

RAPPORT NR. 1813 | Eivind Tveter og Geir Vasseljen Mørkrid

# BEREGNINGSMETODIKK FOR NETTO RINGVIRKNINGER AV SAMFERDSELSINVESTERINGER

Gjennomgang av tidligere forskning og anvendelser samt anbefaling av metode





---

<b>TITTEL</b>	Beregningsmetodikk for netto ringvirkninger av samferdselsinvestering – gjennomgang av tidligere forskning, anvendelser og anbefaling av metode
<b>FORFATTERE</b>	Eivind Tveter (MFM) og Geir Vasseljen Mørkrid (COWI)
<b>PROSJEKTLEDER</b>	Eivind Tveter
<b>RAPPORT NR.</b>	1813
<b>SIDER</b>	65
<b>PROSJEKTNUMMER</b>	2738
<b>PROSJEKTITTEL</b>	Beregningsmetodikk for netto ringvirkninger av samferdselsinvesteringer
<b>OPPDRAGSGIVER</b>	Transportetatene
<b>ANSVARLIG UTGIVER</b>	Møreforskning Molde AS
<b>UTGIVELSESTED</b>	Molde
<b>UTGIVELSEÅR</b>	2015
<b>ISSN</b>	0806-0789
<b>ISBN (TRYKT)</b>	978-82-7830-306-1
<b>ISBN (ELEKTRONISK)</b>	978-82-7830-306-1
<b>DISTRIBUSJON</b>	Høgskolen I Molde, Biblioteket, pb 2110, 6402 Molde tlf 71 21 41 61 epost: biblioteket@himolde.no www.moreforsk.no

---

### Sammendrag

Transportetatene har gitt Møreforskning og COWI oppdrag å utvikle en metodikk for beregning av netto ringvirkninger. Metodikken skal kunne benyttes for alle transportformer og benyttes i beregning av prosjekter i NTP 2022–2033. Denne rapporten er første fase i oppdraget og gir en gjennomgang av eksisterende forskning og beregninger. Formålet er å vurdere hvilke virkninger det foreligger et godt nok grunnlag til å beregne samt å velge et overordnet metodisk rammeverk. Vi gjennomgår den viktigste litteraturen på området og beregninger gjort på norske prosjekter. Vi utvikler også et enkelt rammeverk for å forstå de store variasjonene mellom ulike beregninger.

Rapporten gir følgende anbefalinger:

1. Vi anbefaler at det kun gjøres beregninger for agglomerasjonsgevinster.
2. Beregninger gjøres med utgangspunkt i endringer i effektiv sysselsettingstetthet.
3. Avstandskostnader beregnes med generaliserte reisekostnader.

---

© FORFATTER/MØREFORSKING MOLDE

Forskriftene i åndsverksloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller fremstille eksemplar til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforskning Molde er all annen eksemplar fremstilling og tilgjengelighetsgjøring bare tillatt så lenge det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettshavere til åndsverk.

---



---

## FORORD

---

Transportetatene har gitt Møreforskning og COWI i oppdrag å utvikle metodikk for beregning av netto ringvirkninger for transportetatene som skal benyttes i NTP 2022–2033. Oppdraget skal utvikle en metodikk – basert på eksisterende forskning – som skal kunne benyttes for alle transportformer.

Fra COWI har Geir Vasseljen Mørkrid deltatt, mens Eivind Tveter har deltatt fra Møreforskning. Eivind Tveter har hatt hovedansvaret for denne rapporten, mens Øystein Berge (COWI) leder hele prosjektet. Rapporten er kvalitetssikret av Svein Bråthen (Møreforskning) og Øystein Berge.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Oskar A. Kleven. Vi takker Wiljar Hansen (TØI) og Jon-Kristian Ryand Hovland (Jernbanedirektoratet) for kommentarer på et tidligere utkast.

Molde, 18.12.2018

Forfatterne



---

## INNHold

---

Forord.....	5
Innhold .....	7
Sammendrag .....	9
1 Innledning.....	11
2 Teoretiske perspektiver på netto ringvirkninger .....	12
2.1 Definisjon av netto ringvirkninger.....	12
2.2 Dobbelttelling.....	13
2.3 Historisk bakgrunn .....	14
3 Ulike kilder til netto ringvirkninger .....	15
3.1 Agglomerasjonsgevinster .....	15
3.4 Arbeidsmarkedseffekter.....	19
3.5 Imperfekt konkurranse.....	21
3.6 Mer effektiv arealregulering .....	22
4 Gjennomgang av empirisk forskning.....	23
4.1 Tetthetsmodeller.....	23
4.2 Likevektsmodeller .....	33
4.3 Sysselsettingseffekter.....	37
4.4 Imperfekt konkurranse.....	37
4.5 Tregheten før agglomerasjonsgevinsten oppstår .....	38
5 Resultater for andre transportformer .....	40
5.1 Bane.....	40
5.2 Luft .....	41
5.3 Sjø.....	41
5.4 Vurderinger av ulike transportformer.....	42
6 Anvendelser fra Norge .....	42
6.1 Ulike modeller for beregning av agglomerasjonsgevinst.....	42
6.2 Avstandsforvitring .....	44
6.2 Mål for avstandskostnad .....	44
6.3 Agglomerasjonselastisitet .....	45
6.4 Produktivitetsmål .....	46
6.5 Arbeidsmarkedsvirkninger/skattevirksomheter .....	46
6.6 Beregningsresultater – agglomerasjonsgevinst .....	48
6.7 Beregningsresultater – skattevirksomheter fra økt arbeidstilbud .....	51
7 Andre lands retningslinjer for netto ringvirkninger .....	52
8 Anbefalinger .....	54
8.1 Begrunnelse for å inkludere kun agglomerasjonsgevinster .....	54
8.2 Begrunnelse for bruk av tetthetsmodell .....	54
8.3 Begrunnelse for bruk av generaliserte reisekostnader .....	55

Vedlegg 1: Norske beregninger av netto ringvirkninger .....	56
Referanser .....	59



---

## SAMMENDRAG

---

Møreforskning og COWI har som oppdrag å utvikle metodikk for beregning av netto ringvirkninger for transportetatene som skal benyttes i NTP 2022–2033. Med netto ringvirkninger mener vi realøkonomiske virkninger av transportprosjekter, som oppstår utenfor transportmarkedet på grunn av en markedssvikt, og kommer som tillegg (fratrekke) til virkninger som fanges opp i en standard nytte-kostnadsanalyse. Oppdraget skal gi en metodikk – basert på eksisterende forskning – som skal kunne benyttes for alle transportformer.

Denne rapporten representerer fase 1 i Møreforskning og COWI's oppdragsløsning. I denne rapporten går vi kritisk gjennom eksisterende teoretisk og empirisk forskning for netto ringvirkninger. Formålet med rapporten er todelt: 1. Gi en anbefaling om hvilke kilder til netto ringvirkninger som skal beregnes. 2. Gi en anbefaling om hvilket rammeverk som burde benyttes i disse beregningene. I tillegg gir gjennomgangen i denne rapporten en kunnskapsbase i det videre arbeidet i å utvikle beregningsmetodikken.

Betydningen av netto ringvirkninger dreier seg om realøkonomiske virkninger som ikke er omfattet av dagens nytte-kostnadsrammeverk. Dersom disse virkninger er store kan de påvirke prosjektbeslutningen. De siste årene har det vært økende interesse for netto ringvirkninger. Dette begynte primært i forbindelse med prosjektet Ferjefri E39 – og det har vært gjort en rekke beregninger og gjennomganger av litteraturen siden 2012.

Netto ringvirkninger var ikke anbefalt å inkludere i nytte-kostnadsanalyser i det siste ekspertutvalget for samfunnsøkonomisk analyse (NOU 2012: 15). Det ble imidlertid gitt adgang til at slike analyser ble presentert som tilleggsinformasjon. Resultatene og beregningsmetodikken i disse beregningene har imidlertid spriket betydelig. Dette skyldes både bruk av ulike teoretiske tilnærminger, men også ulik analysemetodikk der det samme teoretiske grunnlaget brukes. I denne rapporten går vi derfor både gjennom det teoretiske grunnlaget for beregningene og eksisterende beregninger for å forstå konsekvensen av ulike forutsetninger og spesifikasjoner av modellene. Vår gjennomgang av eksisterende teori og empiri gjøres med henblikk på fire kriterier:

1. Baseres på et solid teoretisk fundament, herunder ikke medføre dobbelttelling
2. Bygge på solid empirisk forskning og være velutprøvd
3. Enkel og transparent, men Inkludere de viktigste virkningene for beslutningstager og samfunn
4. Anvendbar på alle transportformer

Basert på disse kriteriene gir vi følgende anbefalinger:

**1. Kun agglomerasjonsgevinster burde beregnes:** Ved gjennomgang av ulike kilder (eksternaliteter) som gir opphav til netto ringvirkninger identifiserer vi flere kilder. De best

dokumenterte er agglomerasjonsvirkninger, skattevirkninger fra økt arbeidstilbud og reduksjon i graden av imperfekt konkurranse.

Det empiriske grunnlaget for påvirkning av konkurranseforhold er for tynt til at det kan innlemmes i et standardisert rammeverk. Etter vår kjennskap er det ingen studier som direkte undersøker dette på norske forhold. Det finnes imidlertid noen få resultater fra andre land, men overføringsverdien til norske forhold er høyst usikker.

Skattevirkninger fra økt arbeidstilbud har blitt beregnet av flere miljøer, men usikkerhet rundt metodikk og et beskjedent bidrag til trafikantnytte gjør at vi ikke anbefaler at slike virkninger skal beregnes med grunnlag i dagens kunnskap. I de fleste beregninger på norske forhold bidrar disse virkningene til kun et påslag på noen få prosent på den tradisjonelle trafikantnyttens.

Agglomerasjonsgevinster har en solid teoretisk forankring og det er gjennomført en rekke beregninger med dette som utgangspunkt. I flere tilfeller gir dette tillegg til trafikantnyttens som kan ha betydning.

**2. Vi anbefaler bruk av tetthetsmodeller.** Vår vurdering er at det er to eksisterende modeller for agglomerasjonsgevinster som har et tilstrekkelig teoretisk fundament: tetthetsmodellene og TØIs SCGE-model. Basert på nåværende kunnskap mener vi tetthetsmodellene er best egnet. De gir beregning av virkninger basert på ganske få antagelser og kan i prinsippet brukes av alle fagmiljøer. SCGE-modellen er vesentlig mer komplisert og krever en rekke forutsetninger som er vanskelig å overskue. Denne modellen kan også kun benyttes av ett fagmiljø, slik situasjonen er pr. i dag. SCGE-modellen har imidlertid noen attraktive egenskaper ved at lokaliseringsbeslutninger for folk og bedrifter bestemmes innad i modellen. I tetthetsmodellene, derimot, holdes befolknings- og bedriftsmønsteret fast. Det er imidlertid ikke dokumentert at disse tilleggsmekanismene vil bidra til en vesentlig endring av beregningsresultatene. En annen ulempe med SCGE-modellen er at beregningene ikke direkte kan sammenlignes med de tradisjonelle trafikantnytteberegningene.

**3. Beregninger burde bruke generaliserte reisekostnader:** For at det skal være mulig å analysere alle transportformer i samme rammeverk behøves bruk av generaliserte reisekostnader. Ved bruk av generaliserte reisekostnader kan den effektive sysselsettingstettheten beregnes ved å vekte i henhold til reisemiddelvalg på ulike strekninger. Bruk av generaliserte reisekostnader krever imidlertid store mengder data. Disse kan imidlertid hentes ut fra de regionale transportmodellene. Dette opplegget vil også gi en stor grad konsistens av beregningene av agglomerasjonsgevinster sett i forhold til trafikantnyttens, som beregnes ved hjelp av transportmodellene, enten direkte eller ved hjelp av tilgrensende verktøy, som EFFEKT.

---

## 1 INNLEDNING

---

Møreforskning og COWI skal i oppdrag for transportetatene utvikle en metodikk for beregning av netto ringvirkninger. Metoden skal benyttes i forbindelse med NTP 2022–2033. Med netto ringvirkninger mener vi realøkonomiske virkninger av transportprosjekter som følge av markedssvikt i et sekundærmarked, som kommer som tillegg (fratrekk) til virkninger som fanges opp i en standard nytte-kostnadsanalyse. Oppdragsløsningen skal gi en metodikk – basert på eksisterende forskning – som skal kunne benyttes for alle transportformer.

Denne rapporten representerer fase 1 i Møreforskning og COWIs oppdragsløsning. I denne rapporten går vi gjennom eksisterende teoretisk og empirisk forskning for netto ringvirkninger. Formålet med rapporten er å anbefale om hvilke kilder til netto ringvirkninger som skal beregnes i neste NTP-periode og foreslå, på et overordnet nivå, hvilket rammeverk som burde benyttes i beregningene. I tillegg gir gjennomgangen i denne rapporten en kunnskapsbase i vårt videre arbeid.

Netto ringvirkninger er i dag ikke inkludert i nytte-kostnadsanalysen (NOU 2012:16). De siste årene har det vært økende interesse for slik virkninger. Dette begynte primært i forbindelse med prosjektet Ferjefri E39 – og det har vært gjort en rekke beregninger og gjennomganger av litteraturen siden 2012.

Resultatene og beregningsmetodikken av netto ringvirkninger har imidlertid sprikket betydelig. Dette skyldes både ulike teoretiske tilnærminger og ulike spesifikasjoner av beregningsmodellene. I denne rapporten går vi derfor gjennom det teoretiske grunnlaget for beregningene samt eksisterende beregninger for å forstå konsekvensen av ulike forutsetninger og spesifikasjoner av modellene. Vår gjennomgang av eksisterende teori og empiri gjøres ut fra fire kriterier for beregningene:

1. Baseres på et solid teoretisk fundament, herunder ikke medføre dobbelttelling.
2. Bygge på solid empirisk forskning og være velutprøvd.
3. Enkel, transparent og skal omfatte de viktigste virkningene for beslutningstager.
4. Anvendbar på alle transportformer.

