netto ringvirkninger mellom gods- og persontransport for henholdsvis E16 og E16+RRB.

Tabell V9-14. E16: Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

Tiltak	Trafikantnytte	% netto ringvirkning	Netto ringvirkning i mill kr
Person	4 407	12.1 %	532
Gods	2 030	1.6 %	33
Totalt	6 438	8.8 %	565

Tabell V9-15. E16 og Ringeriksbanen: Neddiskontert trafikantnytte over 40 år og modellberegnete netto ringvirkninger av denne. Monetære verdier er oppgitt i 2016-kroner.

Tiltak	Trafikantnytte	% netto ringvirkning	Netto ringvirkning i mill kr
Person	7 550	11.9 %	897
Gods	2 030	1.6 %	33
Totalt	9 580	9.6 %	920

I tabellen over er den prosentvise netto ringvirkningen multiplisert med trafikantnyttene til prosjektene. En annen trafikantnytte vil gi en annen netto ringvirkning i millioner kr. Trafikantnyttene er gitt av de ansvarlige for transportmodellkjøringen (se kapittel 4.2) og et resultat av nytteberegning fra de samme transportmodellanalysene som ligger til grunn for våre SCGE-modellberegninger.

De modellberegnete netto ringvirkningene er hovedsakelig et resultat av den forbedrede tilgjengeligheten mellom Hønefoss og Oslo/Bærumsregionen som tiltaket fører til. Dette endrer pendlingsmønsteret, bringer arbeidsmarkedene tettere sammen og påvirker næringsstrukturen gjennom et endret arbeidstilbud i disse og nærliggende soner. Gjennom reduserte transportkostnader for husholdningene vil også deres konsumbudsjett øke. Dette påvirker etterspørselen etter varer og tjenester, noe som har ytterligere innvirkning på næringsstrukturen. Økning i konsumetterspørsel gjennom billigere transport, og økning i produktivitet gjennom agglomerative mekanismer vil øke de modellberegnete netto ringvirkningene ytterligere. For en mer fullstendig gjennomgang av hva som driver effektene, se avsnittene 4.1.1 og 4.1.2 i hovedrapporten.

De prosentvise netto ringvirkningene er større for Ringeriksbanen enn for E16, men forskjellen er ikke så stor når man måler ringvirkninger i millioner kroner. En forklaring på dette er at selv om tiltakene påvirker trafikken forskjellig, er effekten på arbeidsturene mellom Hønefoss og Oslo/Bærum omtrent den samme (se tidligere figurer). Årsaken til at utbygging av E16 i tillegg til Ringeriksbanen drar ned de prosentvise netto ringvirkningene, er for det første at mye av gevinstene ved bedret forbindelse allerede er tatt ut ved bygging av Ringeriksbanen, og for det andre at netto ringvirkninger for godstransport generelt ligger på et lavere nivå prosentmessig enn netto ringvirkninger for persontransport. Godstransport skal gå på E16, og selv om dette drar opp netto ringvirkninger i millioner kroner drar det ned de prosentvise netto ringvirkningene. Målt i kroner, vil en utbygging av E16 i tillegg til Ringeriksbanen øke de beregnede ringvirkningene med ca. 220 millioner.

Sensitivitetsanalyse

Enkelte parametere i SCGE-modellen kan ikke utledes direkte fra nasjonalregnskapsdata. Disse må antas eksogent. Vi har ikke estimert noen slike parametere selv basert på norske data, men hentet disse fra litteraturen. Det er ikke alltid selvsagt hvilken verdi man skal velge på slike parametere, og vi har derfor valgt å inkludere en sensitivitetsanalyse hvor vi henholdsvis reduserer og øker verdien på én og én

parameter med 10 %, for å se hvordan det slår ut på beregningene av netto ringvirkninger. Se vedlegg 14 for en oversikt over parameterverdiene vi har valgt, en rettferdiggjøring av disse valgene og referanser til relevant litteratur.

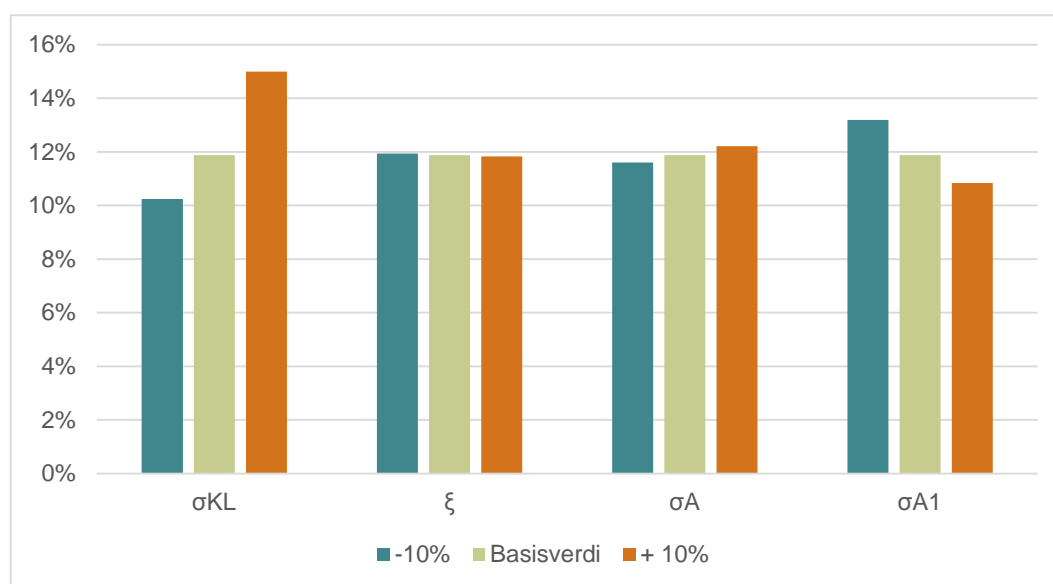
Netto ringvirkninger er et abstrakt konsept, og vi mener det er umulig å beregne dette på en nøyaktig måte. Leser man tabellene under, får man likevel et inntrykk av at presisjonen er kunstig høy, siden prosentvise ringvirkninger er oppgitt med flere desimaler. Grunnen til at vi gjør dette er for å gi et bedre innblikk i sensitivitetsanalysen der hvor forskjellene i netto ringvirkninger av å endre parameterverdier er små.

Parameterverdiene vi gjør en sensitivitsanalyse av er substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft fra bedriftenes CES-produksjonsteknologi ($\sigma_{KL_{ri}}$); substitusjonselastisiteten mellom Dixit-Stiglitz-varianter av den samme varen produsert i den samme sonen (ξ_i); transformasjonselastisiteten fra Armington-funksjonen mellom valget av importvarer og norskproduserte varer ($\sigma_{A_{ri}}$); og transformasjonselastisiteten fra Armingtonfunksjonen mellom valget av norskproduserte varer fra forskjellige regioner.

Det er kun gjennomført sensitivitsanalyse for tiltaket hvor både E16 og Ringeriksbanen bygges ut. Tabell V4-7 og figur V9-3 viser sensitivitsanalysen for beregninger hvor det kun er modellert endringer i kostnader for persontransport for dette tiltaket.

Tabell V9-16. Sensitivitsanalyse for persontransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σ_{KL}	10.24 %	11.88 %	15.00 %
ξ	11.94 %	11.88 %	11.83 %
σ_A	11.61 %	11.88 %	12.21 %
σ_{A1}	13.19 %	11.88 %	10.84 %



Figur V9-3. Sensitivitsanalyse for persontransport.

Vi ser at elastisiteten som har mest å si er σKL_{ri} . Det er to grunner til dette. For det første fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte det nye arbeidskraftstilbudet som kommer av endringene i pendlings- og migrasjonsmønsteret infrastrukturforbedringen fører med seg. For det andre fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte produktivitetsøkningen (eller reduksjonen) i den tilbudte arbeidskraften som følge av agglomerasjonseffekter. Det er likevel problematisk, da det finnes få gode kilder til estimater av denne elastisiteten. De kildene som finnes har også sprikende resultater. Dermed kan man konkludere med at σKL_{ri} er en stor kilde til usikkerhet i modellberegningene. Tabellen viser at en økning i elastisiteten fører til en økning i netto ringvirkninger.

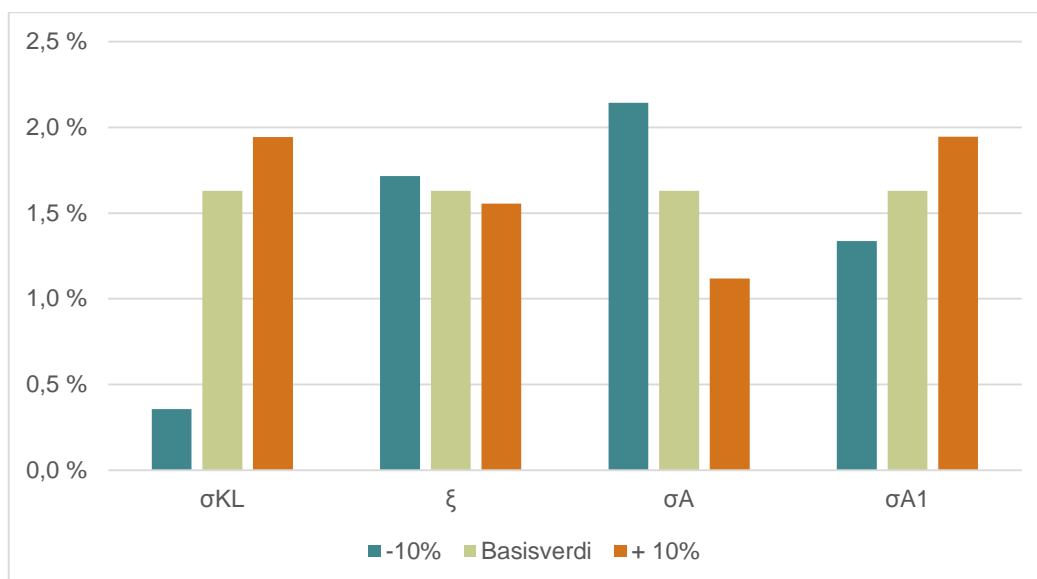
Substitusjonselastisiteten mellom varianter ξ_i vil nødvendigvis påvirke den beregnede mernytten, da den beskriver i hvor stor grad varianter er nære eller imperfekte substitutter. Dette er et direkte mål på markedsrettet, og siden markedsrettet er et avvik fra perfekt konkurranse, er det en direkte kilde til netto ringvirkninger. Å øke substitusjonselastisiteten innebærer en antakelse om at varene i større grad er nære substitutter, altså en reduksjon i markedsretten som burde føre til en reduksjon i netto ringvirkninger. Dette er i tråd med hva vi observerer i tabellen og figuren over, men vi ser at effektene av denne elastisitetsendringen er små.

Armingtonelastisitetene beskriver varehandel, og er således viktige for hvordan tiltak påvirker den regionale næringsstrukturen. En høyere elastisitet vil si at varer fra markeder i forskjellige regioner er nærere substitutter. Det er vanskelig å identifisere mekanismene dette virker gjennom, da Armingtonelastisitetene både vil påvirke den direkte og den indirekte nytten av tiltaket. Elastisitetene ser imidlertid ikke ut til å ha så stor betydning for anslaget på netto ringvirkninger av en bedring i persontransporttilbudet.

Tabellen og figuren under viser sensitivitetsanalysen for beregninger hvor det kun er modellert endringer i kostnader for godstransport.

Tabell V9-17. Sensitivitetsanalyse for godstransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σKL	0.36 %	1.63 %	1.94 %
ξ	1.72 %	1.63 %	1.55 %
σA	2.14 %	1.63 %	1.12 %
$\sigma A1$	1.34 %	1.63 %	1.95 %



Figur V9-0-1. Sensitivitetsanalyse for godstransport.

Det er vanskelig å forutsi hvordan substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft blir påvirket av et godstransporttiltak, da tiltaket verken påvirker innsatsfaktoren kapital eller arbeidskraft direkte. En økning i elastisiteten gjør i prinsippet alle bedrifter mer fleksible, og burde således øke nytteeffekten for et hvert tiltak fordi det gjør bedriftene mer tilpassningsdyktige. Dette vil imidlertid være en nytteeffekt som ikke har opphav i en markedsimperfeksjon, og dermed påvirke direkte nytten. Netto ringvirkninger fremkommer som den indirekte nyttes prosentandel av direkte nytten, og hvordan $\sigma_{KL_{ri}}$ påvirker størrelsesforholdet mellom disse to komponentene når ingen faktormarkeder er direkte påvirket, er vanskelig å si på forhånd. Det er naturlig å tro at dette kommer an på næringsstrukturen i den påvirkede regionen, og om endringen i næringsstrukturen som følge av tiltaket medfører agglomerative virkninger eller ikke. Vi ser imidlertid at også for godstransport har denne elastisiteten mye å si, noe som er problematisk når man ønsker å anslå netto ringvirkninger så eksakt som mulig. Det har imidlertid lite å si for de totale effektene av tiltaket, da godstransport både utgjør en lav andel av direkte nytten for tiltaket, og de prosentvise netto ringvirkningene er relativt lave sammenlignet med hva som var tilfellet for persontransport.

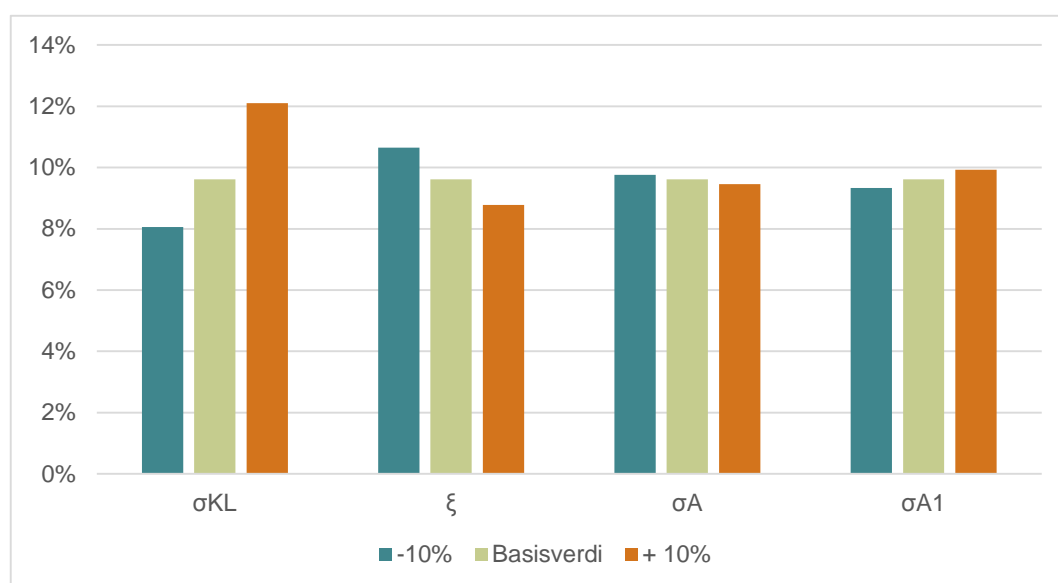
Substitusjonselastisiteten mellom varianter påvirker en markedssvikt direkte, og vil dermed ha en direkte effekt på den prosentvise mernytten. Vi ser at en økning i elastisiteten fører til en reduksjon i mernytten, noe som er i tråd med hva vi forventer.

De prosentvise beregnede netto ringvirkningene som følge av godstransport er påvirket av Armingtonelastisitetene i større grad enn hva som var tilfellet for persontransport. En økning i elastisiteten mellom norske varer og import fører til en negativ endring i prosentvis mernytte, mens en økning i elastisiteten mellom innenlandske varer produsert i forskjellige regioner fører til en positiv endring. Det er vanskelig å identifisere de eksakte mekanismene, men det er naturlig å tro at en økning i $\sigma_{A_{ri}}$ påvirker direkte nytten i større grad enn den indirekte nytten, da elastisiteten ikke er koblet til noen markedssvikt. Den positive endringen som følge av $\sigma_{A1_{ri}}$, kan ha å gjøre med at bedrifter som øker produksjonen som følge av reduksjon i markedsimperfeksjoner i større grad får mulighet til å utvide markedet sitt til andre regioner (en økning i $\sigma_{A1_{ri}}$ gjør varer produsert i forskjellige regioner til nærmere substitutter).

Tabellen og figuren under angir sensitivitetsanalysen for det fulle tiltaket, altså for både person- og godstransport.

Tabell V9-18. Sensitivitetsanalyse for gods- og persontransport.

	-10%	Basisverdi	+ 10%
σ_{KL}	8.06 %	9.61 %	12.10 %
ξ	10.65 %	9.61 %	8.78 %
σ_A	9.76 %	9.61 %	9.46 %
σ_{A1}	9.33 %	9.61 %	9.93 %



Figur V9-0-2. Sensitivitetsanalyse for person- og godstransport.

Vedlegg 10: Næringsinndeling

Tabell V10-1. Oversikt over SCGE-modellens næringsinndeling, og koblinger til logistikkmodellens vareinndeling, SSBs næringsinndeling.

SCGE-modellens næringsinndeling	Logistikkmodellens vareinndeling	Nasjonalregnskapets næringsgruppering, A64	NACE, rev. 2
Jordbruk, jakt og viltstell	(1) Jordbruksvarer (2) Frukt, grønt, blomster og planter (3) Levende dyr (4) Innsatsvarer termo	Jordbruk, jakt og viltstell	A01
Skogbruk	(18) Tømmer og produkter fra skogbruk	Skogbruk	A02
Fiske, fangst og akvakultur	(5) Fersk fisk og sjømat (6) Fryst fisk og sjømat (38) Bearbeidet fisk	Fiske og fangst	A031
		Akvakultur	A032
Bergverksdrift	(23) Kull, torv og malm (24) Stein, sand, grus, leire (25) Mineraler	Bergverksdrift	B
Utvinning av og tjenester knyttet til råolje og naturgass	(33) Petroleum uraffinert (34) Naturgass	Utvinning av råolje og naturgass	B06
		Tjenester tilknyttet utvinning av råolje og naturgass	B091
Nærings-, drikkevare- og tobakksindustri	(7) Termovarer, konsum (8) Matvarer konsum (9) Drikkevarer (10) Dyrefôr	Nærings-, drikkevare- og tobakksindustri	C10, C11, C12
Møbel-, tekstil-, beklednings- og lærvareindustri	(11) Organiske råvarer (30) Forbruksvarer	Tekstil-, beklednings- og lærvareindustri	C13, C14, C15
		Produksjon av møbler og annen industriproduksjon	C31
Trelast- og trevareindustri, unntatt møbler	(19) Trelast og trevarer	Trelast- og trevareindustri, unntatt møbler	C16
Produksjon av papir og papirvarer	(20) Flis og tremasse, (21) Papir	Produksjon av papir og papirvarer	C17
Trykking og reproduksjon av innspilte opptak	(22) Trykksaker, programvarer og filmproduksjoner	Trykking og reproduksjon av innspilte opptak	C18
Oljeraffinering, kjemisk og farmasøytisk industri	(12) Andre råvarer (16) Kjemiske produkter (35) Raffinerte petroleumsprodukter (36) Bitumen (39) Kunstgjødsel	Oljeraffinering, kjemisk og farmasøytisk industri	C19, C20, C21
Produksjon av gummi- og plastprodukter	(17) Plast og gummi	Produksjon av gummi- og plastprodukter	C22

SCGE-modellens næringsinndeling	Logistikkmodellens vareinndeling	Nasjonalregnskapets næringsgruppering, A64	NACE, rev. 2
Produksjon av metaller og metallvarer, unntatt maskiner og utstyr	(13) Jern og stål (14) Andre metaller (15) Metallvarer	Produksjon av metaller	C24
		Produksjon av metallvarer, unntatt maskiner og utstyr	C25
Produksjon av datamaskiner og elektroniske produkter	(31) Høyverdivarer	Produksjon av datamaskiner og elektroniske produkter	C26
Produksjon av motorvogner og tilhengere, verftsindustri og annen transportmiddelindustri	(32) Transportmidler	Produksjon av motorvogner og tilhengere	C29
		Verftsindustri og annen transportmiddelindustri	C30
Produksjon av elektrisk utstyr	(27) Elektrisk utstyr	Produksjon av elektrisk utstyr	C27
Produksjon av maskiner og utstyr ellers, og reparasjon og installasjon av maskiner og utstyr	(26) Maskiner og verktøy	Produksjon av maskiner og utstyr ellers	C28
		Reparasjon og installasjon av maskiner og utstyr	C33
Produksjon av andre ikke-metallholdige mineralprodukter	(28) Byggevarer (29) Sement og betong	Produksjon av andre ikke-metallholdige mineralprodukter	C23
Elektrisitets-, gass-, damp- og varmtvannsforsyning	<i>Ingen godstransport</i>	Elektrisitets-, gass- og varmtvannsforsyning	D
		Uttak fra kilde, rensing og distribusjon av vann	D
Avløps- og renovasjonsvirksomhet	(37) Avfall og gjenvinning	Avløps- og renovasjonsvirksomhet	E
Bygge- og anleggsvirksomhet	<i>Ingen godstransport</i>	Bygge- og anleggsvirksomhet	F
Varehandel, reparasjon av motorvogner	<i>Ingen godstransport</i>	Handel med og reparasjoner av motorvogner	G
		Agentur- og engroshandel, unntatt med motorvogner	G
		Detaljhandel, unntatt med motorvogner	G
Transport- og lagringstjenester	<i>Ingen godstransport</i>	Landtransport, unntatt rørtransport	H
		Rørtransport	H
		Utenriks sjøfart	H
		Innenriks sjøfart og supplyvirksomhet	H
		Lufttransport	H
		Lagring og andre tjenester tilknyttet transport	H
		Post og distribusjonsvirksomhet	H
Privat tjenesteyting	<i>Ingen godstransport</i>	Overnattings- og serveringsvirksomhet	I
		Forlagsvirksomhet	J
		Film-, video- og musikkproduksjon, kringkasting	J
		Telekommunikasjon	J

SCGE-modellens næringsinndeling	Logistikkmodellens vareinndeling	Nasjonalregnskapets næringsgruppering, A64	NACE, rev. 2
		Tjenester tilknyttet informasjonsteknologi og informasjonstjenester	J
		Finansieringsvirksomhet	K
		Forsikringsvirksomhet, unntatt offentlige trygdeordninger	K
		Tjenester tilknyttet finansierings- og forsikringsvirksomhet	K
		Omsetning og drift av fast eiendom	L
		Juridisk og regnskapsmessig tjenesteyting, administrativ rådgiving	M
		Arkitektvirksomhet og teknisk konsulentvirksomhet	M
		Forskning og utviklingsarbeid	M
		Annonse- og reklamevirksomhet og markedsundersøkelser	M
		Annen faglig og teknisk tjenesteyting og veterinærtjenester	M
		Utleie- og leasingvirksomhet	N
		Arbeidskrafttjenester	N
		Reisebyrå- og reisearrangørvirksomhet	N
		Vaktjeneste og tjenester tilknyttet eiendomsdrift	N
Offentlig tjenesteyting	<i>Ingen godstransport</i>	Offentlig administrasjon og forsvar	O
		Undervisning	P
		Helsetjenester	Q
		Pleie- og omsorgstjenester, barnehager og SFO	Q
		Kunstnerisk virksomhet, underholdning og spill	R
		Sports- og fritidsaktiviteter	R
		Aktiviteter i medlemsorganisasjoner	S
		Reparasjoner av datamaskiner og husholdningsvarer	S
		Annen personlig tjenesteyting	S
		Lønnet arbeid i private husholdninger	T

Vedlegg 11: Økonomiske soner

Økonomisk sone	Kommune
0191 Halden	0101 Halden
	0118 Aremark
0192 Moss	0104 Moss
	0135 Råde
	0136 Rygge
	0137 Våler (Østf.)
0193 Fredrikstad/Sarpsborg	0105 Sarpsborg
	0106 Fredrikstad
	0111 Hvaler
	0128 Rakkestad
0194 Askim/Mysen	0119 Marker
	0121 Rømskog
	0122 Trøgstad
	0123 Spydeberg
	0124 Askim
	0125 Eidsberg
	0127 Skiptvet
	0138 Hobøl
0291 Follo	0211 Vestby
	0213 Ski
	0214 Ås
	0215 Frogn
	0216 Nesodden
	0217 Oppegård
0292 Bærum/Asker	0219 Bærum
	0220 Asker
0293 Lillestrøm	0221 Aurskog-Høland
	0226 Sørums

Økonomisk sone	Kommune
	0227 Fet
	0228 Rælingen
	0229 Enebakk
	0230 Lørenskog
	0231 Skedsmo
	0233 Nittedal
	0234 Gjerdrum
	0236 Nes (Ak.)
0294 Ullensaker/Eidsvoll	0235 Ullensaker
	0237 Eidsvoll
	0238 Nannestad
	0239 Hurdal
0391 Oslo	0301 Oslo kommune
0491 Kongsvinger	0402 Kongsvinger
	0418 Nord-Odal
	0419 Sør-Odal
	0420 Eidskog
	0423 Grue
	0425 Åsnes
0492 Hamar	0403 Hamar
	0412 Ringsaker
	0415 Løten
	0417 Stange
0493 Elverum	0426 Våler (Hedm.)
	0427 Elverum
	0428 Trysil
	0429 Åmot
	0430 Stor-Elvdal
	0434 Engerdal
0494 Tynset	0432 Rendalen
	0436 Tolga
	0437 Tynset
	0438 Alvdal