Resten av denne rapporten har følgende struktur: I Kapittel 2 definerer vi netto ringvirkninger og går gjennom noen teoretiske perspektiver. I kapittel 3 går vi gjennom ulike kilder (eksternaliteter) til netto ringvirkninger. Kapittel 4 ser på empiriske resultater når det gjelder netto ringvirkninger. Kapittel 5 går gjennom litteraturen for alle transportformer og diskuterer hvilken metodikk som kan favne alle transportformer. Kapittel 6 presenterer norske beregninger av netto ringvirkninger. Kapittel 7 gir en kortfattet gjennomgang av behandling av netto ringvirkninger i andre land. Kapittel 8 gir en anbefaling av hvilke netto ringvirkninger som, ut fra eksisterende kunnskap, burde inkluderes samt en anbefaling av metodisk rammeverk.

---

## 2 TEORETISKE PERSPEKTIVER PÅ NETTO RINGVIRKNINGER

---

I dette kapitlet går vi nærmere inn på hva netto ringvirkninger er og hvordan slike virkninger begrunnes i ulike teoretiske rammeverk. Først definerer vi begrepet netto ringvirkninger. Dernest går vi gjennom ulike teorier for hvordan slike virkninger kan oppstå.

### 2.1 DEFINISJON AV NETTO RINGVIRKNINGER

I denne rapporten benyttes begrepet netto ringvirkninger. Et begrep som er synonymt med dette er mernytte. Et problem med mernytte-begrepet er at det peker i retning av bare positive virkninger, men det kan også oppstå tilfeller hvor netto ringvirkninger er negative. På engelsk tilsvarer netto ringvirkninger forøvrig wider economic impacts, som begge har en nøytral konnotasjon.

Vi følger her vanlig praksis og omtaler virkninger i forhold til den samfunnsøkonomiske verdien for landet (Norge) som helhet.

Som nevnt ovenfor kommer netto ringvirkninger i tillegg til virkningene som beregnes i en standard nytte-kostnadsanalyse. I dette kapitlet gir vi en nærmere definisjon hva som menes med at virkningene kommer i tillegg. Vi benytter noen hovedresultater fra offentlig økonomi for å oppnå dette. Vi starter med å gi en definisjon av netto ringvirkninger – inspirert av Wangsness m. fl. (2014) – og gir deretter noen nødvendige utdypinger for å forstå denne definisjonen.

**Definisjon: Netto ringvirkninger av transporttiltak**

Netto ringvirkninger av transporttiltak er samfunnsøkonomiske virkninger som kommer i tillegg (fratrekk) til virkningene som oppstår i transportmarkedet. For at slike virkninger skal oppstå må transporttiltaket påvirke omfanget av en markedssvikt i et sekundærmarked.

Med ringvirkninger menes altså virkninger som oppstår utenfor et transporttiltaks primærmarked – altså transportmarkedet. Transportmarkedet er omfattet av alle virkninger for de som benytter infrastrukturen, for eksempel bilister på en veg eller flypassasjerer. Primærmarkedet omfatter altså alle aktører som blir påvirket direkte av tiltaket. Dersom virkningene bare oppstår i transportmarkedet – altså at bare de som bruker transportinfrastrukturen påvirkes – kan en nytte-kostnadsanalyse fange alle relevante virkninger.<sup>1</sup>

Et transporttiltak kan imidlertid også ha effekter i andre markeder. Slike virkninger kan for eksempel være at transportbruk medfører utslipp av klimagasser og dermed påvirker miljøet gjennom global oppvarming. Et annet eksempel er trafikkulykker som har en negativ effekt på liv og helse. Begge disse eksemplene er eksternaliteter av transporttiltaket. Det betyr at det er virkninger som oppstår på grunn av brukerne av transportinfrastrukturen, men disse virkningene påvirker ikke transportbrukernes beslutning om hvor mye (eller lite) de skal bruke

---

<sup>1</sup> I praksis er det imidlertid usannsynlig at bare transportmarkedet blir påvirket.

transportinfrastrukturen. Disse virkningene – som i dette tilfellet er kostnader – kommer i tillegg til virkningene som oppstår direkte i transportmarkedet. En viktig egenskap med disse virkningene er at de kan inkluderes som prissatte effekter i den samfunnsøkonomiske analysen på linje med effekter som oppstår i primærmarkedene. Slike eksternaliteter er i prinsippet håndtert i transportetatens analyseverktøy.

Netto ringvirkninger oppstår dersom transporttiltaket påvirker et sekundærmarked hvor det foreligger en markedssvikt og hvor omfanget av denne markedssvikten påvirkes. Disse virkningene kan ikke beregnes ut fra bruken av transporttiltaket. Eksempler på sekundærmarkeder er arbeidsmarkedet, eiendomsmarkedet og vare- og tjenestemarkedet.

Det er en rekke forskjellige typer markedssvikt. De mest relevant som kilder til netto ringvirkninger er:

- Imperfekt konkurranse
  - Markedsmakt
  - Vridende skatter
  - Informasjonsasymmetri
- Stordriftsfordeler

Det er altså i tilfeller hvor et transporttiltak påvirker graden av imperfeksjon i andre markeder at det oppstår netto ringvirkninger. For eksempel ved at graden av monopoldannelse (markedsmakt) i produktmarkedet kan endres dersom en bedrer tilgjengelighet mellom geografiske områder. Nedenfor går vi nærmere inn på når slike virkninger kan oppstå og hvilke økonomiske mekanismer som forklarer dette fenomenet.

## 2.2 DOBBELTELLING

En forklaring på hvorfor netto ringvirkninger til nå ikke har vært inkludert i nytte-kostnadsanalyse rammeverket er at de er krevende å beregne siden de ikke manifesteres direkte i transportmarkedet. En annen forklaring er at det er stor fare for dobbelttelling når slike effekter skal inkluderes i analysen.

Oftest vil det bety å telle virkningene to ganger – dobbelttelling – dersom en inkluderer virkninger som oppstår i sekundærmarkeder. Som forklart ovenfor, er det bare når sekundærmarkedet er preget av en markedssvikt, som i tillegg blir påvirket, at virkninger i sekundærmarkeder representerer realøkonomiske virkninger. I mange tilfeller vil imidlertid ringvirkningene i de ulike markedene summere seg til null og nettovirkningen vil være null. For eksempel kan et transporttiltak gjøre et område mer attraktivt og øke sysselsettingen ved tilflytting fra et annet område. Vi antar her at det samlede arbeidstilbudet ikke påvirkes. Denne sysselsettingsveksten har en økonomisk verdi i område det oppstår, men denne vil vanligvis motsvares med en økonomisk virkning – med motsatt fortegn – i området som opplever fraflytting.<sup>2</sup> Nettovirkningen blir derfor null.

---

<sup>2</sup> Her kreves det egentlig at grensenytten av inntektsendringen er den samme.

Et annet eksempel er når eiendomspriser påvirkes av bedret tilgjengelighet. For eksempel øker ofte boligpriser kraftig på øyer nær byområder. Som hovedregel skal heller ikke denne økningen telles som en tilleggsgevinst. De økte eiendomsprisene kommer ofte av at øya blir inkludert i arbeidsmarkedet til byområdet og mye av trafikken på veggen er derfor knyttet til arbeidsrelaterte reiser. I så måte vil prisøkningen på boligen kun avspeile trafikantnyttene for disse pendlingsreisene. Denne virkningen er derfor – i prinsippet – ikke en tilleggsvirkning. I praksis er dette imidlertid en utelatt effekt ved dagens beregningsmetodikk, siden det forutsettes i transportmodellen at bostedsvalg ikke endres.

### 2.3 HISTORISK BAKGRUNN

Idéen at transporttiltak gir effekter utover det som fanges i en standard nytte kostnadsanalyse er langt fra ny. Imidlertid er begrepene netto ringvirkning, mernytte og den engelske versjonen wider economic impacts, relativt nye. For eksempel ble det diskutert virkninger, som i dag omtales som netto ringvirkninger, i NOU 1997:27. I 1997 var hovedfokuset på pekuniære virkninger, altså virkninger av at transportforbedringer reduserte kostnader for bedrifter gjennom stordriftsfordeler via fallende enhetskostnader. I senere år har oppmerksomheten vært rettet mer mot gevinster via rene produktivitetseffekter. Begrepet 'wider economic benefits' ble for øvrig introdusert en gang på midten av nittitallet – og muligens er den første bruken av begrepet Vickerman (1994).<sup>3</sup>

Interessen for det økonomiske bidraget fra transportinfrastruktur spores ofte tilbake til Aschauer (1989). Starten på denne interessen går imidlertid hele tilbake til Fogel (1963) som i banebrytende bidrag analyserer effekten av byggingen av jernbanen i USA på 1800-tallet. I to artikler (Aschauer, 1989; Aschauer, 1990) forsøkte David Aschauer å vise at manglende investeringer i infrastruktur var en av hovedforklaringene på den fallende veksten i amerikansk økonomi på 1960- og 1970-tallet. Spesielt er Aschauer kjent for resultatet som tilsa at en prosentvis investering i kjerne-infrastruktur økte brutto nasjonalprodukt (BNP) med 0,24 prosent. I ettertid har det imidlertid vist seg at disse anslagene var alt for høye, i hovedsak på grunn av svakheter i de økonometriske beregningene.<sup>4</sup> Den mest substansielle kritikken – riktignok teoretisk fundert – fremføres i Gramlich (1994) som viser at Aschauers estimater impliserer en avkastning av infrastrukturinvesteringer som er så høy at investeringen inntjenes på mindre enn ett år. En så høy avkastning virker lite sannsynlig. Nylige studier som oppsummerer denne litteraturen viser at det lite som tyder på at infrastrukturinvesteringer bidrar spesielt mye mer til økonomisk vekst enn avkastningen ved alternative ressursbruk (Melo m. fl., 2013; Holmgren og Merkel, 2017).

---

<sup>3</sup> Bidraget til Roger Vickerman, som tar for seg virkninger av tunnelen under den engelske kanal mellom England og Frankrike, er identifisert med et søk på scholar.google.com med søkefrasen «wider economic impacts». Alle treff med dette søket som er publisert tidligere tilhører helt andre fagtradisjoner.

<sup>4</sup> Litteraturen tar for seg en rekke problemer: Årsakssammenhengen mellom produktivitet og infrastrukturinvesteringer går i begge retninger (se Finn, 1993 for en tidlig håndtering av dette problemet), avkastningen av infrastrukturinvesteringer varierer over tid (Fernald, 1999), det kan være uobserverbare effekter som krever bruk av paneldata-økonometri (Boarnet, 1998; Baltagi og Pinnoi, 1995) og tidsserieegenskaper ved dataene kan føre til spuriøse sammenhenger (Pereira, 2000).

Til tross for den betydelige forskningsinnsatsen på å studere sammenhengen mellom aggregert produktivitet og infrastruktur investeringer/kapital har dette gitt lite bidrag til innsikt i hvorvidt det tradisjonelle nytte-kostnadsverktøyet undervurderer samfunnsnyttene av prosjekter. Det er flere årsaker til dette. For det første gir denne tilnærmingen liten innsikt i hvilke mekanismer som gjør at transportinfrastruktur påvirker økonomisk vekst. For det andre er effektene fortsatt usikre. Og for det tredje, er det uklart hvordan slike aggregerte effekter – som ofte estimert på nasjonsnivå – skal implementeres i en nytte-kostnadsanalyse som i hovedsak gir regionale virkninger og som ikke minst analyserer tiltak på prosjektnivå.

Frem til slutten av 1990-tallet var oppfatningen blant økonomer at lønnsomheten av infrastrukturinvesteringer best fanges opp i en tradisjonell nytte-kostnadsanalyse, uten tillegg for netto ringvirkninger. Dette har endret seg de siste årene og en rekke andre land har nå inkludert tilleggsvirkninger (netto ringvirkninger) i nytte-kostnadsanalysen.

---

### 3 ULIKE KILDER TIL NETTO RINGVIRKNINGER<sup>5</sup>

---

Ulike teoretiske rammeverk kan brukes til å identifisere kilder til netto ringvirkninger. Med kilde mener vi her hvilken eksternalitet eller markedssvikt i sekundærmarkedet, som påvirkes av transportforbedringen.

Vi går bare gjennom godt etablerte virkninger og ser bort fra enkelte av virkningene som presenteres i gjennomgangen av en rekke lands praksis av netto ringvirkninger fra Wangsness m. fl. (2014). Vi ser også bort fra rammeverket som presenteres i Sasson m. fl. (2014); Norkvelde og Reve (2013), som bygger på arbeidet til Porter (1990). Årsaken til dette er at dette arbeidet ikke trekker opp noe tydelig skille mellom virkninger som er inkludert i en standard nytte kostnadsanalyse og eventuelle virkninger ut over dette.

#### 3.1 AGGLOMERASJONGEVINSTER

Agglomerasjonsgevinster er stordriftsfordelene på by- eller arbeidsmarkedsnivå.<sup>6</sup> Agglomerasjonsgevinster forklarer hvorfor folk og bedrifter velger å «klynge» seg sammen i byer, og hvorfor produktiviteten øker med by-størrelsen. Ordet «agglomerasjon» fortjener en kommentar siden det er en direkte oversettelse av det engelske ordet «agglomeration». Agglomeration betyr en opphopning eller sammenklynging, men, dessverre, har det ikke blitt innført noe fullgodt norsk ord. Ordet klynge er på norsk tett knyttet opp mot «næringsklynge», og det vil fort føre til misforståelser å bruke dette begrepet. Et forslag kan være «nærhetsgevinster» eller «tetthetsgevinster», men i denne rapporten holder vi oss imidlertid til

---

<sup>5</sup> Dette kapitlet baseres i stor grad på Hagen m. fl. (2014), Vista analyse (2016b) og Wangsness m. fl. (2014).

<sup>6</sup> Vi omtaler her agglomerasjonsgevinster som produktivetsgevinster som igjen er teknologiske gevinster. Pekuniære gevinster er også en agglomerasjonsgevinst, men disse er knyttet til kostnadsreduksjoner gjennom stordriftsfordeler og fallende enhetskostnader.

agglomerasjonsgevinster. En viktig egenskap med slike virkninger er at de kan forekomme selv om det antas fullkommen konkurranse mellom bedriftene. Markedssvikten er altså på bynivå og ikke på bedrifts- eller bransjenivå.