Økonomisk sone	Kommune
	0439 Folldal
	0441 Os (Hedm.)
0591 Lillehammer	0501 Lillehammer
	0521 Øyer
	0522 Gausdal
0592 Gjøvik	0502 Gjøvik
	0528 Østre Toten
	0529 Vestre Toten
	0536 Søndre Land
	0538 Nordre Land
0593 Midt-Gudbrandsdalen	0516 Nord-Fron
	0519 Sør-Fron
	0520 Ringebu
0594 Nord-Gudbrandsdalen	0511 Dovre
	0512 Lesja
	0513 Skjåk
	0514 Lom
	0515 Vågå
	0517 Sel
0595 Hadeland	0532 Jevnaker
	0533 Lunner
	0534 Gran
0596 Valdres	0540 Sør-Aurdal
	0541 Etnedal
	0542 Nord-Aurdal
	0543 Vestre Slidre
	0544 Øystre Slidre
	0545 Vang
0691 Drammen	0602 Drammen
	0621 Sigdal
	0623 Modum
	0624 Øvre Eiker
	0625 Nedre Eiker

Økonomisk sone	Kommune
	0626 Lier
	0627 Røyken
	0628 Hurum
0692 Kongsberg	0604 Kongsberg
	0631 Flesberg
	0632 Rollag
	0633 Nore og Uvdal
0693 Hønefoss	0605 Ringerike
	0612 Hole
	0622 Krødsherad
0694 Hallingdal	0615 Flå
	0616 Nes (Busk.)
	0617 Gol
	0618 Hemsedal
	0619 Ål
	0620 Hol
0792 Holmestrand	0714 Hof
	0702 Holmestrand (-1963)
0791 Tønsberg/Horten	0701 Horten
	0704 Tønsberg
	0716 Re
	0719 Andebu
	0720 Stokke
	0722 Nøtterøy
	0723 Tjøme
0793 Sandefjord/Larvik	0706 Sandefjord
	0709 Larvik
	0728 Lardal
0794 Sande/Svelvik	0711 Svelvik
	0713 Sande (Vestf.)
0891 Skien/Porsgrunn	0805 Porsgrunn
	0806 Skien
	0811 Siljan

Økonomisk sone	Kommune
	0814 Bamble
	0819 Nome
0892 Notodden/Bø	0807 Notodden
	0821 Bø (Telem.)
	0822 Sauherad
	0827 Hjartdal
0893 Kragerø	0815 Kragerø
	0817 Drangedal
0894 Rjukan	0826 Tinn
0895 Vest-Telemark	0828 Seljord
	0829 Kviteseid
	0830 Nissedal
	0831 Fyresdal
	0833 Tokke
	0834 Vinje
0991 Risør	0901 Risør
	0911 Gjerstad
0992 Arendal	0904 Grimstad
	0906 Arendal
	0912 Vegårshei
	0914 Tvedestrand
	0919 Froland
	0929 Åmli
0993 Lillesand	0926 Lillesand
	0928 Birkenes
0994 Setesdal	0935 Iveland
	0937 Evje og Hornnes
	0938 Bygland
	0940 Valle
	0941 Bykle
1091 Kristiansand	1001 Kristiansand
	1014 Vennesla
	1017 Songdalen

Økonomisk sone	Kommune
	1018 Søgne
1092 Mandal	1002 Mandal
	1021 Marnardal
	1026 Åseral
	1027 Audnedal
	1029 Lindesnes
1093 Lyngdal/Farsund	1003 Farsund
	1032 Lyngdal
	1034 Hægebostad
1094 Flekkefjord	1004 Flekkefjord
	1037 Kvinesdal
	1046 Sirdal
1191 Egersund	1101 Egersund
	1111 Sokndal
	1112 Lund
	1114 Bjerkreim
1192 Stavanger/Sandnes	1102 Sandnes
	1103 Stavanger
	1122 Gjesdal
	1124 Sola
	1127 Randaberg
	1129 Forsand
	1130 Strand
	1133 Hjelmeland
	1141 Finnøy
	1142 Rennesøy
	1144 Kvitsøy
1193 Haugesund	1106 Haugesund
	1134 Suldal
	1135 Sauda
	1145 Bokn
	1146 Tysvær
	1149 Karmøy

Økonomisk sone	Kommune
	1151 Utsira
	1160 Vindafjord
1194 Jæren	1119 Hå
	1120 Klepp
	1121 Time
1291 Bergen	1201 Bergen
	1238 Kvam
	1241 Fusa
	1242 Samnanger
	1243 Os (Hord.)
	1244 Austevoll
	1245 Sund
	1246 Fjell
	1247 Askøy
	1251 Vaksdal
	1252 Modalen
	1253 Osterøy
	1256 Meland
	1259 Øygarden
	1260 Radøy
	1263 Lindås
	1264 Austrheim
1265 Fedje	
1266 Masfjorden	
1294 Odda	1227 Jondal
	1228 Odda
	1231 Ullensvang
	1232 Eidfjord
1295 Voss	1233 Ulvik
	1234 Granvin
	1235 Voss
1296 Sunnhordland	1211 Etne
1296 Sunnhordland	1216 Sveio

Økonomisk sone	Kommune
	1219 Bømlo
	1221 Stord
	1222 Fitjar
	1223 Tysnes
	1224 Kvinnherad
1491 Florø	1401 Flora
	1438 Bremanger
1492 Høyanger	1411 Gulen
	1412 Solund
	1416 Høyanger
	1418 Balestrand
1493 Sogndal/Årdal	1417 Vik
	1419 Leikanger
	1420 Sogndal
	1421 Aurland
	1422 Lærdal
	1424 Årdal
	1426 Luster
1494 Førde	1413 Hyllestad
	1428 Askvoll
	1429 Fjaler
	1430 Gaular
	1431 Jølster
	1432 Førde
	1433 Naustdal
1495 Nordfjord	1439 Vågsøy
	1441 Selje
	1443 Eid
	1444 Hornindal
	1445 Gloppen
	1449 Stryn
1591 Molde	1502 Molde
	1535 Vestnes

Økonomisk sone	Kommune
	1539 Rauma
	1543 Nesset
	1545 Midsund
	1547 Aukra
	1548 Fræna
	1551 Eide
	1557 Gjemnes
1592 Kristiansund	1505 Kristiansund
	1554 Averøy
	1573 Smøla
	1576 Aure
1593 Ålesund	1504 Ålesund
	1523 Ørskog
	1524 Norddal
	1525 Stranda
	1526 Stordal
	1528 Sykkylven
	1529 Skodje
	1531 Sula
	1532 Giske
	1534 Haram
	1546 Sandøy
1594 Ulsteinvik	1511 Vanylven
	1514 Sande (M. og R.)
	1515 Herøy (M. og R.)
	1516 Ulstein
	1517 Hareid
1595 Ørsta/Volda	1519 Volda
	1520 Ørsta
1596 Sunndalsøra	1560 Tingvoll
	1563 Sunndal
1597 Surnadal	1566 Surnadal
	1567 Rindal

Økonomisk sone	Kommune
	1571 Halså
1691 Trondheim	1601 Trondheim
	1624 Rissa
	1648 Midtre Gauldal
	1653 Melhus
	1657 Skaun
	1662 Klæbu
	1663 Malvik
	1664 Selbu
	1665 Tydal
1692 Frøya/Hitra	1617 Hitra
	1620 Frøya
1693 Brekstad	1621 Ørland
	1627 Bjugn
	1630 Åfjord
	1632 Roan
	1633 Osen
1694 Oppdal	1634 Oppdal
	1635 Rennebu
1695 Orkanger	1612 Hemne
	1613 Snillfjord
	1622 Agdenes
	1636 Meldal
	1638 Orkdal
1696 Røros	1640 Røros
	1644 Holtålen
1791 Steinkjer	1702 Steinkjer
	1718 Leksvik
	1724 Verran
	1725 Namdalseid
	1736 Snåase Snåsa
	1756 Inderøy (f.o.m. 2012)
1792 Namsos	1703 Namsos

Økonomisk sone	Kommune
	1743 Høylandet
	1744 Overhalla
	1748 Fosnes
	1749 Flatanger
1793 Stjørdalshalsen	1711 Meråker
	1714 Stjørdal
1794 Levanger/Verdalsøra	1717 Frosta
	1719 Levanger
	1721 Verdal
1795 Grong	1738 Lierne
	1739 Røyrvik
	1740 Namsskogan
	1742 Grong
1796 Røyrvik	1750 Vikna
	1751 Nærøy
	1755 Leka
1891 Bodø	1804 Bodø
	1836 Rødøy
	1837 Meløy
	1838 Gildeskål
	1839 Beiarn
	1840 Saltdal
	1841 Fauske
	1845 Sørfold
	1848 Steigen
	1849 Hábmer Hamarøy
1892 Narvik	1805 Narvik
	1850 Divtasvuodna Tysfjord
	1851 Lødingen
	1852 Tjeldsund
	1853 Evenes
	1854 Ballangen
1893 Brønnøysund	1811 Bindal

Økonomisk sone	Kommune
	1812 Sømna
	1813 Brønnøy
	1815 Vega
	1816 Vevelstad
1894 Sandnessjøen	1818 Herøy (Nordl.)
	1820 Alstahaug
	1822 Leirfjord
	1827 Dønna
	1834 Lurøy
	1835 Træna
1895 Mosjøen	1824 Vefsn
	1825 Grane
	1826 Hattfjelldal
1896 Mo i Rana	1828 Nesna
	1832 Hemnes
	1833 Rana
1897 Lofoten	1856 Røst
	1857 Værøy
	1859 Flakstad
	1860 Vestvågøy
	1865 Vågan
	1874 Moskenes
1898 Vesterålen	1866 Hadsel
	1867 Bø (Nordl.)
	1868 Øksnes
	1870 Sortland
	1871 Andøy
1991 Harstad	1903 Harstad (f.o.m. 2013)
	1911 Kvæfjord
	1913 Skånland
	1917 Ibestad
1992 Tromsø	1902 Tromsø
	1933 Balsfjord

Økonomisk sone	Kommune
	1936 Karlsøy
	1938 Lyngen
	1939 Storfjord
1993 Andselv	1919 Gratangen
	1920 Lavangen
	1922 Bardu
	1923 Salangen
	1924 Målselv
1994 Finnsnes	1925 Sørreisa
	1926 Dyrøy
	1927 Tranøy
	1928 Torsken
	1929 Berg
	1931 Lenvik
1995 Nord-Troms	1940 Gáivuotna Kåfjord
	1941 Skjervøy
	1942 Nordreisa
	1943 Kvænangen
2091 Vadsø	2002 Vardø
	2003 Vadsø
	2024 Berlevåg
	2025 Deatnu Tana
	2027 Unjárga Nesseby
	2028 Båtsfjord
2092 Hammerfest	2004 Hammerfest
	2017 Kvalsund
	2018 Måsøy
	2019 Nordkapp
	2020 Porsanger Porsángu Porsanki
	2021 Kárásjohka Karasjok
	2022 Lebesby
	2023 Gamvik
2093 Alta	2011 Guovdageaidnu Kautokeino

Økonomisk sone	Kommune
	2012 Alta
	2014 Loppa
	2015 Hasvik
2094 Kirkenes	2030 Sør-Varanger

Vedlegg 12: SCGE-modellens notasjon

Tabell V12-1. Notasjon for hevet eller senket skrift i modellen.

Notasjon	Forklaring
i, j	Varer og/eller sektorer (senket skrift)
r, s, q	Regioner (senket skrift)
t	Tidsdimensjon (senket skrift)
0	Basisverdi fra referanselikevekten (hevet skrift)

Tabell V12-2. Notasjon for modellens parametere.

Notasjon	Forklaring
d_i	Indikasjon på om sektor i er tradisjonell eller moderne.
$ltripsC_{rs}$	Kostnad per fritidstur fra sone r til sone s .
$stripsC_{rs}$	Kostnad per servicetur/businessstur fra sone r til sone s .
α_{time}	Tidsverdi
δ_{ri}	Sektor- og regionspesifikk depresieringsrate for kapital.
ξ_i	Substitusjonselastisitet mellom Dixit-Stiglitz-varianter av varetype i som selges i det samme markedet
σ_{EXT}	Agglomerasjonselastisitet
Kv_{ri}	Variable kapitalkostnader
Lv_{ri}	Variable arbeidskraftkostnader
$MIGW_r$	Estimert effekt av avviket mellom lønn i regionen og gjennomsnittslønn på netto migrasjon
$MIGINTER_r$	Konstant attraksjonsledd i ligningen for netto migrasjon
$MIGUNEMPR_r$	Estimert effekt av arbeidsledighet på netto migrasjon
$MIGWSQR_r$	Estimert effekt av kvadratet av avviket mellom lønn i regionen og gjennomsnittslønn på netto migrasjon
POP_r	Befolkning i sone r
αKL_{ri}	Skaleringsparameter i CES-produktfunksjonen for kapital og arbeidskraft.

Notasjon	Forklaring
atm_{ri}	Andel av varen som går til produksjon av handels- og transportmarginer.
$commpref_{rs}$	Pendlingspreferanser for innbyggere i sone r , kalibrert for at pendlingsmønsteret skal stemme overens med pendlerturene fra transportmodellene
$elasE_i$	Priselastisitet for eksportetterspørsel.
fcK_{ri}	Totale faste kapitalkostnader.
fcL_{ri}	Totale faste arbeidskraftskostnader.
io_{rij}	Leontieffkoeffisient for vareinnsats.
$lcommC_{rs}$	Kostnad per pendlertur fra sone r til sone s .
$ltrips_{rs}$	Antall fritidsturer fra sone r til sone s .
mps_r	Husholdningenes marginale sparetilbøyelighet
$strips_{rs}$	Antall serviceturer/businesssturer fra sone r til sone s .
svs_{ri}	Lagerbeholdningsandel
sxd_{ri}	Produksjonssubsidier.
tc_{ri}	Skatt på produkter (MVA).
tk_{ri}	Selskapsskatt.
tl_{ri}	Arbeidsgivernes trygde- og pensjonspremier.
ty_r	Inntektsskatt.
$tl1_{ri}$	Arbeidstakernes trygde- og pensjonspremier.
$trmV_{rsi}$	Kostnader for godstransport fra sone r til sone s .
txd_{ri}	Produksjonsskatt.
αG_{ri}	Cobb-Douglas-eksponent i nyttefunksjonen til myndighetene.
αG_{ri}	Cobb-Douglas-eksponent i nyttefunksjonen til det offentlige
αH_r	Eksponent i LES-nyttefunksjonen til husholdningene i region r .
αH_{ri}	Eksponent i husholdningenes nyttefunksjon.
αI_{ri}	Cobb-Douglas-eksponent i produktfunksjonen for investeringer for vare i i region r .
αI_{ri}	Cobb-Douglas-eksponent i produktfunksjonen for investeringer
αA	Skaleringsparameter i Armingtonfunksjonen for komposittvaren X_{ri} .

Notasjon	Forklaring
$\alpha A1_{ri}$	Skaleringsparameter i Armingtonfunksjonen for komposittvaren $XDDE_{rsi}$.
γK_{ri}	Andelsparameter for kapital i CES-funksjonen.
γL_{ri}	Andelsparameter for arbeidskraft i CES-funksjonen.
$\gamma A1_{ri}$	CES-andelsparameter for import i Armingtonfunksjonen for komposittvaren X_{ri} .
$\gamma A2_{ri}$	CES-andelsparameter for innenlandske varer i Armingtonfunksjonen for komposittvaren X_{ri} .
$\gamma A3_{rsi}$	CES-andelsparameter for varer fra ulike regioner i Armingtonfunksjonen for komposittvaren $XDDE_{sri}$.
μH_{ri}	Subsistensnivå for konsum av vare i for husholdning r .
σA_{ri}	Substitusjonselastisiteten mellom import og innenlandske varer i Armingtonfunksjonen for komposittvaren X_{ri} .
$\sigma A1_{ri}$	Substitusjonselastisiteten mellom varer fra ulike regioner i Armingtonfunksjonen for $XDDE_{rsi}$.
σKL_{ri}	Substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft fra CES-produktfunksjonen.

Tabell V12-3. Notasjon for modellens endogene variable.

Notasjon	Forklaring	Dimensjon
B_r	Husholdningenes forbruk	(90)
C_{ri}	Husholdningenes konsum	(90 × 25)
E_{ri}	Eksport	(90 × 25)
I_{ri}	Investeringsvarer	(90 × 25)
L_{ri}	Arbeidskraft	(90 × 25)
P_{ri}	Innenlandsk salgspris i region r på komposittvaren i	(90 × 25)
X_{ri}	Innenlandsk etterspørsel etter varer (innenlandsk forbruk + import)	(90 × 25)
Y_r	Husholdningsinntekt	(90)
AGG_{ri}	Endring i total faktorproduktivitet som følge av agglomerasjonseffekter	(90 × 25)
CG_{ri}	Offentlig forbruk	(90 × 25)
GDP	Brutto nasjonalprodukt	(1)
$GDPR_r$	Regional bruttoproduksjon	(90)

Notasjon	Forklaring	Dimensjon
GDP_C	Nominelt brutto nasjonalprodukt	(1)
GDP_{RC_r}	Nominell regional bruttoproduksjon	(90)
$INDEX_r$	Konsumprisindeks	(90)
IT	Totale private investeringer	(1)
KL_{ri}	Komposittinnsatsvare av kapital og arbeidskraft	(90 × 25)
$LCOMM_{rs}$	Arbeidspendling fra sone r til sone s	(90 × 90)
$LMIG_r$	Netto migrasjon	(90)
M_{ri}	Import	(90 × 25)
NF_{ri}	Antall bedrifter	(90 × 25)
PD_{ri}	Innenlandsk produsentpris på varer	(90 × 25)
PDC_{ri}	Innenlandsk produsentpris på varer inkludert prispåslag som følge av markedsmakt	(90 × 25)
$PDDT_{ri}$	Pris på komposittvaren fra region r	(90 × 25)
PI	Pris på private investeringer	(1)
PKL_{ri}	Pris på komposittvaren av kapital og arbeidskraft	(90 × 25)
PL_r	Pris på arbeidskraft	(90)
PTM	Komposittpri for handels- og transportmargin	(1)
RK_{ri}	Avkastning på kapital	(90 × 25)
RGD_r	Nominell rente	(90)
S	Nasjonal sparing	(1)
SH_r	Husholdningenes sparing	(90)
$SROW$	Sparing fra utlandet	(1)
SV	Endring i lagerbeholdning	(1)
$TAXR$	Total skatteinngang	(1)
TMX_{ri}	Varer konsumert for produksjon av handels- og transportmargin	(90 × 25)
\overline{WAGE}	Gjennomsnittlig lønnsnivå	(1)
XD_{ri}	Innenlandsk produksjon av varer (innenlandsk forbruk + eksport)	(90 × 25)
$XDDE_{rsi}$	Innenlandsk etterspørsel etter komposittvaren i fra region r , levert til region s	(90 × 90 × 25)

Notasjon	Forklaring	Dimensjon
	Antall endogene variabler:	251 920

Tabell V12-4. Variabler som holdes konstante eller oppdateres rekursivt.

Notasjon	Forklaring
K_{ri}	Kapitalnivå (oppdateres rekursivt)
ER	Valutakurs
$GDPDEF$	BNP-deflator
INV_{ri}	Investeringer brukt i den rekursive oppdateringen av kapitalnivået
$KYNEG_{ri}$	Negativt driftsoverskudd (for offentlig sektor og/eller sektorer i tilbakegang)
LS_r	Tilbudet av arbeidskraft i sone r
$LMIGEX_r$	Eksogen migrasjon (en andel av total migrasjon)
PWM_i	Verdensmarkedspris på import
$SROW$	Sparing fra utlandet
TRF_r	Totale overføringer fra det offentlige til husholdninger
$UNEMPR_r$	Eksogen arbeidsledighet

Vedlegg 13: Modellmekanismer

Innledning

Generelle likevektsmodeller kjennetegnes ved at alle markeder henger sammen; en endring i etterspørselen eller tilbudet i ett marked vil påvirke likevekten i tilstøtende markeder også. I denne rapporten ligger hovedfokuset på hvordan endringer i transporttilbudet fører til en ny likevekt gjennom disse mekanismene i tilstøtende markeder. Likevektsmodellen er formulert matematisk som et sett av ligninger og variabler. Generelt vil variablene opptre i flere ligninger, slik at den eneste måten å løse systemet på er å løse alle ligningene simultant. Slike simultane systemer består generelt av like mange ligninger som endogene variabler.

Det at systemet løses simultant betyr at alle ligninger er med på å bestemme alle endogene variabler. Dermed blir det galt å si at «én ligning bestemmer én variabel». Når dette matematiske ligningssystemet skal tolkes eller forklares som en beskrivelse av virkeligheten, kan det likevel være nyttig å tenke på noen variabler som bestemt av noen ligninger. Sagt på en annen måte; av pedagogiske hensyn tvinges man ofte til å forklare modellen som mindre simultan enn den faktisk er. Holmøy og Kravik (2008) kaller dette en forenklet «modell av modellen» og argumenterer med at en slik framstilling «... også kan forsvares økonomifaglig, selv om det bryter med matematisk stringens. Modellen er jo ikke bare et sterilt, matematisk ligningssystem, men en formalisering av resonnementer/teori om sammenhenger i økonomien som nettopp kan bygge på klare oppfatninger om hva som bestemmer hva.» (side 12). Resten av dette kapitlet vil brukes til å forklare SCGE-modellens mekanismer med en slik «modell av modellen». Selve den matematiske modellen, bestående av 39 sett av ligninger og 39 sett av endogene variabler (til sammen 251 920 separate ligninger/variabler) som løses simultant, er beskrevet i neste kapittel.

Husholdninger

Vi antar at konsumentenes preferanser kan representeres gjennom preferansene til én representativ husholdning i hver region i modellen. Denne husholdningen representerer adferden til hele populasjonen i regionen. Adferden til husholdningen er basert på forutsetningen om nyttemaksimerende rasjonelle aktører.

Husholdningen maksimerer sin nyttefunksjon (U_r) gitt sitt tilgjengelige budsjett. Vi antar kvasi-homotetiske preferanser. Homotetiske preferanser innebærer at det er en lineær sammenheng mellom konsumentens forbruk av en bestemt vare og hans inntekt, en k-dobling av inntekten leder til en k-dobling av forbruket. Når preferansene er kvasi-homotetiske vil det si at de lineære Engel-kurvene ikke nødvendigvis går gjennom origo. Disse forutsetningene er satt i praktisk anvendelse gjennom antagelse om et lineært utgiftssystem (LES). LES-nyttefunksjoner, ofte omtalt som Stone-Geary funksjoner (Klein and Rubin 1947, Geary 1950, Stone 1954), kan uttrykkes både som varianter av Cobb-Douglas funksjoner og CES funksjoner. Den første varianten er valgt her:

$$U_r = A_r \prod_i (C_{ri} - \mu H_{ri})^{\alpha H_{ri}}$$

Hvor $0 < \alpha H_{ri} < 1$, $\sum_i \alpha H_{ri} = 1$ og $(C_{ri} - \mu H_{ri}) > 0$. Uttrykket i parentesen i nyttefunksjonen viser utgiftsnivået utover eksistensminimumsutgiften, hvor C_{ri} er totalt kvantum konsumert og μH_{ri} konsum for å opprettholde eksistensminimum av vare i for den representative konsumenten i region r . Parameteren A_r er en skaleringsparameter og αH_{ri} uttrykker den marginale utgiftsandelen for hver vare. Fra uttrykket for nyttefunksjonen kan vi se at denne varianten av LES-funksjonen er lik en Cobb-Douglas-funksjon definert over variabelen $\tilde{C}_{ri} = C_{ri} - \mu H_{ri}$. Dette innebærer at konsum over eksistensminimum blir allokert i henhold til standard Cobb-Douglas-preferanser hvor substitusjonselastisiteten er lik 1.

Husholdningenes konsumbudsjett B_r er beregnet som nettoinntekt pluss overføringer fra det offentlige til private minus privat sparing og utlegg til transport:

$$B_r = Y_r(1 - ty_r) + TRF_r - S_r - \sum_s (lcomm_{rs} \times lcommC_{rs}) - \sum_s (ltrips_{rs} \times ltripsC_{rs})$$

Hvor $Y_r(1 - ty_r)$ uttrykker disponibel inntekt, TRF_r er overføringer fra offentlige myndigheter til husholdningene, mens S_r er sparing. Utleggene til transport er gitt ved antall pendlingsreiser fra sone r til sone s ($lcomm_{rs}$) multiplisert med reisekostnaden for pendlingsreiser ($lcommC_{rs}$), tilsvarende er antall fritidsturer gitt ved $ltrips_{rs}$ og kostnaden ved fritidsreiser gitt ved $ltripsC_{rs}$. Konsumetterspørselsfunksjonene finner vi ved å løse konsumentenes optimeringsproblem:

$$P_{ri}(1 + tc_i)C_{ri} = \alpha H_{ri} \left(B_r - \sum_j P_{rj}(1 + tc_j)\mu H_{rj} \right) + P_{ri}(1 + tc_i)\mu H_{ri}$$

Her er P_{ri} prisen på vare i , i region r . Forbruket utover eksistensminimum er gitt ved $B_r - \sum_j P_{rj}(1 + tc_j)\mu H_{rj}$, som allokteres i faste andeler over varene. Den marginale utgiftsandelen αH_{ri} angir helningen på den lineære sammenhengen mellom inntekt og utgifter.