### **3.2.1 DELING – LÆRING – MATCHING**

Duranton og Puga (2004) introduserte tredeling deling—læring—matching for å beskrive mekanismene som gir opphav til agglomerasjonsgevinster:<sup>7</sup>

*Deling:* Kortere avstander eller reisetider bidrar til å forstørre markedene for varer, tjenester og arbeidskraft. Et større marked gir i sin tur skalafordeler og rom for et bredere tilbud av innsatsfaktorer for bedriftene, i form av varer, tjenester, arbeidskraft og offentlige goder. Skalafordelene går både på det enkelte foretaks størrelse (scale), og på økt variasjon i tilbudet av varer og tjenester (scope).

*Læring:* Nærhet bidrar til uformell og formell kontakt som gir en raskere og bedre utveksling av kompetanse og ressurser enn det som oppstår gjennom ordinære stedsuavhengige markedstransaksjoner. Kostnadene ved overføring og tilpasning av kompetanse og teknologi blir dermed lavere, samtidig som insentivene til kompetanseutvikling øker. Områder med høy tetthet vil tiltrekke seg bedrifter i en etableringsfase, som ofte har en høy innovasjonstakt og stort behov for kompetanseutveksling.

*Matching:* På småsteder blir mange arbeidstakere innelåst i stillinger som ikke er tilpasset deres kompetanse, samtidig som bedrifter har begrenset tilgang til spesialisert kompetanse. I et større arbeidsmarked øker sannsynlighet for at arbeidstakerne kan finne arbeidsplasser som er bedre tilpasset kompetansen. Bedre matching mellom arbeidskraft og bedrifter/foretak bidrar til økt produktivitet.

### **3.2.2 FRA TRANSPORT TIL AGGLOMERASJONGEVINSTER**

Utgangspunktet for agglomerasjonsgevinster er, som nevnt, å forstå hvorfor bedrifter og personer velger å klynge seg sammen i byer og hvorfor produktiviteten ser ut til å være økende i by-størrelsen. Det er imidlertid ingen direkte kobling mellom slike gevinster og transportforbedringer.

Venables (2007) gir et viktig bidrag for å etablere den teoretiske sammenhengen mellom transportforbedringer og netto ringvirkninger. I denne modellen vises det hvordan reduserte

---

<sup>7</sup> En annen inndeling fokuserer på fordeler bedrifter i samme eller relaterte næringer har av å være lokalisert i nærheten av hverandre. Her er det altså klyngefordelen næringsspesifikk. Denne forklaringsmodellen har røtter helt tilbake til Alfred Marshalls forklaring av eksistensen av næringsklynger på slutten av 1800-tallet. Helt konkret oppstår den eksterne virkningen ved at en enkeltbedrift i sin egen lokaliseringsbeslutning ikke tar inn over seg at den øker klyngefordelen for alle bedriftene i klyngen. Det er imidlertid litt uklart hvordan transportforbedringer bidrar til å øke klyngegevinstene, men det er rimelig å se for seg enkeltsituasjoner hvor utstrekningen av klyngen kan øke dersom reisetid innad i regionen reduseres.



reisekostnader kan øke arbeidsmarkedstørrelsen gjennom økt pendling, og til slutt lede til høyere produktivitet og netto ringvirkninger.

I modellen antas det at lønningene er høyere i en storby enn i området rundt og at lønnsnivået (produktiviteten) øker med arbeidsmarkedstørrelsen – årsaken til denne sammenhengen er agglomerasjonsgevinster. Arbeidsplassene som ligger utenfor byen, antas å være uten agglomerasjonsgevinster (vi kan for enkelthets skyld se for oss landbruksareal, fiske eller rene distribusjonssentre). Det antas også at ingen bor i byen men bor, jevnt fordelt, langs en vei som leder inn til byen. Alle arbeiderne kan velge å jobbe der de bor eller å pendle inn til storbyen. Det er derfor en gevinst å pendle inn til storbyen. Men pendling er forbundet med en kostnad, som øker med avstanden fra storbyen. Antall pendlere bestemmes ved at alle som har en pendlingskostnad lavere enn lønnspremien av å jobbe i byen velger å pendle. Hvis pendlingskostnadene reduseres øker pendlingen, siden pendlingsgevinsten overstiger pendlingskostnaden for flere. Dermed øker størrelsen på det funksjonelle arbeidsmarkedet.

Figur 1 viser en grafisk representasjon av modellen. Den rette linjen viser pendlingskostnaden, som forutsettes å øke proporsjonalt med avstanden til storbyen (CBD). Kurven med krumming viser lønnspremien (produktiviteten) i storbyen. Siden premien øker med antall sysselsatte i storbyen betyr at vi antar agglomerasjonsgevinster – altså at produktiviteten øker når arbeidsmarkedet i storbyen øker. Brattheten til denne kurven viser hvor sterk agglomerasjonseffektene virker. En bratt kurve betyr at agglomerasjonseffektene er store.

I utgangspunktet er størrelsen på arbeidsmarkedet gitt ved  $N$ . For denne størrelsen på arbeidsmarkedet er lønnspremien akkurat lik pendlingskostnaden for pendleren som bor i randen av arbeidsmarkedet. Arbeideren som bor i randen er derfor indifferent mellom å pendle inn til byen eller å jobbe der hun bor.

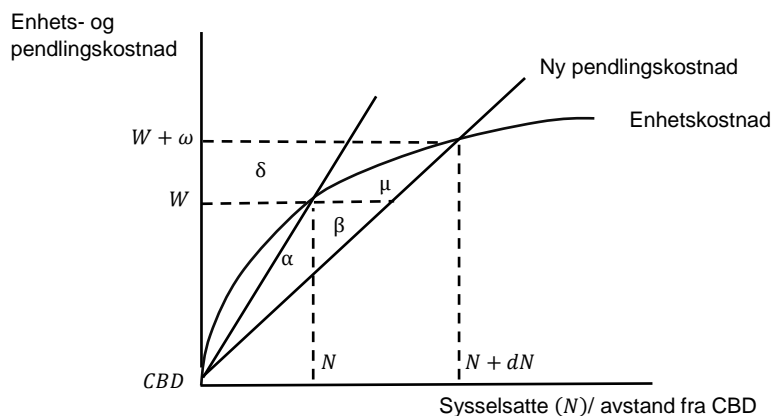
Hvis vi nå legger til grunn en transportforbedring reduseres pendlingskostnaden. Dette illustreres med en høyredreining av pendlingsfunksjonen.

For å analysere effekten la oss først anta lønnsnivået ikke avhenger av størrelsen på arbeidsmarkedet. Hvis vi legger til grunn at lønnspremien ikke øker med størrelsen på arbeidsmarkedet – altså fravær av agglomerasjonsgevinster – blir gevinsten av transportforbedringen  $\alpha + \beta$ . Det første elementet,  $\alpha$ , er gevinsten for eksisterende pendlere ved at pendlingskostnaden reduseres, mens  $\beta$  er gevinsten for de som velger å pendle etter transportforbedringen, gitt at lønnspremien holdes fast.<sup>8</sup> Disse effektene tilsvarer effektene i en standard beregning av nytte i transportmarkedet.

Hvis vi legger agglomerasjonsgevinster til grunn, får vi i tilleggsggevinstene  $\mu$  og  $\delta$ . Den første gevinsten er tilleggseffekten fra økt pendling på grunn av agglomerasjonsgevinstene.

---

<sup>8</sup> Egentlig tilfaller denne gevinsten eierne av boligene i modellen. Dette følger av at alle bor flatt fordelt (teknisk sett fordelt etter en uniform fordeling) langs veien og det blir ingen endring i hvor tett bor i modellen. For at denne betingelsen skal holde i likevekt – hvor ingen angrer på siden bosted- og arbeidsstedsbeslutning – øker boligprisene akkurat like mye som endringen i pendlingskostnader.



**Figur 1 Agglomerasjonsgevinster av transportforbedringer. Kilde: Venables (2007)**

Netto ringvirkningen av transportforbedringen er gitt ved området  $\delta$ . Dette området tilsvarer produktivitetsøkningen for hele arbeidsmarkedet som følge av transportutbedringen. Denne effekten skiller seg fra de andre virkningene. De andre virkningene representerer gevinster i form av endrede pendlingskostnader og flere pendlere, og kan relateres direkte til de som endrer sin reiseadferd. Slike effekter kan fanges opp i en velspesifisert nytte-kostnadsanalyse. Riktignok inkluderes ikke  $\mu$  i en standard beregning siden lønnsnivå (produktivitet) holdes fast i transportmodellene. Netto ringvirkningen er imidlertid ikke direkte synlig ut fra antall pendlere eller endringer i reisekostnader. Den er derfor ikke mulig å fange opp i en standard nytte-kostnadsanalyse. Et annet skille er at denne virkningen kommer fra en markedssvikt. Det kommer av at de som velger å pendle som følge av transportforbedringen gjør dette av egeninteresse, men de bidrar samtidig til å øke arbeidsmarkedet og dermed produktiviteten. De tar imidlertid ikke denne produktivitetsøkningen i sin beslutning om å pendle. De kan også skape køer og miljøbetingede eksternaliteter, men disse er i prinsippet håndtert i dagens analyseopplegg og ligger utenfor rammen av dette arbeidet. Men indirekte har særlig køer interesse fordi kødannelse vil redusere avstandsfordelene ved en infrastrukturforbedring og derigjennom eventuell mernytte. Slik flaskehalsproblematikk er et stykke på vei håndtert gjennom de tidsdifferensierte transportmodellene og uttrekk av generaliserte kostnader derfra.

### 3.2.3 IMPLEMENTERING I EMPIRISKE ANALYSER

Etter hva vi vet er en av de aller først kvantitative forsøkene på å knytte agglomerasjonsgevinster til transportforbedringer Graham (2000). Etter vår forståelse var det på begynnelsen av 2000-tallet uvanlig å knytte agglomerasjonsvirkninger og transport sammen, siden dette egentlig betyr at agglomerasjonsvirkningen virker på avstand. Følgende sitat viser dette tydelig:

*«This interpretation raises the related question of whether agglomeration economies, or specifically urbanization effects, can be enjoyed at a distance. If a manufacturing firm, or part of a firm, decentralizes outside an urban area, can it still enjoy the economies that arise through proximity to large population centers...» (Graham, 2000 s. 324)*

Et sentralt senere bidrag er Graham (2007) som benytter effektiv (sysselsettings) tetthet som et mål på økonomisk konsentrasjon. I artikkelen estimeres forskjeller i produktivitet mellom britiske bedrifter som følger av forskjeller i effektiv tetthet. Tetthetsmålet kan deles i to elementer: Først bidraget fra området (sonen) hvor hver bedrift er lokalisert. Dette er gitt ved antall sysselsatte i sonen i forhold til størrelsen på sonen (målt ved sonens radius). Det andre bidraget er en vektet sum av sysselsatte i omkringliggende soner. Disse blir vektet etter avstanden til sonene med avtagende vektorer når avstanden øker.

Selv om det blir benyttet distanse i estimeringen av modellen, kan denne modellen benyttes til å regne på agglomerasjonsvirkninger ved at distansen endres – eller alternativt, ved å bytte ut distanse med reisetid kan en også beregne effekter av reisetidsendringer (vi går grundig gjennom estimeringsresultater og relaterte arbeider i kapittel 4).

### **3.4 ARBEIDSMARKEDSEFFEKTER**

Transportforbedringer kan også gi virkninger fra økte skatteinntekter gjennom virkninger i arbeidsmarkedet. I dette tilfellet er den relevante markedssvikten forekomsten av vridende skatter i arbeidsmarkedet. Vi tar for oss virkninger gjennom økt arbeidstilbud, flytting av jobber til mer produktive området og redusert arbeidsledighet.

#### **3.4.1 VIRKNINGER FRA ØKT ARBEIDSTILBUD**

Arbeidstilbudet kan øke etter en transportforbedring dersom flere personer velger å jobbe eller ved at person som allerede jobber velger å jobbe mer. Gevinst følger av at arbeidstagerne tilpasser arbeidstilbudet basert på lønn etter skatt, mens den samfunnsøkonomiske verdien av arbeidet er gitt ved verdien av den økte produksjonen.

Nettogeinsten realiseres i arbeidsmarkedet og innkasseres av Staten i form av økt lønnsrelatert skatt på arbeidstaker- og arbeidsgiversiden. Hvis vi legger til grunn maksimal marginal skattesats på arbeidsinntekt (47,8%) og høyeste sats for arbeidsgiveravgift (14,1%) får vi en gevinst på 61,9% pr lønnskroner før skatt. Under forutsetning av at lønssatsen ikke endrer seg som følge av økningen i arbeidstilbudet, vil den samfunnsøkonomiske nettoverdier av ringvirkningen i arbeidsmarkedet utgjøre 61,9 % av den økte lønnsinntekten. I tillegg ville dette gi en effektivitetsgevinst på 0,2 pr krone økt netto skatteinnang.

Den mest usikre størrelsen er hvor mye arbeidstilbudet øker som følge av en transportforbedring – dette kommer vi tilbake til i kapittel 4. I tillegg kommer det et praktisk spørsmål om hvordan en skal regne ut reduksjonen i arbeidstid. Det er ikke snakk om faktiske endringer i arbeidstid, men snarere reduksjoner i den effektive arbeidstiden hvor vi inkluderer tiden som brukes på å reise fra hjemsted til arbeidssted (dvs. pendling). Dette reiser også et empirisk spørsmål om hvorvidt enkelte transportmidler gjør det mulig å jobbe underveis og der en innkorting av reisetiden ikke nødvendigvis får «full» effekt.

Det er også mulig å se for seg endringer ved at nye arbeidstagerer kommer utenfra arbeidsstyrken, for eksempel hjemmевærende kvinner, eller fra arbeidsløshet (dette kalles i denne sammenhengen ofte for den ekstensive marginen). Dette er mulig dersom reduserte

reisekostnader til en *potensiell* arbeidsplass gjør at den potensielle lønnsinntekten gjør at personer finner det regningsvarende å jobbe fremfor å alternativet.