Husholdningene eier den sektorspesifikke realkapitalen K_{ri} som de leier ut til rente RK_{ri} , og tilbyr arbeidskraft L_{ri} til pris w_{ri} . Utleie av kapital og arbeidskraft utgjør husholdningenes inntekt:

$$Y_r = \sum_i (w_{ri}L_{ri} + RK_{ri}K_{ri})$$

Formuleringen av Y_r gjengitt her er en forenkling av modellformuleringen da også pendling er inkludert i formuleringen av husholdningenes inntekt i region r . En andel av husholdningene vil for eksempel jobbe i sektor i , men pendle til sone s , og disse vil motta lønnen w_{si} . Dermed vil lønnen mottatt for den representative husholdningen i sone r , altså Y_r , være et vektet gjennomsnitt av lønnen i de nærliggende sonene.

Husholdningene sparer en fast andel av sin totale inntekt, denne faste andelen er avhengig av deres marginale tilbøyelighet til sparing:

$$S_r = mps_r(Y_r(1 - ty_r) + TRF_r)$$

Den totale sparingen i hver periode investeres i sektorspesifikk fysisk realkapital, som antas immobil mellom sektorene. De totale investeringene i sektorspesifikk kapital blir benyttet til anskaffelse av ulike typer kapitalvarer. Fordelingen av etterspørselen etter de ulike typene fysisk realkapital avgjøres ved maksimering av nytten til den virtuelle investeringsbanken. Dette er en kunstig agent i modellen som er ansvarlig for sektorspesifikke investeringer (se avsnitt 0).

Imperfekte markeder

Vi antar at bedriftene i industri- og servicesektorer har markedsmakt av Dixit-Stiglitz-typen (Dixit og Stiglitz, 1975). Disse bedriftene må både betale faste og variable produksjonskostnader, noe som impliserer et økende skalautbytte. Vi har ikke informasjon om hver enkeltbedrift, så vi antar at alle bedrifter i hver sektor og region har samme størrelse og samme produksjonsteknologi, slik at de kan representeres med en representativ bedrift. Vi antar imidlertid at de produserer forskjellige «varianter» innenfor samme varegruppe, og at disse variantene opptrer som imperfekte substitutter. Konsumenter foretrekker variasjon, og vil derfor etterspørre et positivt kvantum av hver variant selv om prisene er forskjellige. Bedriftene har dermed mulighet til å sette prisene høyere enn marginalkostnaden og klarer dermed å dekke tapet som følge av den faste kostnaden. Siden vi antar at bedrifter fritt kan starte opp i alle sektorer og alle regioner, vil antall bedrifter være endogent bestemt av nullprofittbetingelsen. Med andre ord: dersom etterspørselen øker slik at eksisterende bedrifter får en positiv profitt, vil nye bedrifter starte opp. Disse bedriftene tilfører flere varianter på lokale markeder, slik at konsumentene får flere produkter å velge mellom. Dette reduserer markedsmakten til hver enkelt bedrift, og prisene blir derfor drevet nedover igjen. Dette vil skje helt til bedriftens inntekt er lik bedriftens faste kostnader; på dette tidspunktet vil det ikke være lønnsomt for en ny bedrift å starte opp, og profitten for gjenværende bedrifter vil være drevet ned til null. Avansen bedriftene kan ta som følge av markedsmakten er bestemt etter ligningen:

$$PDC_{ri} = \frac{(PD_{ri} \times NF_{ri})^{\frac{1}{1-\xi_i}}}{(PD_{ri}^0 \times NF_{ri}^0)^{\frac{1}{1-\xi_i}}} \times d_i + PD_{ri}(1 - d_i)$$

Hvor hevet notasjon 0 betyr verdier fra referanselikevekten, PDC_{ri} er endelig pris på varer produsert i sektor i og solgt i sone r , PD_{ri} er prisen under en forutsetning om perfekt konkurranse, NF_{ri} er antall bedrifter, ξ_i er substitusjonselastisiteten mellom Dixit-Stiglitz-varianter og d_i er en dummy-variabel som er lik 1 dersom det er markedsmakt i sektor i og 0 ellers. Altså er prispåslaget på fullkommen konkurranse-prisen høy når antall bedrifter er lavt og når substitusjonselastisiteten er lav (når konsumenter ikke er like villige til å substituere mellom varianter).

Videre modellerer vi agglomerasjonseffekter for å ta hensyn til at større arbeidsmarkeder er antatt å føre til positive eksternaliteter. Dette inkluderer produktivitetsøkning som følge av bedriftsklynger og redusert friksjon i arbeidsmarkedet på grunn av en bedre tilpasning mellom arbeidsgiver og arbeidstaker, altså en økt sannsynlighet for bedriften til å finne den riktige, spesialiserte arbeidskraften. Vi følger resten av SCGE-litteraturen ved å anta at agglomerasjonseffekter påvirker total faktorproduktivitet (TFP) direkte. Dette vil si at agglomerasjonseffekter fører til at både arbeidskraft og kapital blir mer produktivt. Faktoren TFP øker med som følge av agglomerasjon er modellert som:

$$AGG_{ri} = \left(\frac{\sum_s LCOMM_{sr}}{\sum_s LCOMM_{sr}^0} \right)^{\sigma_{EXT}}$$

Hvor $\sum_s LCOMM_{sr}$ er størrelsen på arbeidsmarkedet i sone r , σ_{EXT} er agglomerasjonselastisiteten og AGG_{ri} er effekten av agglomerasjon på TFP.

Produsenter

Modellen inkluderer 25 sektorer, hvor 3 er primærsektorer, 2 er relatert til gass, olje og bergverk, 13 er tradisjonelle, vareproduserende industrisektorer og 7 er servicesektorer. I modellen er sektorene i økonomien fordelt i to grupper: tradisjonelle og moderne sektorer. Tradisjonelle sektorer opererer under perfekt konkurranse og konstant skalautbytte, hvor prisen på varene er lik deres marginale produksjonskostnad. Bedrifter i moderne sektorer opererer under monopolistisk konkurranse og tiltakende skalautbytte, som beskrevet i forrige avsnitt.

Bedriftene i modellen opptrer som profittmaksimerende rasjonelle aktører. Analogt med antagelsen om en representativ konsument i hver region, antas det en representativ bedrift i hver sektor i hver region. Bedriftenes produksjonsteknologi er representert gjennom en kjedet CES-Leontief produksjonsstruktur. Bedriftene benytter arbeidskraft, fysisk realkapital og varer og tjenester fra andre sektorer som innsatsfaktorer i produksjonen. Det samme produksjonsnivået kan nås ved forskjellige kombinasjoner av innsatsfaktorer, og til hvert produksjonsnivå antar vi at bedriftene velger innsatsfaktorer på en slik måte at produksjonskostnaden minimeres. Dette gir den kostnadsminimerende mengden av arbeidskraft, kapital og innsatsvarer som kreves for å produsere én enhet av varen. Hvor mange enheter som blir produsert blir deretter bestemt utfra profittbetingelsen til bedriftene.

Produksjonsteknologien vi har benyttet gir en avveining mellom kapital og arbeidskraft bestemt av en CES-produktfunksjon på det laveste nivået, og bruken av innsatsvarer blir bestemt av en Leontief-produktfunksjon på det øvre nivået. Leontief-produktfunksjoner innebærer at forholdet mellom innsatsvarer er fast, bestemt av nasjonale kryssløpsmatriser. CES-funksjoner tillater substitusjon mellom innsatsfaktorene, men denne er bestemt av en konstant substitusjonselastisitet. Den kostnadsminimerende sammensetningen av kapital og arbeidskraft for sektor i lokalisert i sone r kaller vi KL_{ri} , og sektor i s etterspørsel etter innsatsvarer fra sektor j kaller vi II_{rij} . Leontieff-funksjonen bestemmer nivået på disse størrelsene som:

$$II_{rij} = iO_{rij}XD_{rj}$$

$$KL_{rj} = iOKL_{rj}XD_{rj}$$

Hvor iO_{rij} og $iOKL_{ri}$ er faste andeler og XD_{ri} er produksjonsnivået. Prisen på den sammensatte innsatsvaren av kapital og arbeidskraft blir bestemt av det vektete gjennomsnittet av lønninger og kapitalrente etter skatt. Dermed kan etterspørselen etter kapital og arbeidskraft bli utledet fra kostnadsminimeringen av variable kostnader fra CES-funksjonen, pluss de faste kostnadene. CES-funksjonen har formen:

$$\begin{aligned} KL_{ri} &= f(K_{ri}, L_{ri}; \alpha KL_{ri}, \gamma K_{ri}, \gamma L_{ri}, \rho_i) \\ &= \alpha KL_{ri} [\gamma K_{ri} \times K_{ri}^{-\rho_i} + \gamma L_{ri} \times L_{ri}^{-\rho_i}]^{-1/\rho_i} \end{aligned}$$

Hvor substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft er definert som:

$$-\frac{d \ln \left(\frac{L_{ri}}{K_{ri}} \right)}{d \ln \left(\frac{f_{L_{ri}}}{f_{K_{ri}}} \right)} = \frac{1}{(1 - \rho_i)} \stackrel{\text{def}}{=} \sigma_{KL_i}$$

Minimering av bedriftens kostnader gitt et fast nivå på KL_{ri} gir de kostnadsminimerende etterspørselsfunksjonene for kapital og arbeidskraft. De totale faste kostnadene er beregnet som faste kostnader per bedrift multiplisert med antall bedrifter i hver sone og hver sektor. Produksjonsnivået, bestemt ut fra nullprofittbetingelsen, fører til at den endelige etterspørselen etter kapital gitt vektoren av priser blir:

$$K_{ri} = KL_{ri} \left(\frac{\gamma K_{ri}}{(1 + tk_r)RK_{ri} + \delta_{ri} \times PI} \right)^{\alpha KL_{ri}} \times PKL_{ri}^{\sigma_{KL_i}} (\alpha KL_{ri} \times AGG_{ri})^{(\sigma_{KL_i}-1)} + NF_{ri} \times fcK_{ri}$$

Hvor γK_{ri} og αKL_{ri} er CES-parametre, σ_{KL_i} er substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft, tk_r er skatten på kapital, RK_{ri} er prisen på kapital, δ_{ri} er depresieringsraten, PI er prisen på investeringsvaren produsert av investeringsbanken, PKL er prisen på den sammensatte kapital-arbeidskraft-varen, NF_{ri} er antall bedrifter og fcK_{ri} er den faste kapitalkostnaden for sektor i i sone r . AGG_{ri} er effekten av agglomerasjon på total faktorproduktivitet. På tilsvarende måte blir den endelige etterspørselen etter arbeidskraft:

$$L_{ri} = KL_{ri} \left(\frac{\gamma L_{ri}}{PL_{ri}(1 + (1 + tl1_{ri})tl_{ri})} \right)^{\sigma_{KL_i}} \times PKL_{ri}^{\sigma_{KL_i}} (\alpha KL_{ri} \times AGG_{ri})^{(\sigma_{KL_i}-1)} + NF_{ri} \times fcL_{ri}$$

Her er $tl1_{ri}$ arbeidstakernes skattesatsen på arbeidskraft som arbeidstakerne må ta inn over seg, mens tl_{ri} er skattesatsen på arbeidskraft som arbeidsgiverne må ta inn over seg. fcL_{ri} er faste arbeidskraftkostnader. Prisen på komposittinnsatsvaren av arbeidskraft og kapital, PKL_{ri} , er utledet som et vektet gjennomsnitt av prisen på arbeidskraft og kapital etter skatt:

$$PKL_{ri} \times KL_{ri} = ((1 + tk_{ri})RK_{ri} + \delta_{ri} \times PI)K_{ri} \times Kv_{ri}^0 + PL_{ri}(1 + (1 + tl1_{ri})tl_{ri})L_{ri} \times Lv_{ri}^0$$

Hvor Kv_{ri} er variable kapitalkostnader og Lv_{ri} er variable arbeidskraftkostnader. Bedriftens totale kostnader er beregnet som kapitalkostnader (inkludert depresiering), arbeidskostnader, kostnaden for innsatsvarer og kostnaden for servicereiser. $KYNEG_{ri}^0$ er et ledd for å ta hensyn til at noen sektorer går med driftsunderskudd.

$$\begin{aligned} PD_{ri}(1 - txd_{ri} + sxd_{ri})XD_{ri} \\ = RK_{ri} \times K_{ri}((1 + tk_{ri}) + \delta_{ri} \times PI) + KYNEG_{ri}^0 \times GDPDEF \\ + PL_{ri} \times L_{ri}(1 + (1 + tl1_{ri})tl_{ri}) \\ + \sum_j (io_{rji} \times XD_{ri} \times P_{rj}(1 + tc_{rj})) \\ + \sum_s (strips_{rsi} \times stripsC_{rsi}) \end{aligned}$$

Myndigheter

Nasjonale og regionale myndigheter er inkludert i modellen som en enkelt aktør. Denne aktøren samler inn skatter, mottar kapitalinntekter, konsumerer varer etter en nyttefunksjon og fordeler subsidier og stønader. Disse elementene utgjør til sammen myndighetenes budsjettbetingelse, som tas hensyn til når nytten maksimeres. Nytten er på Cobb-Douglasform:

$$UG = \prod_r \prod_i (CG_{ri})^{\alpha G_{ri}}$$

Hvor UG er nyttefunksjonen (maksimeringskriteriet) til myndighetene, αG_{ri} er sektor- og regionspesifikke konsumandeler ($\sum_r \sum_i \alpha G_{ri} = 1$) og CG_{ri} er myndighetens konsum av vare i i region r . Dermed vil kurven av varer det offentlige velger basert på denne nyttefunksjonen fordele offentlig konsum mellom regioner og varer. Det nyttemaksimerende nivået av konsum gitt budsjettbetingelsen blir:

$$P_{ri}(1 + tc_{ri})CG_{ri} = \alpha G_{ri} \left(TAXR + \sum_s \sum_{j \in pub} (K_{sj} \times RK_{sj}) - \sum_s TRF \times GDPDEF \right)$$

Her er settet *pub* de sektorene som defineres som offentlige. Skatteinntangen $TAXR$ består av flere forskjellige elementer, som skatt på arbeid, skatt på kapital, skatt på produksjon og skatt på inntekt, og er definert som:

$$TAXR = \sum_r \left(\sum_{i \in (\sum_s XD_{si}^0 > 0)} (PL_r \times L_{ri} \times (tl1_{ri} + (1 + tl1_{ri})tl_{ri}) + tk_{ri} \times K_{ri} \times RK + (txd_{ri} - sxd_{ri})XD_{ri} \times PD_{ri}) + \sum_i \left(tc_{ri} \times P_{ri} \left(C_{ri} + I_{ri} + CG_{ri} + \sum_j (io_{rij} \times XD_{rj}) \right) \right) + ty_r \times Y_r \right)$$

Investeringer

Total innenlandsk sparing i økonomien består av husholdninger private sparing, offentlig sparing og bedrifters sparing. Bedrifters sparing er antatt å være lik depresieringskostnaden:

$$S = \sum_r (SH_r) + SG \times GDPDEF + \sum_r \sum_i (\delta_{ri} \times K_{ri} \times PI)$$

De totale investeringene blir deretter beregnet som innenlandsk sparing pluss overføringer fra resten av verden minus endringer i lagerbeholdning:

$$IT = S + SROW \times ER - \sum_r \sum_i (SV_{ri} \times P_{ri})$$

Investeringene blir administrert av en «nasjonal investeringsbank» som opptrer som egen aktør i modellen. Denne banken investerer for å maksimere en Cobb-Douglas-funksjon, gitt budsjettbetingelsen definert av forrige ligning. Dette gir de «nytte-maksimerende» nivåene på investeringer i hver sektor og hver sone, definert av ligningen under:

$$I_{ri} \times P_{ri}(1 + tc_{ri}) = \alpha I_{ri} \times IT$$

Den nominelle renta i økonomien blir beregnet som det vektete gjennomsnittet av kapitalavkastningen i hver sektor etter formelen:

$$RGD_r = \frac{\sum_i RK_{ri} \times K_{ri}}{\sum_i K_{ri}}$$

Prisen på komposittvaren som utgjør investeringer blir beregnet i samsvar med etterspørselsfunksjonen etter investeringer som er på Cobb-Douglas-form, og dette gir formelen:

$$PI = \prod_r \prod_i \left(\frac{P_{ri}(1 + tc_{ri})}{\alpha I_{ri}} \right)^{\alpha I_{ri}}$$

Godstransport og handel

Vi baserer modellen vår på nasjonalregnskapsdata tilgjengelig fra SSB. Vare- og sektorinndelingen vi har valgt gir 25 forskjellige sektorer, og er det mest disaggregerte aggregatet av varer/sektorer som er kompatibelt med de andre datakildene vi bruker. Denne aggregeringen representerer en forenkling som har mye å si for modellen, fordi varene produsert i hver sektor er homogene; vi har ikke mulighet til å modellere hver enkelt vare som blir solgt i økonomien som forskjellige. Ut fra økonomisk teori om nyttemaksimering burde imidlertid dette bety at husholdningene importerer hver vare fra det landet eller den innenlandske sonen som kan tilby den laveste prisen (som er en funksjon av transportkostnaden). Denne forenklingen stemmer åpenbart ikke med virkeligheten, da varene som etterspørres ikke er homogene. Vi ser også i dataene at varer fra den samme sektoren i blir etterspurt fra flere forskjellige regioner, og ikke bare regionen med den laveste prisen.

Måten dette problemet løses praktisk på er ved hjelp av Armingtonspesifikasjoner (Armington 1969). En Armingtonspesifikasjon gjør at produkter fra den samme sektoren som produseres i forskjellige regioner blir modellert som imperfekte substitutter av hverandre. Graden av substitusjon mellom produkter fra ulike regioner reflekterer at den faktiske produktsammensetningen i hver region varierer, og er bestemt ved hjelp av faste substitusjonselastisiteter. Substitusjonsmulighetene mellom varer fra forskjellige regioner gitt disse substitusjonselastisitetene er beskrevet med en CES-funksjon. Denne CES-funksjonen vil dermed angi etterspørselen etter varer fra hver sone og hver sektor, og disse vil til sammen utgjøre komposittvaren som blir etterspurt i sonen. Varene som sone s etterspør fra sone r produsert i sektor i vil dermed være bestemt av funksjonen:

$$XDDE_{rsi} = X_{ri} \times \left(\frac{\gamma A_{2ri}}{PDDT_{ri}} \right)^{\sigma A_{ri}} \times P_{ri}^{\sigma A_{ri}} \times \alpha A_{ri}^{(\sigma A_{ri}-1)} \\ \times \left(\frac{\gamma A_{3rsi}}{PDC_{ri} + PTM \times trmV_{rsi}} \right)^{\sigma A_{1ri}} \times PDDT_{ri}^{\sigma A_{1ri}} \times \alpha A_{1ri}^{(\sigma A_{1ri}-1)}$$

Her er PDC_{ri} produksjonskostnaden pluss avanse, $trmV_{rsi}$ er kostnaden for å frakte vare i fra sone r til sone s , hentet fra Nasjonal Godsmoell, og PTM er den nasjonale prisen på handels- og transportmarginer. Det vil si at nevneren i brøken på andre linje reflekterer den fulle kostnaden for aktører i sone s av å kjøpe vare i produsert i sone r . Prisen på den innenlandske komposittvaren er utledet som det vektete gjennomsnittet av prisene på varene kjøpt fra andre regioner:

$$PDDT_{ri} = \frac{1}{\alpha A_{1ri}} \left(\sum_s (\gamma A_{3sri}^{\sigma A_{1ri}} (PDC_{si} + PTM \times trmV_{sri})^{1-\sigma A_{1ri}}) \right)^{\frac{1}{1-\sigma A_{1ri}}}$$

Forholdet mellom innenlandske varer og importvarer er også bestemt ved hjelp Armingtonspesifikasjonen. Ligningen under oppgir løsningen av Armington-funksjonen for importvarer, gitt den eksogene vareprisen på verdensmarkedet ($PWM_i^0 \times ER$):

$$M_{ri} = X_{ri} \times \left(\frac{\gamma A_{1ri}}{PWM_i^0 \times ER} \right)^{\sigma A_{ri}} \times P_{ri}^{\sigma A_{ri}} \times \alpha A_{ri}^{(\sigma A_{ri}-1)}$$

Her er γA_{1ri} en CES-andelsparameter for import, σA_{ri} er substitusjonselastisiteten mellom innenlandsk produserte varer og import og αA_{ri} er en skaleringsparameter. Prisen på den endelige komposittvaren som blir konsumert er utledet som det vektete gjennomsnittet av prisen på den innenlandske komposittvaren og prisen på importvarer:

$$P_{ri} = \frac{1}{\alpha A_{ri}} (\gamma A_{1ri}^{\sigma A_{ri}} (PWM_i^0 \times ER)^{\sigma A_{ri}} + \gamma A_{2ri}^{\sigma A_{ri}} \times PDDT_{ri}^{1-\sigma A_{ri}})^{\frac{1}{1-\sigma A_{ri}}}$$

Bedriftene har mulighet til å selge varene sine innenlands, eller på verdensmarkedet som eksport. De baserer dette valget på produksjonskostnadene sine, priser på det nasjonale markedet og priselastisiteten. Dette er formalisert gjennom ligningen:

$$E_{ri} = \left(\frac{INDEX_r \times PDC_{ri}^0}{PDC_{ri}} \right)^{elasE_i}$$

Hvor $elasE_i$ er priselastisiteten bedriftene forholder seg til og $INDEX_r$ er en nasjonal konsumisindeks, definert som:

$$INDEX_r = \frac{\sum_i (C_{ri}^0 \times P_{ri} (1 + tc_{ri}))}{\sum_i (C_{ri}^0 \times P_{ri}^0 (1 + tc_{ri}^0))}$$

Under forutsetningen om monopolistisk konkurranse kombinert med bruken av Dixit-Stiglitz-varianter i hver sone, som forklart i tidligere avsnitt, vil husholdningenes nytte avhenge positivt av antall varianter som blir produsert av hvert produkt. Det er antatt at det blir produsert én variant per bedrift i hver sone og hver sektor. En økning i antall bedrifter impliserer også redusert markedsrett og redusert produktpris. Ligningen under viser eksplisitt hvordan nyten konsumentene opplever av produksjonen i hver sone og hver sektor avhenger av antall varianter.

$$XD_{ri} = \left(\sum_s (XDDE_{rsi}) + E_{ri} \right) NF_{ri}^{\frac{1}{(1-\xi_i)}}$$

Pendling og migrasjon

Vi har i hovedsak tre elementer i modellen som fører til endogen arealbruk:

Endogent pendlingsmønster, endogen migrasjon og et endogent antall bedrifter i hver sone. Her vil vi kort beskrive hvordan pendling og migrasjon blir behandlet.

Individer som bor i en sone vil fordeles mellom jobber i de nærliggende sonene.

$LCOMM_{rs}$ betegner summen av pendlere fra sone r til sone s . Disse pendlerne vil tjene lønna si i sone s , men ta med seg pengene tilbake og bruke dem i markeder i sone r . På denne måten vil pendling føre til en overføring av verdier mellom soner. Ligningen under definerer hvordan pendling blir behandlet i modellen. Venstre side av ligningen er antall personer som pendler fra sone r til sone s . Høyre side av ligningen summerer først alle personene som bor i sone r , og multipliserer dem deretter med andelen av befolkningen som pendler til sone s . Denne andelen er beregnet ved hjelp av en gravitasjonsformel, som avhenger negativt av pendlekostnaden ($lcommC_{rs}$).

$$LCOMM_{rs} = (LS_r + LMIG_r) \times \frac{commpref_{rs} \times \sum_i L_{si} \times \exp(\alpha_{time} \times lcommC_{rs})}{\sum_q commpref_{rq} \times \sum_i L_{qi} \times \exp(\alpha_{time} \times lcommC_{rq})}$$

$commpref_{rs}$ er en justeringsfaktor for å kalibrere pendlerpreferansene slik at modellens pendlemønster stemmer overens med pendlermønsteret som observeres i transportmodellen.

Vi gir mulighet for at netto migrasjon kan endres endogent i modellen. Historisk data om netto migrasjon fra modellens soner hentet fra SSB leses inn og brukes som basisverdi for netto migrasjon, $LMIG_r^0$. Vi lar denne verdien endres med en prosentandel basert på relative lønnsforskjeller mellom regioner (netto migrasjon øker i soner hvor lønna øker relativt til gjennomsnittslønna i landet). Dette er formalisert gjennom ligningen under:

$$\begin{aligned} \frac{LMIG_r}{POP_r^0} &= \frac{LMIGEX_r}{POP_r^0} + MIGINTER_r + MIGUNEMPR_r \times UNEMPR_r^0 \\ &+ MIGW_r \left(\frac{\frac{PL_r}{PL_r^0} \times WAGE_r^0 - \overline{WAGE}}{\overline{WAGE}} \right) \\ &+ MIGWSQR_r \left(\frac{\frac{PL_r}{PL_r^0} \times WAGE_r^0 - \overline{WAGE}}{\overline{WAGE}} \right)^2 \end{aligned}$$

Koeffisientene i ligningen over er estimert basert på en paneldataregresjon på historisk data om migrasjon, lønninger og arbeidsledighet. Her måles migrasjon som prosent av befolkningen. $MIGUNEMPR_r$ er den estimerte effekten av arbeidsledighet på migrasjon, $MIGW_r$ er den estimerte effekten av lønnsforskjeller på migrasjon, $MIGWSQR_r$ er den estimerte effekten av kvadrerte lønnsforskjeller på migrasjon og $MIGINTER_r$ er en konstant som fanger opp forskjeller mellom soner, det estimerte konstantleddet i regresjonen. $LMIGEX_r$ er eksogen migrasjon. Denne er satt til 0 for alle soner, men gir mulighet for å legge til (eller trekke fra) migrasjon eksogent. POP_r^0 er opprinnelig befolkning, og $WAGE_r^0$ er lønnsnivået som er brukt i

regresjonen. Gjennomsnittslønna i hver periode, \overline{WAGE} , er beregnet på standard måte med følgende ligning:

$$\overline{WAGE} = \frac{1}{R} \times \sum_r \left(\frac{PL_r}{PL_r^0} \times WAGE_r^0 \right)$$

Hvor R er antall soner, altså 90.