Det to ulike måter å se på dette spørsmålet på. Enten at en skal inkludere virkningen på arbeidstilbudet som følge av lønnsøkningen som følger av økt produktivitet. I så måte er dreier analysen seg i hovedsak om å velge riktig arbeidstilbudselastisitet. En annen tilnærming er å se på arbeidere som pendler på en gitt strekning og relatere endringen i arbeidstilbudet til økt pendling.

### **3.4.2 RELOKALISERING AV ARBEID TIL MER PRODUKTIVE OMRÅDER**

Et infrastrukturprosjekt som reduserer pendlerkostnader, kan gjøre det lønnsomt for arbeidstagere å bytte til en bedre betalt jobb som før innebar for høye transportkostnader. Dette vil være en del av brukernytten, mens nettoøkningen i skatteinnang ved at arbeidstagere bytter til mer produktive arbeidssteder er en netto ringvirkning.

Relokaliseringer av arbeidsplasser har imidlertid en runde-to virkning via endret tetthet. Denne kan være både positiv og negativ. Tettheten vil øke dersom arbeidsplasser flyttes fra steder med lav tetthet (konsentrasjon av økonomisk aktivitet) til steder med høyere tetthet. Det er imidlertid også mulig å se for seg det omvendte ved at arbeidsplasser flyttes til steder med lavere tetthet. En skal i slike analyser ha et blikk på den kontrafaktiske situasjonen. En kan se for seg at bedre infrastruktur også kan *redusere* tetthet ved at arbeidsplasser og bosetting spres. Her gir ikke teorien noen klare konklusjoner, fordi utviklingen vil avhenge av skalaegenskapene i de økonomiske systemene som kobles sammen.

### **3.4.3 VIRKNINGER FRA REDUSERT ARBEIDSLEDIGHET**

Transportprosjekter kan også påvirke arbeidsledighet. Vi skiller her mellom kostnadsbestemt (klassisk) og etterspørselsbestemt (keynesiansk).

Transportprosjekt kan påvirke kostnadsbestemt arbeidsledighet ved å øke etterspørsel etter arbeidskraft gjennom å redusere transportutgifter for bedrifter og (eller) gjennom en lettere tilgang til et større marked for bedriftens produksjon.

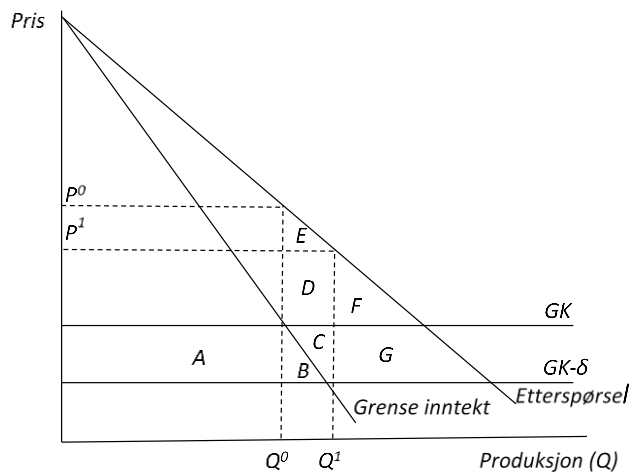
Etterspørselsbestemt arbeidsledighet kan påvirkes på kort sikt. For eksempel kan en ved en situasjon med høy arbeidsledighet få at store transportprosjekter øker den samlede etterspørselen i økonomien, og øker etterspørselen etter arbeidskraft og reduserer arbeidsledigheten. Arbeidsledigheten i Norge er imidlertid – med unntak av noen få konjunkturedganger – for lav til at dette skal kunne gi en betydelig virkning. Slike virkninger krever også at aktørene i økonomien ikke gjennomskuer at en økning i ressursbruken i dag, brukt på infrastruktur, betyr økte skatter i fremtiden. Slike sysselsettingsvirkninger fanges normalt opp i en tradisjonell kryssløpsanalyse, som beregner brutto ringvirkninger.

### 3.5 IMPERFEKT KONKURRANSE

Under imperfekt konkurranse avviker den marginale verdsetting av et gode fra marginalkostnaden i produksjonen. Dette gir, ifølge standard velferdsteori, et effektivitetstap (dødvectstap).

#### 3.5.1 ØKT PRODUKSJON I MARKEDER MED IMPERFEKT KONKURRANSE

Høye transportkostnader kan redusere konkurranse mellom bedrifter ved at de blir stedlige monopoler. I en slik situasjon vil bedriftene utnytte sin markedsrett og sette prisen over grensekostnaden i produksjonen. Produksjon blir dermed lavere enn optimalt. Dersom et transportprosjekt reduserer monopolistens transportkostnader vil monopolisten respondere med å produsere mer og redusere prisene. Denne endringen i monopolmakt skaper netto ringvirkninger.



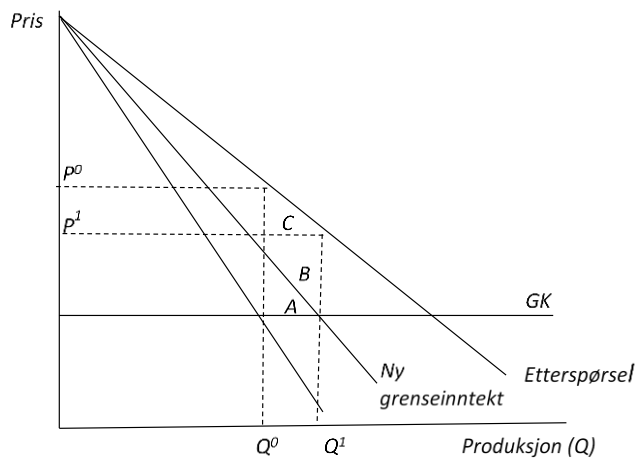
**Figur 2 Verdsetting av økt produksjon med imperfekt konkurranse**

Figur 2 Figur 2 Verdsetting av økt produksjon med imperfekt konkurranse viser hvordan reduserte transportkostnader for en monopolist kan gi netto ringvirkning fra økt produksjon. I utgangspunktet er produksjonen gitt ved  $Q^0$ . I henhold til standard monopoltilpasning bestemmes denne ved en tilpasning hvor prisen settes slik at grenseinntekt er lik grensekostnad ( $GK$ ). Dersom transportforbedring reduserer monopolistens grensekostnad svarer den med å øke produksjonen til  $Q^1$ , og redusere prisen til  $P^1$ . Økningen i samfunnsøkonomisk overskudd er lik  $A+B+C+D+E$ . Området A og B fanges opp i en velspesifisert nytte-kostnadsanalyse. Området C, D og E fanges imidlertid ikke opp i en vanlig nytte-kostnadsanalyse. Mer at her endres ikke nødvendigvis omfanget av markedssviktet - målt med dødvectstapet. Opprinnelig er dødvectstapet gitt ved  $E+D+F$ , men etter kostnadsreduksjonen blir dødvectstapet  $F+G$ . Størrelsen på dødvectstapet er altså tilnærmet uendret.

### 3.5.2 ØKT KONKURRANSE

Dersom transportforbedringer øker konkurransen mellom bedrifter – gjennom å redusere monopolmakten – oppstår den samme typen virkninger som via økt produksjon. Et typisk tilfelle her er at bedret transportinfrastruktur reduserer etableringshindre, eksempelvis ved at markedspotensialet for bedrifter øker geografisk ved reduserte transportkostnader ved frakt av varer.

Figur 3 viser et eksempel hvor forskjellen mellom etterspørsel og grenseinntekt reduseres ved økt konkurranse. Vi kan tenke på dette som å gå fra en monopolsituasjon til en duopolsituasjon. Resultatet blir det samme som overfor med økt produksjon og lavere priser – altså en reduksjon i dødvektstapet. Netto ringvirkningen er dermed gitt ved  $A+B+C$ .



Figur 3 Verdsetting av økt konkurranse

### 3.6 MER EFFEKTIV AREALREGULERING

Wangsness m. fl. (2014) viser hvordan mindre ineffektiv arealplanlegging kan gi netto ringvirkninger. Kilden til ringvirkninger er at regulering og beskatning (subsidiert) av eiendom gir ineffektiv arealbruk. En transportforbedring kan endre preferanser for areal og kan – isolert sett – både øke og redusere dødvektstapet av reguleringer og beskatning. I tillegg kan regulering selv også påvirkes av en transportforbedring. Denne samspillseffekten kan også gå i begge retninger. Det empiriske grunnlaget for slike virkninger er imidlertid tynt og databehovet er stort (Wangsness m. fl., 2014).

---

## 4 GJENNOMGANG AV EMPIRISK FORSKNING

---

### 4.1 TETTHETSMODELLER

Vi ser først på såkalte tetthetsmodeller. Som nevnt ovenfor brukes slike modeller for å beregne produktivitetsvirkninger av økt konsentrasjon av folk og bedrifter – agglomerasjonsgevinster. Tetthetsmodeller kan oppsummeres ved to sammenhenger:

$$Tetthet_i = N_i/c_{ii} + \sum_{j \neq i} N_j/c_{ij} \quad (1)$$

$$\log(Y_i) = \beta + \delta \log(Tetthet_i) \quad (2)$$

hvor område benevnes med fotskrift  $i$ ,  $Tetthet_i$  er effektiv sysselsettingstetthet,  $N_i$  er sysselsatte i område  $i$ ,  $c_{ij}$  er avstandskostnader mellom  $i$  og  $j$ ,  $Y_i$  er produktivetsnivået, mens greske bokstaver er parametere.

I (1) defineres tettheten i område  $i$ . Et område er typisk en kommune, delområde eller grunnkrets. Vi ser at tettheten bestemmes av to ledd. Det første er sysselsettingstettheten i eget område (intern-tetthet), hvor  $i = j$ . Det andre leddet gir bidraget fra alle omkringliggende områder som hver og en vektet invers med avstandskostnaden  $c_{ij}$ . Her øker altså interaksjonskostnaden inverst med avstandskostnaden.

Det finnes flere mål på avstandskostnader. Som mål på  $c_{ij}$  er det blitt brukt både avstander (km), reisetider (timer eller minutter) og generaliserte reisekostnader. Det presumptivt beste avstandsmålet er generaliserte reisekostnader, siden det inkluderer både tids- og avstandskostnader, herunder i prinsippet køkostnader og transportmidlenes ulike egenskaper når det gjelder mulighet for å jobbe underveis.

Tolkningen av tetthetsfunksjon avhenger av hvordan vektene beregnes. Dersom vekten avhenger av reisetid mellom områdene så kan vi tolke tettheten som antall sysselsatte per tidsenhet.

Tettheten avhenger av hvor raskt interaksjoner faller med avstandskostnaden - vi benevner dette *avstandsforvitring*. I spesifikasjonen i (1) bestemmes avstandsforvitringen av en invers sammenheng. Det er imidlertid flere mulige valg av denne funksjonsformen  $\omega(c_{ij})$ . De vanligste avstandsforvitningsfunksjonene er å bruke invers og eksponentiell:

Invers: 
$$\omega_{ij} = c_{ij}^{-\alpha_1}$$

Eksponentiell: 
$$\omega_{ij} = \exp(-\alpha_2 c_{ij})$$

Den første funksjonsformen  $c_{ij}^{-\alpha}$  – er en generalisering av funksjonen i (1) – hvor vi har lagt til  $\alpha_1$ , som kalles avstandsfølsomhetsparameteren. Denne parameteren bestemmer hvor raskt

agglomerasjonseffekten reduseres (forvitrer) i avstandskostnaden. En annen mulig funksjonsform er eksponentiell vekting  $\exp(-\alpha_2 c_{ij})$ .<sup>9</sup> Vi kommer tilbake til i kapittel 4.4 om konsekvensene av ulike vekter og type funksjonsform.

Den andre sammenhengen (2) angir hvordan tetthet påvirker produktivitet. Her viser vi en stilisert modell hvor produktivitet mellom områdene bare avhenger av grad av tetthet. Parameteren  $\delta$  benevnes *agglomerasjonselastisiteten*. Denne angir den prosentvise produktivitetseffekten når tettheten øker med 1 prosent.

Det er altså flere valg som må gjøres før tetthetsmodell kan benyttes i en beregning. Dette gjelder: funksjonsform for avstandsforvitring og tetthetselastisitet. Nedenfor går vi nærmere inn på hva forskningslitteraturen sier om disse valgene.

#### 4.1.1 TALLFESTING AV AGGLOMERASJONSELASTISITETEN

Det er gjort mye økonometrisk forskning for å estimere sammenhengen mellom produktivitet og by-størrelse. Resultatene spriker, men – samlet sett – tyder forskningen på en positiv sammenheng mellom produktivitet og by-størrelse. Årsaken til de sprikende resultatene kan være at virkningen er veldig kontekstspesifikke (Melo m. fl., 2009), i så fall har tall estimert fra andre land liten overføringsverdi til norske forhold. Det imidlertid også mulig at årsaken er varierende kvalitet i de empiriske studiene. I denne gjennomgangen av litteraturen forsøker vi derfor å skille mellom disse to forklaringene.

Vanskelighet i å tallfeste agglomerasjonselastisiteten er å klare å skille mellom personeffekter og stedeffekter (SERC, 2009). Observasjoner av for eksempel lønnsnivået i en by inkluderer begge effektene. For eksempel er det sånn at i store byer har mange høy utdanning og jobber i godt betalte næringer. Hvis vi sammenligner lønnsnivået mellom byer av ulik størrelse inkluderes begge effektene i forskjellen. Det er imidlertid bare stedeffekten som representerer agglomerasjonsvirkningen. I tillegg kan det være andre effekter enn agglomerasjonsgevinster som forklarer hvorfor lønnsnivået er høyt i storbyer. Å tallfeste agglomerasjonselastisiteten er altså krevende.

Tabell 1 viser vi en oversikt over de mest relevante studiene for å anslå agglomerasjonselastisiteten på norske forhold i en transportsammenheng. De to første studiene i tabellen (Rosenthal og Strange, 2004; Melo m. fl., 2009) er oversiktsstudier og inkluderer en rekke bidrag. Bidraget fra Rosenthal og Strange (2004) tyder på at elastisiteten ligger i området 0,05–0,11. En senere studie – hvor vi bare inkluderer bidrag som bruker ulike tetthetsfunksjoner som forklaringsvariabel – tyder imidlertid på 0,03, altså litt lavere<sup>10</sup>. Det har imidlertid vært en vesentlig bedring i økonometriske metoder etter at de fleste av disse studiene ble publisert og tilgangen til detaljerte data har også økt kraftig. Vi går derfor nærmere gjennom nyere bidrag samt forskning på norske forhold.