Likevektsbetingelser

På varemarkedene møter tilbudet etterspørselen ved at komposittvaren X_{ri} som består av import og varestrømmer fra innenlandske soner (varen som blir tilbudt i regionen), må tilsvare etterspørselen fra alle modellens aktører i hver sone og for hver sektor. Dette er implementert ved hjelp av ligningen under:

$$X_{ri} = C_{ri} + CG_{ri} + I_{ri} + SV_{ri} + TMX_{ri} + \sum_j i_{rij} \times XD_{rj}$$

Høyre side av ligningen summerer etterspørselen etter henholdsvis konsumvarer til husholdninger, konsumvarer til myndigheter, investeringsvarer, endring i lagerbeholdning, varer brukt i produksjonen av handels- og transportmarginer og innsatsvarer til bedrifter. Modellen krever også at det er likevekt i antall bedrifter i hver sone og hver sektor. En slik likevekt krever en nullprofittbetingelse, definert med ligningen under:

$$\frac{PD_{ri} \times XD_{ri}}{\xi_i} = NF_{ri}(fcK_{ri} + fcL_{ri})$$

Denne ligningen sier at prispåslaget hver enkelt bedrift kan ta som følge av markedsmakten de har, er like stort som deres faste kostnader (summen av faste kapitalkostnader og faste arbeidskraftkostnader). Hadde venstre side av ligningen, altså inntekten, vært større enn høyre side, ville nye bedrifter hatt incentiv til å starte opp. Dette ville redusert markedsmakten til hver enkelt bedrift og drevet ned prispåslaget til det ikke lenger er lønnsomt for nye bedrifter å starte opp. Videre antar vi handelsbalanse, som vil si at verdien av eksport pluss netto overføringer til utlandet må være lik verdien av import. Til slutt krever vi at markedet for arbeidskraft klarer:

$$\sum_s LCOMM_{sr} = \sum_i L_{ri}$$

Denne ligningen sier at summen av alle som pendler inn i en sone (inkludert interpendling, $s = r$) må være lik summen av alle som jobber i en sone.

Kapitalakkumulasjon og rekursivitet

Siden dette avsnittet beskriver hvordan forskjellige tidsperioder henger sammen, introduserer vi notasjonen t i senket skrift. Dette betegner årstall, og har ikke vært nødvendig for tidligere ligninger da alle variablene i disse ligningene var definert for det samme året.

Modellen er implementert med en rekursiv dynamisk struktur bestående av en sekvens med «midlertidige» statiske likevekter. I hver tidsperiode (tilsvarende hvert år) løses modellen for likevekt gitt parameterverdier og andre eksogene størrelser. Likevektene er koblet sammen ved hjelp av kapitalakkumulasjon:

- Dersom ingen scenarietekjoring er valgt antas det at økonomien er i en stabil likevekt, altså at variable vokser med den samme raten og at relative priser forblir uendret.
- Ved en scenarietekjoring vil modellen etter hvert nå en ny stabil likevekt. Det vil imidlertid ta tid for bedriftene å bygge opp det kapitalnivået som er ønskelig i den nye likevekten. For årene mellom de stabile likevektene må økonomien hele tiden tilpasse seg det nåværende kapitalnivået i hver region og hver sektor.

Kapitalnivået blir beregnet rekursivt basert på forrige periodes kapitalnivå og investeringer:

$$K_{ri,t+1} = (1 - \delta_{ri})K_{ri,t} + INV_{ri,t}$$

Hvor $INV_{ri,t}$ er investeringene i sektor i og sone r . Dette er en omfordeling av $I_{ri,t}$ til de sonene som forventes å ha høyest avkastning på kapitalen. Denne omfordelingen er implementert som en invers logistisk funksjon av forventet kapitalavkastning. Forventet kapitalavkastning er igjen definert ut fra kapitalavkastningen i nåværende periode, altså $RK_{ri,t}$. Implementeringen av rekursivitet er ekvivalent med den i RAEM, for mer informasjon se Ivanova, O., et al. (2007), side 26-29.

Vedlegg 14: Valg av eksogent gitte elastisitetsverdier

Enkelte parametere i SCGE-modellen kan ikke utledes direkte fra nasjonalregnskapsdata. Disse må antas eksogent. Vi har ikke estimert noen slike parametere selv basert på norske data, men hentet disse fra litteraturen.

Armingtonelastisitetene (Armington 1969) er sentrale parameterverdier i enhver praktisk generell likevektsmodellering og representerer substitusjonselastisitetene mellom produkter med ulikt geografiske opphav. På øverste nivå i den nestede CES strukturen i SCGE-modellen, antar vi at importvarer og hjemmeproduerte varer ikke er perfekte substitutter, men at substitusjonseffekten av en relativ prisendring blir bestemt av Armingtonelastisiteten σA_{ri} . Deretter antar vi på neste nivå i den nestede strukturen at produkter produsert i ulike innenlandske regioner heller ikke er perfekte substitutter, og at substitusjonseffekten av en relativ prisendring blir bestemt av Armingtonelastisiteten $\sigma A1_{ri}$. Høye elastisitetsverdier reflekterer relativt nære substitutter, mens lave verdier reflekterer imperfekte substitutter. En lav elastisitetsverdi reflekterer at etterspørselen er lite fleksibel overfor endringer i pris. Eksempelvis indikerer en elastisitetsverdi på 3 for substitusjon mellom produkter fra ulike innenlandske regioner relativt nære substitutter hvor etterspørselen etter produkter fra ulike regioner er relativt fleksibel overfor endringer i pris.

Litteraturen gir verdier på σA_{ri} som i hovedsak ligger i intervallet 1-2¹⁷, hvor korttidselastisiteter tenderer mot å ha lavere tallverdi enn langtidselastisiteter. Det er svært få referanser for estimater på interregionale Armingtonelastisiteter ($\sigma A1_{ri}$). I SCGE-modeller med multiple innenlandske soner er som regel elastisitetsverdiene for substitusjon av varer mellom regionene noe høyere enn de tilsvarende elastisitetsverdiene for utenrikshandel.

Vi har antatt Armingtonelastisiteter lik 1,1 for valget mellom importvarer og hjemmeproduerte varer. Det vil si at etterspørselen etter importvarer er lite prisfølsom. Vi antar at etterspørselen etter varer fra andre innenlandske regioner er noe mer prisfølsom, og at for innenlandsk produksjon er varene nære substitutter på tvers av sonene i modellen. Armingtonelastisitetsverdien for varer fra ulike innenlandske regioner er satt til 3,5, noe som er litt underkant av verdien for primær-

¹⁷ Saito, M. (2004). "Armington elasticities in intermediate inputs trade: a problem in using multilateral trade data." *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique* 37(4): 1097-1117.

, Törmä, H. and K. Zawalinska (2007). "Technical description of the CGE RegFin/RegPol models." *University of Helsinki, RURALIA Institute*. URL: <http://www.helsinki.fi/ruralia/research/manuals.htm>.

, Heyndrickx, C., et al. (2009). ISEEM, Development of an Integrated Spatio-Economic-Ecological Model Methodology for the Analysis of Sustainability Policy, Final Report.

, Németh, G., et al. (2011). "Estimation of Armington elasticities in a CGE economy–energy–environment model for Europe." *Economic Modelling* 28(4): 1993-1999.

og industriprodukter på 4 benyttet i den finske SCGE –modellen RegFin (Törmä and Zawalinska 2007).

Substitusjonselastisiteten mellom Dixit-Stiglitz-varianter, ξ_i , beskriver hvor mye den relative etterspørselen etter én variant endrer seg dersom den relative prisen endres med ett prosent. En høy elastisitetsverdi reflekterer nære substitutter, mens lave verdier reflekterer imperfekte substitutter. Litteraturen opererer med verdier i intervallet 8-12, og da vi ikke har tilstrekkelig data til å estimere verdien for norske næringer har vi valgt å bruke en verdi på 10. Dette betyr at dersom den relative prisen på en variant øker med ett prosent, reduseres etterspørselen med 10 prosent.

Agglomerasjonselastisiteten σ_{EXT} skal fange opp de positive eksternalitetene av agglomerasjon, og beskriver hvordan den totale faktorproduktiviteten endrer seg når størrelsen på arbeidsmarkedet endres. Her følger vi standard litteratur for både SCGE-modeller og netto ringvirkninger generelt, og bruker en elastisitetsverdi på 0,03. Dette kan tolkes som at en økning i arbeidsmarkedet på ett prosent, fører til en prosentmessig økning i total faktorproduktivitet på 0.03.

Substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft i bedriftenes CES-funksjon (det laveste nivået i produktfunksjonen) er kalt σ_{KLr_i} . Denne elastisiteten beskriver en viktig egenskap ved produksjonsteknologien til bedriftene, nemlig i hvor stor grad de har mulighet til å erstatte realkapital med arbeidskraft, og motsatt. I industri-næringer vil dette ofte innebære et valg mellom å investere i dyrere maskiner som automatiserer driften, eller billigere maskiner som krever mer vedlikehold og manuelt arbeid. I noen næringer er det begrenset i hvilken grad dette lar seg gjøre. For servicenæringer er ofte den viktigste realkapitalen knyttet opp mot eiendom, eller leie av lokaler, og substitusjonselastisiteten indikerer dermed i hvor stor grad bedriftene har muligheten til å øke produktiviteten ved å ansette flere arbeidere (eventuelt opprettholde servicetilbudet med like mange ansatte ved å redusere størrelsen på lokalene).

Substitusjonselastisiteten mellom kapital og arbeidskraft har stor innvirkning på beregninger av netto ringvirkninger. For det første fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte det nye arbeidskraftstilbudet som kommer av endringene i pendlings- og migrasjonsmønsteret infrastrukturforbedringen fører med seg. For det andre fordi den beskriver i hvor stor grad bedriftene har mulighet til å utnytte produktivitetsøkningen (eller reduksjonen) i den tilbudte arbeidskraften som følge av agglomerasjonseffekter. At denne elastisiteten er viktig for netto ringvirkninger blir også tydeliggjort i sensitivitetsberegningene (vedlegg 1-9).

Det finnes mange kilder til næringsspesifikke estimater på disse elastisitetene, men det er ofte stor variasjon mellom disse kildene. Det er dessverre få gode kilder for norske forhold. Vi har valgt å bruke næringsspesifikke elastisiteter for norske forhold som er estimert til å være signifikante fra Andreassen, L. og G. Bjertnes (2006)¹⁸. Dette er den samme kilden som Menon og Vista bruker NOREG-modellen.¹⁹ Elastisitetsverdier for de resterende næringene er satt til 0,7. Dette er i det øvre sjiktet av hva som er estimert i internasjonale studier (se for eksempel Raurich m.fl., 2012²⁰;

¹⁸ Andreassen, L. and G. H. Bjertnes (2006). Tallfesting av faktoretterspørsel i MSG6. S.-n. 2006/7.

¹⁹ http://vista-analyse.no/site/assets/files/6737/va-rapport_2014-16.pdf

²⁰ Raurich, X., et al. (2012). "Factor shares, the price markup, and the elasticity of substitution between capital and labor." *Journal of Macroeconomics* 34(1): 181-198.

Koesler og Schymura, 2012)²¹, men i det nedre sjiktet av hva som er estimert for norske forhold. Alfsen, K.H. m.fl. (1996)²² estimerer for eksempel elastisiteten i norske industrisektorer til å være et sted mellom 0,8 og 1,9. På en annen side estimerer Johansen og Klette (1997)²³ elastisiteten i industriell sektor til å være 0,4, med en analyseperiode fra 1983 til 1993. Med økt bruk av datamaskiner og mulighet for automatisering er det imidlertid grunn til å tro at den har økt noe i visse sektorer de senere årene.

En oversikt over de viktigste elastisitetene vi har antatt er beskrevet i Tabell V.14-1.

Tabell V.14-1. Oversikt over elastisitetsverdier.

Elastisitet	Sektor	Verdi
σ_{EXT}	Alle	0,03
ξ_i	Alle	10
σA_{ri}	Alle	1,1
$\sigma A1_{ri}$	Alle	3,5
σKL_{ri}	Jordbruk, jakt og viltstell	1,31
	Skogbruk	0,64
	Fiske, fangst og akvakultur	0,35
	Bergverksdrift	0,26
	Utvinning av og tjenester knyttet til råolje og naturgass	0,26
	Nærings-, drikkevare- og tobakksindustri	0,7
	Møbel-, tekstil-, beklednings- og lærvareindustri	0,75
	Trelast- og trevareindustri, unntatt møbler	0,7
	Produksjon av papir og papirvarer	0,7
	Trykking og reproduksjon av innspilte opptak	0,7
	Oljeraffinerer, kjemisk og farmasøytisk industri	1,4

²¹ Koesler, S. and M. Schymura (2012). "Substitution Elasticities in a CES Production Framework-An Empirical Analysis on the Basis of Non-Linear Least Squares Estimations." [ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper\(12-007\)](#).