---

<sup>9</sup> For en grundigere gjennomgang av ulike avstandsforvitringfunksjoner se Graham m. fl. (2009).

<sup>10</sup> En meta-studie av Holmgren og Merkel (2017) indikerer at de mest robuste studiene har en elastisitet som ligger nær null.



Hvis vi fokuserer på de mest relevante bidragene, og ser bort fra ulikhet mellom næringer, ligger agglomerasjonselastisiteten – med bare ett unntak – mellom 0.01 og 0.04. Det er imidlertid variasjon i om studiene bruker variabler hvor reisetid (eller avstand) inngår, om de er fra en kontekst som ligner på den norske og om analysen bruker en overbevisende strategi (identifikasjonsstrategi) for å tallfeste effekten.

De viktigste bidragene som benytter effektiv tetthet er Graham m fl. (2009), SERC (2009), Sanchis-Guarner (2014), Gibbons m. fl. (2012), Gibbons m. fl. (2012), Dehlin m. fl. (2012), Isacson m. fl. (2015) og Tveter (2018b). Til tross for at det er forskjell i enheter benyttet i analysen (bedrifter eller personer), om dataene er norske, svensk eller britiske er ikke variasjonen veldig stor. Det høyeste estimatet finner SERC (2009) på 0,07, men variasjonene i estimatene er fra 0,01 til 0,07. De andre finner elastisiteter mellom 0,01 og 0,04. Det eneste bidraget som skiller mellom ulike næringer er Graham m. fl. (2009). Her dokumenteres det høyest effekt for forretningsmessig tjenesteyting, men som gjennomsnitt er effekten på 0,03. I en senere studie fremkommer det imidlertid at disse estimatene er høyst usikre (Graham og Van Dender, 2011).

Resultatene fra Graham mfl. (2009) benyttes i britiske beregninger samt av Vista analyse. Den bakenforliggende estimeringen ser på effekter over ulike avstander, men ikke over 75 kilometer. Denne studien har derfor relativt lite overføringsverdi for nærhetsgevinster som langt overstiger 1 time i reisetid.

En måte å vurdere bidragene på er hvorvidt de bruker en overbevisende empirisk strategi for å løse de empiriske utfordringene. Litteraturen viser at det er tre empiriske utfordringer som må løses for å unngå skjevhet i estimatene:

1. Utelatt-variabel skjevhet: Dette oppstår hvis forhold som påvirker produktiviteten og som samvarierer med tetthet er utelatt fra analysen.
2. Endogenitetsskjevhet: Årsakskjeden kan gå begge veier – både fra produktivitet til tetthet og fra tetthet til produktivitet.
3. Seleksjonsskjevhet: Hvilke områder som får transportforbedringer kan samvariere med underliggende produktivitsvekst.

For å unngå disse tre problemene burde en ha tilgang til et stort datasett over tid (panel-data analyse) hvor tetthet endres som følge av en transportforbedring som blir allokert tilfeldig.

**Tabell 1 Oversikt over estimerte agglomerasjonselastisiteter**

Studie	Enhet i analyse	Identifikasjonsstrategi	Distanse mål	Tetthetsmål	Elastisitet
Rosenthal og Strange (2004)	Oversikts-artikkel	Forskjellig	Forskjellig	Forskjellig	0,05–0,11
Melo m. fl. (2009)	Meta analyse	Forskjellig	Forskjellig	Ulike tetthetsvariabler	0,03 (snitt)
Combes m. fl. (2008)	Franske arbeidere	Flytting mellom byer av ulik størrelse	Ingen	Sysselsettingstetthet	0,02–0,04
Graham m. fl. (2009)	Britiske bedrifter	Endring i tetthet mellom soner	Avstand	Effektiv sysselsettingstetthet invers avstandsforvitring (næringsspesifikk)	0,02–0,08 0,03 (snitt)
SERC (2009)	Britiske arbeidere	Flytting mellom byer med ulik effektiv tetthet	Generalisert reise-kostnad	Effektiv sysselsettingstetthet (avstand) og invers avstandsvektning	0,01-0,07 (bil) 0,04-0,05 (tog)
Puga og De la Roca (2012)	Spanske arbeidere	Endring i by-størrelse ved flytting.	Ingen	By størrelse	0,02
Sanchis-Guarner (2014)	Britiske arbeidere	Tetthetsendring av transport	Reisetid	Effektiv sysselsettingstetthet og invers avstandsvektning.	0,03
Gibbons m. fl. (2012)	Britiske bedrifter	Tetthetsendring av transport	Reisetid	Effektiv sysselsettingstetthet med invers vektning.	0,02 <sup>a</sup>
Dehlin m. fl. (2012)	Norske kommuner	Forskjell i tetthet mellom norske kommuner	Reisetid	Effektiv sysselsettingstetthet og ulik reisetidsvektning <sup>b</sup>	0,04
Isacsson m. fl. (2015)	Svenske arbeidere	Tetthetsendring av transport	Generalisert reise-kostnad	Effektiv sysselsettingstetthet med eksponentiell vektig	0,007
Carlsen m. fl. (2016)	Norske arbeidere	Flytting mellom byer av ulik størrelse	Ingen	Sysselsettingstetthet	0,03–0,05
Tveter (2018b)	Norske kommuner	Tetthetsendring av transport	Reisetid	Effektiv sysselsettingstetthet med logistisk vektning	0,03–0,04

Merknader: Inkluderte studier er ment å representere de viktigste bidragene for å anslå agglomerasjons-elastisiteten på norske forhold ved bruk i transportformål. Tabelloppsettet er inspirert av Venables m. fl. (2014).

<sup>a</sup>Ikke statistisk signifikant (tallet er fra kolonne (5) i tabell 10).

<sup>b</sup>Estimeringer med eksponentiell og logistiske vekter gir tilnærmet like resultat på 0.044. Invers vektning gir en elastisitet på 0,034.

Bidragene som best løser de empiriske utfordringene er etter vår vurdering Sanchis-Guarner (2014), Gibbons m. fl. (2012) og Isacsson m. fl. (2015), som alle benytter mikro-data, endringer i transportnettverket og forsøker å korrigere for at prosjekter ikke blir tilfeldig allokeret. I bidraget til Gibbons m. fl. (2012) er ikke effekten statistisk signifikant, mens for Isacsson m. fl. (2015) ligger den estimerte effekten på under 0,01. En viktig forskjell mellom disse analysene er at den svenske bruker eksponentiell avstandsdiskontering, med parametere valgt ut fra pendlingssensitivitet, mens begge de to andre bruker invers avstandsvektning. Resultatene er derfor ikke direkte sammenlignbare.<sup>11</sup> De britiske bruker reisetid, mens den svenske bruker generalisert reisekostnad. Basert på disse tre analysene virker et anslag på 0,01 som mest rimelig. Ingen av disse studiene er imidlertid gjort på norske forhold.

På norske forhold er det to bidrag som bruker effektiv tetthet. Dehlin m fl. (2012) estimerer lønnsforskjeller i Norge på kommunenivå i en tversnittanalyse. De presenterer imidlertid resultater hvor avstandsfølsomheten estimeres simultant med agglomerasjonselastisiteten. Tveter (2018b) benytter også lønnsforskjeller på kommunenivå, men ser på effekten av endringen i transportnettverket mellom 2005 og 2009 og isolerer effekten på tetthet til å gjelde transportprosjektene. Resultatet i begge disse analysene viser agglomerasjonselastisiteter i området 0,03–0,04.

Den eneste studien som bruker mikro-data på norske data er Carlsen m. fl. (2016) – denne er også publisert i et fagfelleurdert tidsskrift av høy kvalitet (Journal of Urban Economics). Dette bidraget bruker lønnsstatistikk for alle norske arbeidstagere, med kobling opp mot personspesifikke forhold, men ser på befolkningstetthet uten avstandsvektning. Resultatet viser en elastisitet i området 0,03–0,05, hvor de høyeste estimatene gjelder for de med høyest utdanning. Hvis vi sammenligner dette resultatet med lignende studier fra andre land (Combes m. fl., 2008; Puga og De la Roca, 2012; D'Costa og Overman, 2014) tyder det på at agglomerasjonselastisiteten er litt høyere for Norge enn for land som Storbritannia, USA, Spania og Frankrike. Litt fritt tolket så kan dette ha sin årsak i avtakende grensenytte av en økt tetthet, gitt at det økonomiske systemet i utgangspunktet er over en «kritisk masse».

#### 4.1.2 VALG AV AVSTANDSFORVITRINGSFUNKSJON

I tillegg til agglomerasjonselastisiteten må avstandsforvitringen spesifiseres i en tetthetsmodell. Dette forholdet angir hvor høy interaksjon det er mellom personer og bedrifter, etter avstand. Her må det både gjøres et valg av funksjonsform (invers, eksponentiell eller logistisk) og det må settes parametere i funksjonen (avstandsfølsomhetsparametere). Disse valgene påvirker både beregnet agglomerasjonsgevinst og den estimerte agglomerasjonselastisiteten.

---

<sup>11</sup> Med eksponentiell avstandsvektning påvirkes resultatet av hvilke enheter som velges, men ikke med invers vektning. Vi ser dette enkelt ved å multiplisere avstandskostnaden i tetthetsfunksjonen med en faktor  $a$ , vi får da:  $\log Tetthet_i = \log \sum_j \frac{N_j}{ac_{ij}^\alpha} = -\log(a) + \log \sum_j \frac{N_j}{c_{ij}^\alpha}$ . Faktoren blir dermed en del av konstantleddet.

Det foreligger ingen teoretiske resultater for hvilken funksjonsform eller parametere som skal velges. Et naturlig utgangspunkt er imidlertid å begrunn avstandsfunksjonen ut fra reisehyppighet eller pendling over ulike avstander. Isacsson m. fl. (2015), for eksempel, tar utgangspunkt i pendling og generaliserte reisekostnader og velger en eksponentiell funksjon. De setter avstandsfølsomhetsparameteren ( $\alpha_2$ ) til 0,028. Med denne funksjonen får vi en vekt på om lag 2 prosent for en generalisert reisekostnad på 150 kroner – noe som tilsvarer en reise på én time i deres beregning. Med en halvering av reisekostnaden til 75 kroner får vi en vekt på 12 prosent.

I de fleste analysene velges funksjonsform og parametere uten dyptpløyende begrunnelser. I Tabell 2 viser vi de mest hyppig brukte valgene av funksjonsform og parametere. Tabellen angir hvor mye områder ved ulike reiseavstander telles i tetthetsfunksjonen.

Den første funksjonen  $\exp(-1,2 \times Timer)$ , tilsvarer funksjonen benyttet av Oslo Economics og MENON. Vi ser at områder på 30 minutters avstand vektes til 55 %, den faller til 30 % når reisetiden er en time og til 9 prosent for to timer. En halvering av reisetiden fra 1 til ½-time øker altså tettheten med 0,8, mens den mer enn dobles for en endring fra to til en time.

Et annet valg er – som tilsvarer resultatet fra Dehlin m. fl. (2012) – er å velge en eksponentiell funksjon med en avstandsfølsomhetsparameter lik 3. Dette valget gir en avstandsforvitring som ligner tilbøyelighet til å reise over ulike avstander. For eksempel viser resultatet fra reisevaneundersøkelsen fra 2013 (Hjorthol m. fl., 2014) at bare 7 prosent av arbeidsreisene overstiger 60 minutter.

**Tabell 2 Avstandsvekter for ulike avstandsforvitningsfunksjoner og reisetider**

Avstandsforvitring	Timer			Relativ endring	
	½	1	2	1 til ½	2 til 1
$\omega_{ij} = \exp(-1,2 \times Timer)$	0.55	0.30	0.09	0,80	2,30
$\omega_{ij} = \exp(-3 \times Timer)$	0.22	0.05	0.002	3.5	19.1
$\omega_{ij} = 1/(Timer \times 60)$	0.03	0.02	0.01	1.0	1.0
$\omega_{ij} = 1/(Timer \times 60)^2$	0.001	0.0003	0.0001	3.0	3.0

Det vanligste valget for avstandsvekting er imidlertid invers vekting. Fordelen med invers vekting er at det er enhetsfritt – vi kan derfor måle avstandskostnader i kilometer, timer, minutter eller kroner, ut å måtte justere andre parametere. Det spesielle med invers vekting (som henger sammen med at det er enhetsfritt) er at den relative endringen i vekten er like for både en reduksjon i reisetid fra 1 til ½-time og fra to til én time.

Betydningen av tetthetsvekten for endringen i tetthet følger imidlertid ikke rett fra tallene i Tabell 2 siden definisjonen av tetthet også inkluderer bidraget fra egen sone – det første leddet i ligning (1). Hvordan endringer i reisetid slår ut på tetthetsfunksjonen avhenger derfor både av

reisetid innad i sonen og hvor mange sysselsatte det er i internsonen, sammenlignet med de andre sonene.

En økning i avstandsfølsomhetsparameteren reduserer vanligvis agglomerasjonseffekten, men ikke alltid. En god forklaring på dette gis i Oslo Economics (2015b). De forklarer dette ved å se på de to ytterpunktene for avstandsfølsomheten. Hvis avstandsfølsomheten settes til null har ikke avstand noen betydning. Da vektet alle områder like mye, uavhengig av hvor langt individene er fra hverandre. En endring i reisetid vil da ikke gi noen agglomerasjonseffekt. Hvis derimot avstandsfølsomheten er uendelig er det ikke interaksjoner mellom individer med mindre de befinner seg på nøyaktig samme sted. En endring i reisetid gir heller ikke da økt tetthet og heller ingen agglomerasjonseffekt. Begge ytterpunktene for avstandsfølsomhet – det vil si når den er null eller uendelig høy – gir altså ingen agglomerasjonseffekt. Dersom avstandsfølsomheten er null vil altså transportkostnader være irrelevant og dermed ikke bidra til noen agglomerasjonsgevinster. Dersom avstandsfølsomheten er uendelig høy vil agglomerasjonsgevinster aldri uansett aldri oppstå siden det krever at individer skal befinne seg på nøyaktig samme sted.