²² Alfsen, K. H., et al. (1996). [MSG-EE: an applied general equilibrium model for energy and environmental analyses](#), Statistisk sentralbyrå.

²³ Johansen, F. and T. J. Klette (1997). Wage and employment effects of payroll taxes and investment subsidies. [Discussion paper No. 194](#). Statistics Norway.

Produksjon av gummi- og plastprodukter	0,7
Produksjon av metaller og metallvarer, unntatt maskiner og utstyr	0,7
Produksjon av datamaskiner og elektroniske produkter	0,7
Produksjon av motorvogner og tilhengere, verftsindustri og annen transportmiddelindustri	0,49
Produksjon av elektrisk utstyr	0,7
Produksjon av maskiner og utstyr ellers, og reparasjon og installasjon av maskiner og utstyr	0,7
Produksjon av andre ikke-metallholdige mineralprodukter	0,7
Elektrisitets-, gass-, damp- og varmtvannsforsyning	0,7
Avløps- og renovasjonsvirksomhet	0,7
Bygge- og anleggsvirksomhet	0,9
Varehandel, reparasjon av motorvogner	0,7
Transport og lagring	0,7
Privat tjenesteyting	0,7
Offentlig tjenesteyting	0,7

Vedlegg 15: SCGE-modellens ligningssystem

Forenklet notasjon. Tidsdimensjonen er ekskludert fra ligningene.

1. Prisen på kompositter av innenlandske varer:

$$PDDT_{ri} = \frac{1}{aA_{1ri}} \left(\sum_s (\gamma A3_{sri}^{\sigma A_{1ri}} (PDC_{si} + PTM * trmV_{sri})^{1-\sigma A_{1ri}}) \right)^{\frac{1}{1-\sigma A_{1ri}}}$$

2. Innenlandske utsalgspriser på kompositter av innenlandske varer og import:

$$P_{ri} = \frac{1}{aA_{ri}} (\gamma A1_{ri}^{\sigma A_{ri}} (PWMZ_i \times ER)^{\sigma A_{ri}} + \gamma A2_{ri}^{\sigma A_{ri}} \times PDDT_{ri}^{1-\sigma A_{ri}})^{\frac{1}{1-\sigma A_{ri}}}$$

3. Innenlandske produsentpriser bestemt av nullprofittbetingelsen:

$$\begin{aligned} PD_{ri}(1 - txd_{ri} + sxd_{ri})XD_{ri} &= RK_{ri} \times K_{ri}((1 + tk_{ri}) + \delta_{ri} \times PI) + KYNEG_{ri}^0 \times GDPDEF \\ &+ PL_{ri} \times L_{ri}(1 + (1 + tl1_{ri})tl_{ri}) \\ &+ \sum_j (io_{rji} \times XD_{ri} \times P_{rj}(1 + tc_{rj})) \\ &+ \sum_s^j (strips_{rsi} \times stripsC_{rsi}) \end{aligned}$$

4. Påslag på produsentprisene som følge av markedsmakt:

$$PDC_{ri} = \frac{(PD_{ri} \times NF_{ri})^{\frac{1}{1-\xi_i}}}{(PD_{ri}^0 \times NF_{ri}^0)^{\frac{1}{1-\xi_i}}} \times d_i + PD_{ri}(1 - d_i)$$

5. Konsumprisindeks:

$$INDEX_r = \frac{\sum_i (C_{ri}^0 \times P_{ri}(1 + tc_{ri}))}{\sum_i (C_{ri}^0 \times P_{ri}^0(1 + tc_{ri}^0))}$$

6. Nasjonal pris på private investeringer

$$PI = \prod_r \prod_i \left(\frac{P_{ri}(1 + tc_{ri})}{\alpha I_{ri}} \right)^{\alpha I_{ri}}$$

7. Nominell rente

$$RGD_r = \frac{\sum_i RK_{ri} \times K_{ri}}{\sum_i K_{ri}}$$

8. Innenlandske salg, tilbud lik etterspørsel

$$X_{ri} = C_{ri} + CG_{ri} + I_{ri} + SV_{ri} + TMX_{ri} + \sum_j i_{orij} \times XD_{rj}$$

9. Brutto innenlandsk produksjon

$$PD_{ri} \times XD_{ri} = \left(\sum_s (XDDE_{rsi}) + E_{ri} \right) PDC_{ri}$$

10. Eksportvarer

$$E_{ri} = \left(\frac{INDEX_r \times PDC_{ri}^0}{PDC_{ri}} \right)^{elasE_i}$$

11. Varer konsumert for å produsere handels- og transportmarginer

$$TMX_{ri} = atm_{ri} \sum_s \sum_q \sum_j (trmV_{sqj} \times XDDE_{sqj})$$

12. Private investeringer

$$IT = S + SROW \times ER - \sum_r \sum_i (SV_{ri} \times P_{ri})$$

13. Komposittinnsvaren av kapital og arbeidskraft

$$KL_{ri} = XD_{ri} \times \frac{KL_{ri}^0}{XD_{ri}^0}$$

14. Kapitalinnsats

$$K_{ri} = KL_{ri} \left(\frac{\gamma K_{ri}}{(1 + tk_r)RK_{ri} + \delta_{ri} \times PI} \right)^{\alpha KL_{ri}} \times PKL_{ri}^{\sigma KL_{ri}} (\alpha KL_{ri} \times AGG_{ri})^{(\sigma KL_{ri} - 1)} + NF_{ri} \times fcK_{ri}$$

15. Arbeidskraftsinnsats

$$L_{ri} = KL_{ri} \left(\frac{\gamma L_{ri}}{PL_{ri}(1 + (1 + tl_{ri})tl_{ri})} \right)^{\sigma KL_{ri}} \times PKL_{ri}^{\sigma KL_{ri}} (\alpha KL_{ri} \times AGG_{ri})^{(\sigma KL_{ri} - 1)} + NF_{ri} \times fcL_{ri}$$

16. Etterspørsel etter konsumvarer

$$P_{ri}(1 + tc_{ri})C_{ri} = P_{ri}(1 + tc_{ri})\mu H_{ri} + \alpha H_{ri} \left(B_r - \sum_j (\mu H_{rj} \times P_{rj}(1 + tc_{rj})) \right)$$

17. Husholdningenes konsumbudsjett

$$B_r = Y_r(1 - ty_r) + TRF_r - S_r - \sum_s (lcomm_{rs} \times tcomm_{rs}) - \sum_s (ltrips_{rs} \times ltripsC_{rs})$$

18. Husholdningsinntekt

$$Y_r = \sum_s (LCOMM_{rs} \times PL_s) + \sum_i (K_{ri} \times RK_{ri}) - LROW_r \times PLROW \times ER$$

19. Husholdningens sparing

$$SH_r = mps_r(Y_r(1 - ty_r) + TRF_r)$$

20. Nasjonal sparing

$$S = \sum_r (SH_r) + SG \times GDPDEF + \sum_r \sum_i (\delta_{ri} \times K_{ri} \times PI)$$

21. Privat etterspørsel etter investeringsvarer

$$I_{ri} \times P_{ri}(1 + tc_{ri}) = \alpha I_{ri} \times IT$$

22. Offentlig etterspørsel etter varer

$$CG_{ri} \times P_{ri}(1 + tc_{ri}) = \alpha G_{ri} \left(TAXR + \sum_s \sum_{j \in pub} (K_{sj} \times RK_{sj}) - \sum_s TRF \times GDPDEF \right)$$

23. Skatteinntekter

$$TAXR = \sum_r \left(\sum_{i \in (\sum_s XD_{si}^0 > 0)} (PL_r \times L_{ri} \times (tl1_{ri} + (1 + tl1_{ri})tl_{ri}) + tk_{ri} \times K_{ri} \times RK + (txd_{ri} - sxd_{ri})XD_{ri} \times PD_{ri}) + \sum_i \left(tc_{ri} \times P_{ri} \left(C_{ri} + I_{ri} + CG_{ri} + \sum_j (io_{rij} \times XD_{rj}) \right) \right) + ty_r \right) \times Y_r$$

24. Regional bruttoproduksjon (realverdi)

$$GDPR_r = \sum_i (XD_{ri} \times PD_{ri}^0) - \sum_i \sum_j (io_{rij} \times XD_{ri}(1 + tc_{rj}) \times PD_{rj}^0) + \sum_i \left(tc_{ri} \times P_{ri}^0 \left(C_{ri} + I_{ri} + CG_{ri} + \sum_j (io_{rij} \times XD_{rj}) \right) \right)$$

25. Regional bruttoproduksjon (nominell verdi)

$$GDPRC_r = \sum_i (XD_{ri} \times PD_{ri}) - \sum_i \sum_j (io_{rij} \times XD_{ri}(1 + tc_{rj}) \times PD_{rj}) + \sum_i \left(tc_{ri} \times P_{ri} \left(C_{ri} + I_{ri} + CG_{ri} + \sum_j (io_{rij} \times XD_{rj}) \right) \right)$$

26. Brutto nasjonalprodukt (realverdi)

$$GDP = \sum_r (GDPR_r)$$

27. Brutto nasjonalprodukt (nominell verdi)

$$GDPC = \sum_r (GDPRC_r)$$

28. BNP-deflator

$$GDPDEF = \frac{GDPC}{GDP}$$

29. Komposittprisen på handels- og transportmarginer

$$PTM = \sum_r \sum_i (atm_{ri} \times P_{ri})$$

30. Endring i lagerbeholdning

$$SV_{ri} = sv_{ri} \times X_{ri}$$

31. Prisen på komposittinnsatsvaren av kapital og arbeidskraft:

$$PKL_{ri} \times KL_{ri} = ((1 + tk_{ri})RK_{ri} + \delta_{ri} \times PI)K_{ri} \times Kv_{ri}^0 + PL_r(1 + (1 + tl1_{ri})tl_{ri})L_{ri} \times Lv_{ri}^0$$

32. Klarering i markedet for arbeidskraft:

$$\sum_s LCOMM_{sr} = \sum_i L_{ri}$$

33. Regionvis etterspørsel etter komposittvaren levert fra region r :

$$XDDE_{rsi} = X_{ri} \times \left(\frac{\gamma A2_{ri}}{PDDT_{ri}} \right)^{\sigma A_{ri}} \times P_{ri}^{\sigma A_{ri}} \times aA_{ri}^{(\sigma A_{ri}-1)} \times \left(\frac{\gamma A3_{rsi}}{PDC_{ri} + PTM \times trmV_{rsi}} \right)^{\sigma A1_{ri}} \times PDDT_{ri}^{\sigma A1_{ri}} \times aA1_{ri}^{(\sigma A1_{ri}-1)}$$

34. Etterspørsel etter importvarer

$$M_{ri} = X_{ri} \times \left(\frac{\gamma A1_{ri}}{PWM_i^0 \times ER} \right)^{\sigma A_{ri}} \times P_{ri}^{\sigma A_{ri}} \times aA_{ri}^{(\sigma A_{ri}-1)}$$

35. Antall bedrifter bestemt av betingelsen om at inntekter skal være lik faste kostnader for hver bedrift

$$\frac{PD_{ri} \times XD_{ri}}{\xi_i} = NF_{ri}(fcK_{ri} + fcL_{ri})$$

36. Netto regionvise flyttestrømmer

$$\begin{aligned} \frac{LMIG_r}{POP_r^0} &= \frac{LMIGEX_r}{POP_r^0} + MIGINTER_r + MIGUNEMPR_r \times UNEMPR_r^0 \\ &\quad + MIGW_r \left(\frac{\left(\frac{PL_r}{PL_r^0} \times WAGE_r^0 - \overline{WAGE} \right)}{\overline{WAGE}} \right) \\ &\quad + MIGWSQR_r \left(\frac{\left(\frac{PL_r}{PL_r^0} \times WAGE_r^0 - \overline{WAGE} \right)^2}{\overline{WAGE}} \right) \end{aligned}$$

37. Pendling

$$\begin{aligned} LCOMM_{rs} &= (LS_r + LMIG_r) \\ &\quad \times \frac{commpref_{rs} \times \sum_i L_{si} \times \exp(\alpha_{time} \times TCOMM_{rs})}{\sum_q commpref_{rq} \times \sum_i L_{qi} \times \exp(\alpha_{time} \times TCOMM_{rq})} \end{aligned}$$

38. Gjennomsnittlige lønninger

$$\overline{WAGE} = \frac{1}{R} \times \sum_r \left(\frac{PL_r}{PL_r^0} \times WAGE_r^0 \right)$$

39. Positive agglomerasjonseffekter som påvirker total faktorproduktiviteten

$$AGG_{ri} = \left(\frac{\sum_s LCOMM_{sr}}{\sum_s LCOMM_{sr}^0} \right)^{\sigma_{EXT}}$$

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 trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport 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.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no