I enkelte situasjoner er det rimelig å tro at agglomerasjonseffekten faller meget raskt. Et eksempel som viser dette er Arzagli og Henderson (2008) som studerer nærhetsvirkninger for reklamebransjen på Manhattan. De finner positive virkningene fra bedrifter som er lokalisert så nær hverandre at kontakt gjøres ansikt til ansikt. Når avstanden overstiger 1 kilometer faller interaksjonen helt bort.

#### 4.1.3 BEREGNING AV AGGLOMERASJONGEVINSTER

Agglomerasjonsgevinsten (produktivitetsvirkningen) beregnes i to steg. Først beregnes endringen i produktivitet fra endringen i tetthet som følge av transportendringen i hvert område. Dette gir den prosentvise økningen i produktivitet. Det neste steget er å multiplisere produktivitetsveksten med produktivetsnivået og antall sysselsatte for hvert område og til slutt summere over alle områder. De to ligningene nedenfor viser denne beregningen:

$$\Delta y_i = \left( \frac{Tetthet_{i,etter}}{Tetthet_{i,før}} \right)^\delta - 1 \quad (3)$$

$$Agglomerasjonsgevinst = \sum_i N_i \times \Delta y_i \times Y_i \quad (4)$$

hvor  $\Delta y_i$  er prosentvis produktivitetsendring i område  $i$ ,  $Tetthet_{i,etter}$  er tettheten i område  $i$  etter transportforbedringen,  $Tetthet_{i,før}$  er tettheten i område  $i$  før transportforbedringen og  $Agglomerasjonsgevinst$  er samlet agglomerasjonsgevinst (netto ringvirkning) av en transportutbedring.

I (3) defineres produktivitetsvirkningen av endringen i tetthet. Vi ser at denne er gitt ved tettheten før tiltaket i forhold til tettheten etter tiltaket, og at dette forholdet opphøyes i  $\delta$ .<sup>12</sup> Det følger av definisjonen av tettheten at produktivitetsveksten alltid er positiv som følge av reduksjoner i avstandskostnader (Vista Analyse, 2016a).

I (4) beregnes den samlede agglomerasjonsgevinsten. Vi finner denne med å gange opp produktivitetsøkningen med produktivitetnivået  $\Delta y_i \times Y_i$ . Dette gir produktivitetsøkningen per sysselsatt. Ved å gange med antall sysselsatte  $N_i \times \Delta y_i \times Y_i$  får vi produktivitetsvekst per område. Den samlede gevinsten fremkommer med å summere over alle områder.

#### 4.1.3 BETYDNING AV ULIKE FORUTSETNINGER – EN STILISERT BEREKNING

For å vise betydningen av de sentrale forutsetningene i en tetthetsmodell har vi laget et stilisert eksempel. Tabell 3 viser forutsetningene i vår stiliserte modell. Vi antar to byer, A og B. I begge byene er det 1000 sysselsatte og produktivitetnivået per sysselsatt er 0,5 millioner kroner. Vi antar videre at reiseavstanden innad i begge byene er ¼-time.

Vi analyserer tre scenarier. I det første er reiseavstanden mellom byene i utgangspunktet 1 time, men den halveres til ½-time etter en transportforbedring. I det andre scenariet ser vi på en halvering av reisetid fra 2 til 1 time. I det tredje scenariet ser vi på en halvering fra 4 til 2 timer.

Vi beregner produktivitetsvirkningen i tre scenariene med forskjellig forutsetninger om agglomerasjonselastisiteten, avstandsforvittringsfunksjon og avstandsfølsomhet. Hovedpoenget her er å vise hvordan beregnet agglomerasjonsgevinst varierer under ulike forutsetninger. Vi ser på resultater med elastisiteter på 0,01, 0,04 og 0,08. Både invers og eksponentiell avstandsvekting brukes i analysene. I tillegg ser vi på ulike valg av avstandsfølsomhet.

Figur 4 viser resultatet fra alle beregningene. Nivået på tallene er her lite viktig siden dette er tenkt eksempel. Vi fokuserer derfor utelukkende på forskjeller mellom resultatene. De tre ulike radene med figurer viser beregninger med halvering av reisetid over ulike distanser. For hver rad vises tre figurer, som hver og en legger til grunn ulike forutsetninger om agglomerasjonselastisiteten ( $\delta$ ). I figuren lengst til venstre settes elastisiteten til 0,01, i den midterste settes den til 0,04, og i figuren lengst til venstre settes elastisiteten til 0,08. Innad i hver figur vises resultatene med ulike forutsetninger om avstandsforvittringsfunksjon og avstandsfølsomhet. De to søylene lengst til venstre viser resultater med invers vektning, mens de

<sup>12</sup> Overgangen fra (2) til (3) finner vi ved litt regning. Vi forenklet notasjonen ved å fjerne fotskrift for område, benevner tetthet med  $T$ , og bruker 0 for å variabler før transportforbedringen og 1 etter.

$$\log(Y_1) - \log(Y_0) = \delta \log(T_1) - \delta \log(T_0)$$

$$e^{\log(Y_1) - \log(Y_0)} = e^{\delta(\log(T_1) - \log(T_0))}$$

$$e^{\log \frac{Y_1}{Y_0}} = e^{\log \left( \frac{T_1}{T_0} \right)^\delta}$$

$$\frac{Y_1}{Y_0} = \left( \frac{T_1}{T_0} \right)^\delta$$

Trekker vi fra 1 på begge sider og definerer  $\Delta y_i$  som  $\frac{Y_1}{Y_0} - 1$  får vi ligning (3).

to søylene lengst til venstre viser beregninger med en eksponentiell funksjon. Gitt vektingsfunksjon vises resultater med ulik avstandsfølsomhet. Søylene til venstre har lavest avstandsfølsomhet.

Figuren viser at forutsetning om agglomerasjonselastisiteten har mest å si. Hvis vi sammenligner søylene med lik avstandsforvitring og avstandsfølsomhet i første rad ser vi at en dobling av elastisiteten tilnærmet dobler agglomerasjonsgevinsten. Valget av avstandsvektning har også stor betydning. Generelt gir eksponentiell vektning høyere effekter enn invers vektning. Effekten varierer riktignok med hvilke avstander det er snakk om. For en halvering fra 1 til ½-time gir invers vektning lavere effekt uavhengig av avstandsfølsomheten. Med på lengere avstander får vi høyest resultater med eksponentiell vektning og lav avstandsfølsomhet.

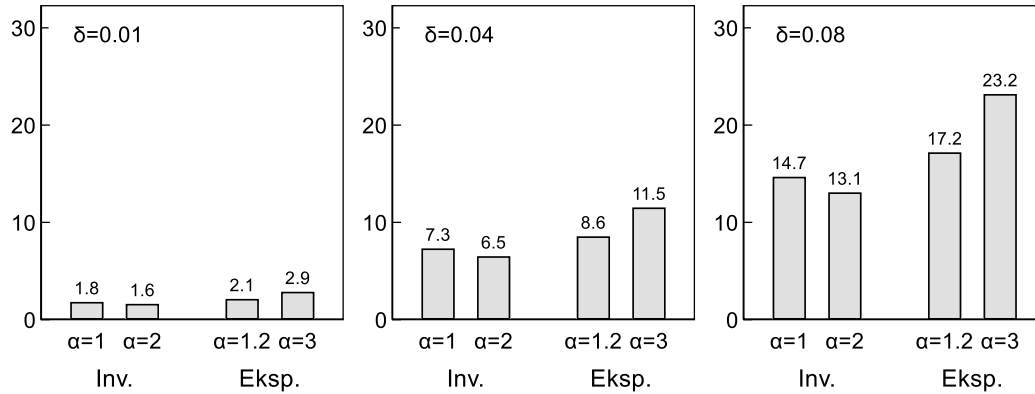
Effektene går ned når avstanden øker (på tvers av rader) selv om det er snakk om en halvering i alle beregningene. Hvor mye effekten reduserer over avstanden avhenger imidlertid av vektningen. Med invers vektning halveres effekten når avstanden dobles og avstandsfølsomheten settes til 1. Når følsomheten settes til 2 får vi nok en halvering. Med eksponentiell vektning og lav avstandsfølsomhet får vi et lite intuitivt resultat, siden effekten er større med en halvering av reisetiden fra 2 til 1 time enn fra 1 til ½ time. Når avstandsfølsomheten settes til 3 får vi et mer rimelig resultat. Nå faller effekten betydelig for en halvering fra 1 eller 2 timer, mens den er nesten neglisjerbar for en halvering fra 4 timer.

**Tabell 3 Forutsetninger i stilisert beregning av agglomerasjonsgevinster**

Variable	Forutsetninger
Produktivitet pr sysselsatt	0,5 mill. kroner
Sysselsatte	1 000 personer
Reisetid innad i soner	¼ time
Reisetid mellom soner (tre scenarier)	1. Fra 1 til ½ time 2. Fra 2 til 1 timer 3. Fra 4 til 2 timer

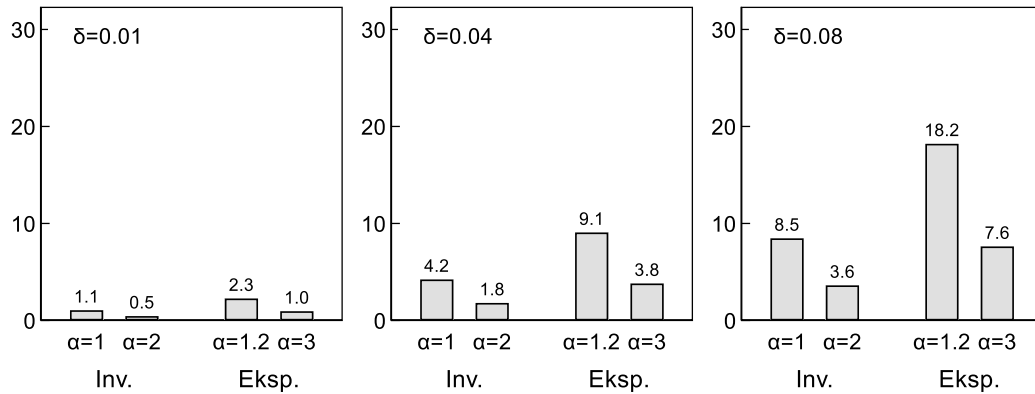
### 1 Effekt av reisetidsreduksjon fra 1 til 1/2 time

Agglomerasjonsgevinst  
(Mill. kroner)



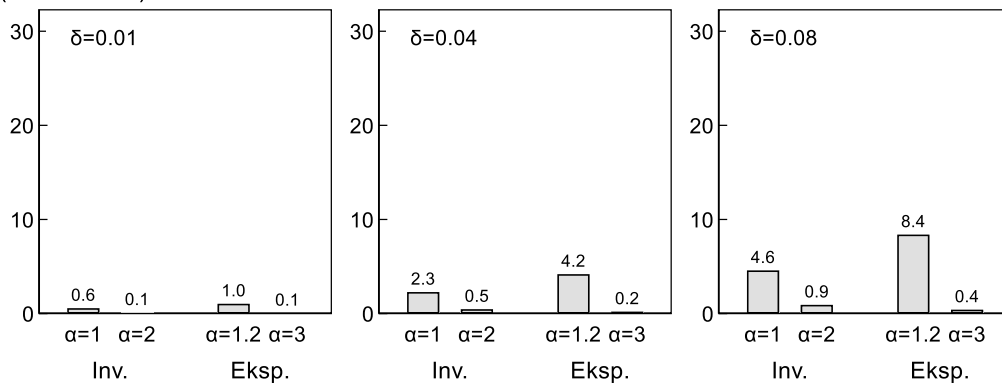
### 2: Effekt av reisetidsreduksjon fra 2 til 1 time

Agglomerasjonsgevinst  
(Mill. kroner)



### 3: Effekt av reisetidsreduksjon fra 4 til 2 timer

Agglomerasjonsgevinst  
(Mill. kroner)



*Merknad:* Figuren viser en stilisert beregning av agglomerasjonsvirkninger under ulike antagelser for agglomerasjonselastisitet, funksjonsform for avstandsvektning og avstandsfølsomhet. Eksemplet bruker følgende antagelser. To like store byer med 1000 sysselsatte hvor reisetiden mellom byene halveres. Reisetiden innad i byene er 15 minutter og holdes fast. Produktivitetsnivået er 0.5 mill. kroner per arbeidstager i begge byene.  $\delta$  er agglomerasjonselastisiteten.  $\alpha$  er avstandsfølsomhetsparameteren (tolkning avhenger av funksjonsform). Invers betyr at effektiv tetthet er beregnet med invers avstandsvektning. Eksponentiell betyr at effektiv tetthet er beregnet med eksponentiell avstandsvektning.

Figur 4 Netto ringvirkninger under ulike forutsetninger



Samlet sett viser denne stiliserte analysen følgende: Resultatene varierer – ikke overraskende – betydelig med ulike forutsetninger og for ulike avstander. De viser også at med en eksponentiell avstandsforvitring med en lav avstandsfølsomhet får vi lavere effekt på en halvering av reisetid fra 1 til ½ time enn fra 2 til 1 – noe som virker urimelig. Hvis avstandsfølsomheten settes til den høye verdien får vi imidlertid rimelige resultater på tvers av alle beregningene. Vi ser også at med en avstandsfølsomhet lik 1 og invers avstandsforvitring faller effekten med 50 prosent når avstand doubles. En slik avstandsfølsomhet er ganske annerledes enn det generelle resultatet for hvordan antall reiser og pendling faller over avstand. Invers avstandsvekting med avstandsfølsomhet lik 2 eller eksponentiell vekting med avstandsfølsomhet lik 3 gir resultater som er mer på linje med hvordan faktisk interaksjon og samhandling foregår over ulike avstander. Vi sikter da til at bare 7 prosent av arbeidsreiser er lengre enn 1 time og at andelen pendlere på reiseavstander over 1 time er nærmere 2 prosent (Hjorthol m. fl., 2014) (Engebretsen og Gjerdåker, 2010).

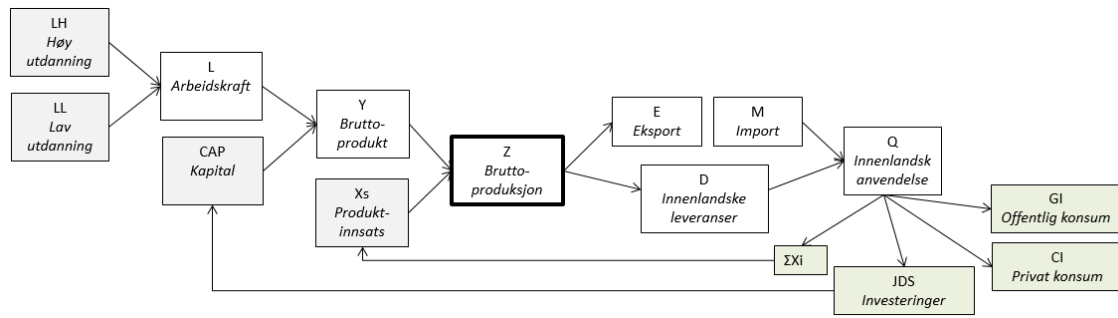
## **4.2 LIKEVEKTSMODELLER**

I Norge er det utviklet to generell-likevektsmodeller som benyttes til å analysere ringvirkninger av transportforbedringer. Den ene er utviklet av Vista Analyse og MENON og kalles NOREG, mens den andre er utviklet i Transportøkonomisk institutt (TØI) av Wiljar Hansen. Vi presenterer disse modellene hver for seg. Slike modeller inneholder en rekke forutsetninger samt adferds- og funksjonelle sammenhenger. Vi kan derfor ikke gi en uttømmende beskrivelse av disse modellene her, men vi forsøker imidlertid å forklare noen hovedpunkter.

### **NOREG-MODELLEN**

NOREG-modellen består av tre ulike moduler: En makromodul og to regionalmoduler. Vi gjengir her forklaringen av denne modellen slik den fremgår vedlegget i Vista Analyse (2016c). Vi merker oss at denne modellen ikke gir noe bidrag til å beregne netto ringvirkninger, men den kan brukes til å se på hvordan virkningene fordeles på ulike fylker og til å forstå økonomiske konsekvenser av resultatene.

Makromodulen er en standard anvendt generell likevektsmodell for vekst hvor de primære vekstfaktorene er eksogene tilganger på høyt og lavt utdannet arbeidskraft, kapital og teknologi, skjematisk illustrert i Figur 5. Næringene har ulik produktivitetsvekst og tilgang på innsatsfaktorer. Generell likevekt betyr at tilbud må være lik etterspørsel i alle markeder, både produktmarkedene og markedene for hver type arbeidskraft, og kapital. Modellen har også en restriksjon på den årlige handelsbalansen med utlandet. Handelsbalansen legger føringer på det innenlandske kostnadsnivået, idet utviklingen i priser på internasjonale varer og tjenester settes av modellbrukeren. Gitt tilgangen på arbeidskraft, kapital og handelsbalanserestriksjonen, tilpasses privat konsum slik at sparing er lik investering og alle ressurser brukes opp i økonomien.



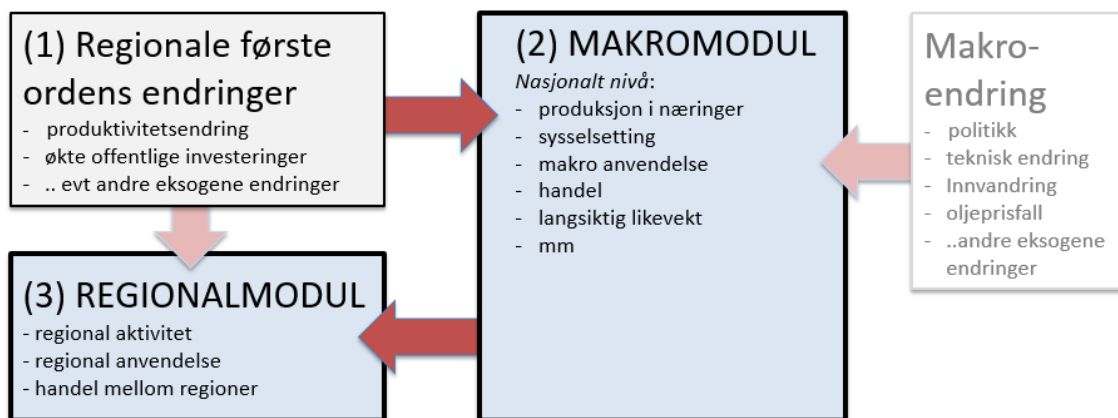
**Figur 5 Makromodulen i NOREG**

Figuren illustrerer analysen av infrastrukturinvesteringene innenfor en nasjonal likevektsramme. Den beregnede produktivitetsvirkningen legges inn i makromodulen som en konstant økning i produktiviteten fra ferdigstillingsåret. Investeringen i utbyggingsårene modelleres som en økning i offentlig konsum av bygge- og anleggsprodukter.

Disse endringene gir først en positiv impuls til nasjonal produksjon gjennom økt produktivitet. Videre gir den en omfordeling av ressursene til bygg- og anlegg fra andre deler av offentlig konsum. Investeringen vil naturlig nok gi en positiv aktivitetsimpuls til næringslivet i utbyggingsregionen, men ikke nødvendigvis nasjonalt, siden ressurser trekkes fra andre offentlige investeringer. Nettovirkningene finner vi svaret på i simuleringen av makromodulen (2) i figuren nedenfor.

Resultatene fra makromodulen fordeles på fylkene i regionalmodulen (3). Først spres forskjellen i BNP-effekten av investeringen, altså økt offentlig konsum fra bygg og anleggssektoren. Halvparten av virkningen legges til fylket hvor utbyggingen finner sted og resten av virkningen fordeles på hele landet etter fylkenes andel av bygg og anleggssektoren nasjonalt.

Videre spres effekten i henhold til de estimerte handelsmønstrene mellom fylkene. Deretter spres virkningen av produktivitetsvirkningen med utgangspunkt i fylket hvor utbyggingen finner sted, og videre i henhold til de estimerte handelsmønstrene mellom fylkene. Den samlede virkningen for hvert fylke vil altså være en sum av de direkte og indirekte virkningene av selve utbyggingen og de direkte og indirekte virkningene av økt produktivitet.



**Figur 6 Interaksjonen mellom makromodulen og regionale virkninger**

Regionalmodulen beregner netto ringvirkninger av investeringen og produktivitsendringen i de enkelte regionene der infrastrukturinvesteringen gjennomføres. I tillegg rapporterer vi de samlede, nasjonale virkningene fra makromodulen. **Beregningene er tilleggsinformasjon om fordelingsvirkninger og drøftinger av resultatene, og inngår ikke som del av netto ringvirkninger** som oppsummeres i hovedresultatene.

Figuren illustrerer også at modellen kan analysere virkninger av endringer i de generelle nasjonale forutsetningene, som om teknologisk endring, innvandring og oljepriser, noe som kan være aktuelt for sensitivitetsanalyser i forbindelse med analyser av større infrastrukturprosjekt.

### TØI-MODELLEN<sup>13</sup>

TØI har utviklet en SCGE-modell, som er benyttet for å beregne netto ringvirkninger av transporttiltak. Det ligger langt utenfor rammene av denne rapporten å gi en uttømmende beskrivelse av denne modellen. For en mer detaljert beskrivelse henviser vi til Hansen og Johansen (2016).

SCGE-modeller er løsbare generelle likevektsmodeller med en geografisk oppdelt soneinndeling, med flyt av varer og personer mellom sonene i modellen. Modellen beskriver norsk økonomi ved bruk av data fra Nasjonalregnskapet, mens flyten av personer og varer internt og mellom sonene i modellen er hentet fra det nasjonale transportmodellsystemet. Dette er altså en generell likevektsmodell som i tillegg har en geografisk dimensjon med et transportnettverk. Noen av de mest sentrale elementene i modellen vises i Tabell 4.

**Tabell 4 Oversikt over noen elementer i TØI's SCGE-modell**

Element	Forklaring
Soneinndeling	<b>90 soner</b> som tilsvarer SSBs inndeling i økonomiske soner.
Nasjonalregnskap	De økonomiske dataene som ligger til grunn for modellen bygger i hovedsak på tilgangs- og anvendelsestabellene fra <b>Nasjonalregnskapet</b> og inkluderer alle økonomiske transaksjoner for norsk økonomi i modellens basisår. Tall på nasjonalt nivå regionaliseres med sone- og næringsspesifikke data for sysselsetting, lønnskostnader, bruttoprodukt og bruttoinvesteringer. Basisåret fremskrives til ferdigstillingsåret for infrastrukturinvesteringene ved bruk av vekstrater fra Finansdepartementet / Regjeringens perspektivmelding.
Vareflyt og transportkostnader	Modellen inkluderer <b>en spesifisering av vareflyten og transportkostnader</b> mellom hver sone. Disse er hentet fra den Nasjonale Godsmodellen.
Personstrømmer og transportkostnader	Modellen inkluderer også <b>persontransportstrømmer og transportkostnader</b> , som hentes fra det nasjonale persontransportmodellsystemet.

<sup>13</sup> Beskrivelsen av modellen bygger på Hansen og Johansen (2016).

Nærings- og vareinndeling	<b>25 næringer:</b> 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
Ligninger	Modellen består av <b>39 ligninger</b> , som løses simultant for alle varer, næringer og soner.
Parametere	<b>29 parametere</b> kan ikke utledes direkte fra nasjonalregnskapsdata. <sup>14</sup> Disse tallfestes utenfor modellen. De er ikke estimert til formålet, men hentet fra andre studier.
Kilder til netto ringvirkninger	<b>Agglomerasjonseffekter:</b> Reduserte transportkostnader til en sone gir økte agglomerasjonseffekter gjennom økt faktorproduktivitet. I tillegg til den direkte effekten inkluderes effekter via endret bosettingsmønster og pendlingsadferd.  <b>Reduksjon i markedsrett:</b> Markedsrett påvirkes av antall bedrifter i markedet. Én bedrift tilsvarer en monopolsituasjon, og ettersom antall bedrifter øker vil markedsretten reduseres mot null. Modellen har fem kilder til endret markedsrett. Disse, vil på forskjellige måter, øke antall bedrifter og dermed øke konkurransen.

Netto ringvirkninger fremkommer ved at å løse SCGE-modellen med implementering av et transportprosjekt både under forutsetninger om perfekt konkurranse, og med eksternaliteter (dvs. markedsimperfeksjoner i de tilstøtende markedene til transportmarkedet). SCGE-modellen modellerer både agglomerasjonseffekter og markedsrett. Den første modellkjøringen gir direkte nytten under samme sett av forutsetninger som ligger til grunn for tradisjonelle nytte-kostnadsanalyser. Siden det er antatt fullkommen konkurranse vil dette kun være en omfordeling av trafikantnytt. Den andre kjøringen gir totalnytt. Differansen mellom disse tolkes som netto ringvirkninger.

Hvis vi ser bort fra likevektvirkninger beregner modellen agglomerasjonsgevinster ganske likt tetthetsmodellene. Modellen har en relasjon som beregner produktivitetsvirkninger ut fra relative endringer i arbeidsmarkedstørrelsen (altså størrelse på arbeidsmarkedet fremfor tetthet). Disse produktivitetsvirkningene påvirker både produktiviteten av kapital og arbeidskraft. Arbeidsmarkedstørrelsen beregnes ut fra pendling mellom soner og størrelsen på det interne arbeidsmarkedet. Mekanismen som driver effektene i denne modellen er beregnet endring i pendling som følge av endringer i generaliserte reisekostnader.

Rent teoretisk er den største forskjellen mellom denne modellen og tetthetsmodellen at personer og bedrifter flytter på seg som følge av en endring i transportmønstret og at forholdet mellom arbeidskraft og kapital påvirkes gjennom endret totalfaktorproduktivitet. I tillegg inneholder modellen endringer i bedriftsadferd som påvirker markedsrett. I tetthetsmodellene tas det ikke hensyn til at lokaliseringsbeslutninger endres som følge av endringer i transportnettverket. Det tas heller ikke hensyn til endringer i markedsrett i tetthetsmodellen.

<sup>14</sup> Dette er 5 ulike elastisitetverdier hvor 4 av disse er holdt konstant for alle næringer (2 Armingtonelastisiteter, substitusjonelastisiteten mellom Dixit-Stiglitz varianter og agglomerasjonelastisiteten), mens substitusjonelastisiteten mellom arbeidskraft og kapital er næringsspesifikk.

Dog kan dette gjøres i separate analyser, men det kan være krevende å holde disse konsistente opp mot effekten som inkluderes i tetthetsanalysen.

### 4.3 SYSSELSETTINGSEFFEKTER

I kapittel 3.4 så vi på mulige netto ringvirkninger som virket gjennom arbeidsmarkedet. Den empiriske utfordringen når det gjelder slike virkninger er å tallfeste hvor mye arbeidstilbudet øker som følge av en transportutbedring.

Etter hva vi vet finnes det ingen forskning på norske forhold som direkte undersøker sammenhengen mellom arbeidstilbud og endringer i generaliserte reisekostnader. I eksisterende beregninger på norske forhold forutsettes det en positiv sammenheng mellom arbeidstilbud og effektiv timelønn hvor det forutsettes at den totale arbeidsdagen inkluderer reisetid til og fra jobb. Vi går derfor kort gjennom denne litteraturen her. Vi ser også på forskningen som direkte studerer arbeidstilbudsvirkninger ved faktiske endringer i pendlingstid.

Estimering og tolkning av arbeidstilbudselastisiteter kan gjøres på en rekke ulike måter (Heggedal m. fl., 2015). Den mest aktuelle når det gjelder de sysselsettingsvirkningene det er snakk om her er nok å se på elastisiteter som kan tolkes som virkninger som går fra en likevekt til en annen. Disse kalles Hickselastisiteter.

I mikro-studier skilles det mellom virkninger ved at allerede sysselsatte jobber mer (den intensive marginen) og virkninger fra at økt antall sysselsatte (den ekstensive marginen).

Den mest anerkjente måten å avdekke arbeidstilbudselastisiteter er å bruke kvasiekperimentelle studier. Disse studiene viser typisk en elastisitet på 0,33 på den intensive marginen og 0,26 for den ekstensive (Chetty m. fl., 2011). Studier basert på mer aggregerte størrelser (for eksempel nasjonalt nivå) viser tilsvarende effekter på den intensive marginen, men effekt på den ekstensive marginen er lavere og ligger på 0,17. I Chetty m. fl. (2011) anbefales det å bruke 0,25 for den ekstensive marginen i anvendte studier (Blundell m. fl., 2011 finner lignende estimater).

En mer direkte måte å studere virkninger på arbeidstilbudet som følge av transportforbedringer er å se på arbeidstilbudet som følge av endringer i pendlingsdistanse. Denne litteraturen støtter hypotesen om at arbeidstilbudet øker når pendlingsavstanden øker, men effektene er veldig små. En studie som ser på dette – med bruk av en overbevisende tilnærming – er Gutiérrez-i-Puigarnau og van Ommeren (2010). Er studeres det endringer i arbeide timer blant tyske arbeidere som følge av endringer i pendlingsavstand som følge av at arbeidsplassen bytter lokasjon. Her er det bare virkninger langs den intensive marginen som analyseres. Gutiérrez-i-Puigarnau og van Ommeren (2010) viser at en halvering av reisetiden gir en økning i arbeide timer per dag på 3 minutter – noe som tilsvarer en økning på 0,6 prosent. Lignende effekter rapporteres også i en eldre studie (Blundell, 1992).

Resultatene fra Gutiérrez-i-Puigarnau og van Ommeren (2010) er konsistent med en veldig lav arbeidstilbudselastisitet. Hvis vi legger til grunn en arbeidstid på 7,5 timer og en pendlingstid på 1 time og en halvering av denne betyr dette en arbeidstilbudselastisitet med hensyn på lønn på

0,03.<sup>15</sup> Siden ikke alle pendler – og bare et fåtall pendler over lange distanser – blir den samlede virkningen på arbeidstilbudet beskjeden.

Økt pendling kan også ha negative effekter. Det som i utgangspunktet driver arbeidstilbudseffektene er økt pendling, men det er også mulig at økt pendling – i hvert fall over lange distanser – reduserer arbeidsproduktiviteten gjennom økt fravær. Slike effekter dokumenteres i van Ommeren og Gutiérrez-i-Puigarnau (2011), som finner at sykefraværet blant sysselsatte i Tyskland hadde vært 15 til 20 prosent lavere enn om alle kun hadde pendlet over korte distanser.

#### **4.4 IMPERFEKT KONKURRANSE**

I likhet med sysselsettingseffekter foreligger det, så vidt vi vet, ingen forskning på norske forhold om imperfekt konkurranse som er direkte sammenlignbar. I slike beregninger hentes derfor forskning fra relaterte studier for å beregne virkninger.

#### **4.5 TREGHETEN FØR AGGLOMERASJONGEVINSTEN OPPSTÅR**

Det tar med rimelighet tid før netto ringvirkninger oppstår – uavhengig av teoretisk utgangspunkt. De foreligger imidlertid lite forskning på dette, men det virker urimelig å forutsette at virkningen skjer momentant. I tillegg er det ulike perspektiver som kan brukes på tidsdimensjonen.

Et nyttig skille for å se på virkningen over tid er inndelingen i statiske og dynamiske nærhetseffekter (Venables, 2017). Statiske nærhetseffekter er virkninger som oppstår gitt lokaliseringsbeslutningene til arbeidstagere og bedrifter, altså at lokaliseringen anses uendret. Mens dynamiske nærhetseffekter kommer gjennom endringer i lokalisering av folk og bedrifter.

I tetthetsmodeller inkluderes bare statiske nærhetseffekter. Det er all grunn til å tro at slike effekter virker raskere enn de dynamiske effektene, men det er likevel grunn til å tro at det er enn viss treghet for slike effekter også. For eksempel er det rimelig å tro at det tar noe tid før folk tilpasser sin pendlingsadferd fullt ut til endrede avstandskostnader. Forskning på effekter av pendling av norske fastlandsforbindelser viser også at det kan ta opptil 10 år før endringer i reisekostnader fullt ut manifesteres i økt pendling (Hagen m. fl., 2014; Tveter, 2018a).

Det kan også ta tid før den statiske nærhetseffekten får full effekt. Selv om reiseatferden endres momentant kan det altså ta tid før de positive virkningene av bedre matching i arbeidsmarkedet slår fullt ut. Her er det riktignok ulike resultater i litteraturen. Puga og De la Roca (2012) viser at produktiviteten øker gradvis i en fem-årsperiode for arbeidere som flytter til en større by (dynamisk nærhetseffekt). D'Costa og Overman (2014) kommer imidlertid til motsatt konklusjon når de studerer agglomerasjonsgevinster på britiske data. I denne analysen slår den fulle effekten av by-størrelse ut i økt lønn med en gang.

Studier som ser på trafikkvirkninger finner også tendenser til at virkninger skjer gradvis, men mesteparten av effekten skjer momentant. For eksempel viser Welde m. fl. (2017) at

---

<sup>15</sup> Endringen i timelønn inklusive pendlingstid øker med 20 prosent for fulltidsarbeidende i dette eksempelet. Vi multipliserer derfor effekten på 0,006 med 1/0,2 og får 0,03.

mesteparten av trafikkøkningen i fjordkrysninger skjer i åpningsåret (i gjennomsnitt en dobling av trafikken), men trafikkveksten de første fem årene etter åpning er dobbelt så høy som trafikkveksten på andre vegstrekninger. Effekten er imidlertid ikke uttømt etter fem år og trafikkveksten ligger, selv ti-år etter åpningsåret, over den generelle trafikkveksten.

Mye av den økte trafikken har trolig lite å gjøre med økt interaksjon i selve arbeidsmarkedet over lengre avstander, men er snarere virkninger av andre typer interaksjoner samt endret bosettingsmønster. Slike virkninger går, sammen med virkninger for lokalisering av bedrifter, delvis under merkelappen dynamiske nærhetseffekter. Slike effekter tar ganske sikkert enda lenger tid for fullt gjennomslag. Eksempelvis viser Tveter m. fl. (2017) at effekten på befolkningsendringer sannsynligvis ikke har fullt gjennomslag selv 15 år etter åpning av fastlandsforbindelser.

---

## 5 RESULTATER FOR ANDRE TRANSPORTFORMER

---

Det meste av forskningen på netto ringvirkninger er gjort i forhold til vegtransport. Formålet med gjennomgang i denne rapporten er imidlertid å gjennomgå eksisterende litteratur for å gi en anbefaling om en metode som skal anvendes for alle transportformer. Vi går derfor i dette kapitlet gjennom forskning og anvendelser for andre transportformer.

### 5.1 BANE

Det er i liten grad forsket på netto ringvirkninger av jernbane, og det vi finner av forskning på feltet omhandler hurtiggående tog. Graham og Melo (2011) har gjennomført en studie av netto ringvirkninger av hurtiggående tog ved å se på reisetiden sammenlignet med avstanden, og på agglomerasjonseffekter på tvers av regioner. De kommer frem til en relativt lav agglomerasjonseffekt av tog. Dette kan tyde på at reisetid har mindre å si enn man skulle tro for netto ringvirkninger på bane. I en senere studie, SERC (2009), finner forfatterne et litt lavere punkttestimat for tog enn for vei, men forskjellen er ikke statistisk signifikant. De bruker lønnsdata på individnivå og bruker en standard effektiv sysselsettingstetthetsvariabel.

Det er gjort flere analyser på jernbanetiltak med bruk av tetthetsmodeller. Det er også utført noen analyser med SCGE modellen til TØI. I forbindelse med transportetatens arbeid med netto ringvirkninger i Nasjonal transportplan 2018-2029 gjennomførte Oslo Economics analyser av netto ringvirkninger for Ringeriksbanen og Østfoldbanen (Oslo Economics, 2015c; Oslo Economics, 2015a). For Ringeriksbanen er tilleggseffekten betydelig lavere for jernbane enn for bil. Men i beregningen av Østfoldbanen finner de en tilleggsnytte på hele 140 prosent. Årsaken til denne store forskjellen er trolig at Ringeriksbanen knytter Hønefoss vesentlig nærmere Oslo. Reisetiden med tog vil gå fra dagens reisetid på 1 ½ time til 36 minutter. Med Østfoldbanen vil det fortsatt være en reisetid på 1 time mellom Halden og Oslo. Vista Analyse (2016a) finner at agglomerasjonsvirkningen av å bygge jernbane er litt høyere enn ved å bygge vei, når de ser på prosjektet Voss–Arna. Her er den beregnede tilleggseffekt fra agglomerasjonsgevinster på 25 prosent av trafikantnyttens. De finner imidlertid bare en tilleggseffekt på 10 prosent for Jærenbanen. Beregningene til TØI finner også at agglomerasjonsvirkningen av jernbane er høyere enn for veg, men de finner en langt lavere effekt av Østfoldbanen enn det som rapporteres av Oslo Economics (Hansen og Johansen, 2016).

COWI har beregnet netto ringvirkninger av Ringeriksbanen og Sørlandsbanen (COWI, 2016a; COWI, 2016f). For Ringeriksbanen finner de tilleggseffekter fra agglomerasjonsgevinster som er hele 137 prosent av trafikantnyttens. For analysen av Sørlandsbanen finner de et påslag på trafikantnyttens på 45 prosent. I disse analysene avviker imidlertid COWI fra sin standardmodell ved å se på avgangsfrekvenser istedenfor reisekostnad/-tid. Det er derfor ikke helt enkelt å sammenligne resultatene fra disse studiene med tidligere analyser.



## 5.2 LUFT

Det er gjort lite forskning på mulige netto ringvirkninger av bedret flytilbud. Det foreligger imidlertid noen tilgrensende estimeringsresultater for virkning av flytilbud. Det er også gjort analyse av endringer i flytilbud.

Litteraturen som ser på ringvirkninger av bedret tilgjengelighet for luftfart finner blandede resultater. Blonigen og Cristea (2015) ser på luftfartstilbudet i USA og rapporterer positive effekter på befolkningsvekst, sysselsetting og inntekt. Studien gir imidlertid ikke noen resultater som kan tolkes i retningen av agglomerasjonselastisiteter. To andre studier (Sheard, 2014; LeFors, 2014) finner imidlertid ingen aggregerte positive effekter, men rapportere en virkning i form av økt sysselsettingsandel i privat tjenesteyting. Sheard (2014) estimerer effekten av lufthavnstørrelse på samlet og sektorvis sysselsetting. Beregningene viser at flyplass-størrelse har positiv effekt på sysselsetting innen privat tjenesteyting, men virkningen på samlet sysselsetting er for praktiske formål lik null. LeFors (2014) bruker en marketstilgangsanalyse for å forklare vekst i et tverrsnitt av amerikanske byer. Lefors finner at bedret tilgjengelighet med luftfart øker vekstraten for sysselsetting innen privat tjenesteyting. Effekter på samlet sysselsetting og produktivitet er imidlertid svak og ikke statistisk signifikant. Giroud (2013) rapporterer imidlertid om positive produktivitetsvirkninger. Denne studien analyserer om økt nærhet mellom hovedkontor og fabrikker ved nyetablerte flyruter har positiv effekt på produktivitet. Analysen viser en effekt på totalfaktorproduktivitet på mellom 1,3 og 1,4 prosent av en ny flyrute. Om disse resultatene kan overføres til Norge er imidlertid usikkert.

To norske beregninger har beregnet netto ringvirkninger innen luftfart (Vista Analyse, 2016a; Hansen og Johansen, 2016). Begge analyserer virkningen av ny flyplass i Lofoten (Gimsøy) som skal erstatte flyplassene Svolvær og Leknes. Vista Analyse (2016a) konkluderer med at rammeverket som benyttes for vegtransport ikke kan benyttes, og gir istedenfor en kvalitativ vurdering. Hansen og Johansen (2016) vurderer at deres generelle likevektsmodell kan benyttes og beregner at flyplassen gir en agglomerasjonsgevinst på 4 prosent i tillegg til trafikantnytt. Dette tallet fremkommer som følge en reduksjon i generaliserte reisekostnader på 25 prosent (beregnet i transportmodellen), med en medfølgende dobling i antall flyturer mellom økonomiske soner. Spesielt øker antallet turer mellom Oslo og Lofoten på grunn av etablering av en direkte flyrute mellom Lofoten og Oslo. Siden dette gir en betydelig nedgang i generaliserte reisekostnader og knytter Lofoten nærmere Oslo-området, øker altså den effektive tettheten i Lofoten, til tross for at det er snakk om effekter over veldig lange avstander.

## 5.3 SJØ

Etter vår kjennskap finnes det ingen empirisk forskning på agglomerasjonsgevinster eller andre netto ringvirkninger innen sjøfart. Det finnes imidlertid noe tilgrensende litteratur. Dwyer m. fl. (2004) har sett på, og forsøkt å estimere, ringvirkningene som følge av cruiseturismen. Dette blir uansett på siden ettersom agglomerasjonseffekter først og fremst oppstår i arbeidsmarkedet. I tillegg har Menon Economics analysert ringvirkningene i forbindelse med Hurtigrutens drift langs kysten (Menon, 2017b). Dette arbeidet ser på ringvirkningene som følge av økt aktivitet og drift langs kysten, men undersøker ikke direkte produktivitetseffekter i de berørte områdene.

Oslo Economics gjennomførte en analyse av netto ringvirkninger som følge av en skipstunnel ved Stadt i forbindelse med NTP 2018-2029 (Oslo Economics, 2015b). De benytter en standard tetthetsmodell og beregner netto ringvirkninger som gir en tilleggsnytte i forhold til trafikantnytte på 9 prosent. Etter hva vi forstår beregnes her tettheten utelukkende ut fra reisetider med hurtigbåten mellom Måløy og Ålesund, som får en redusert reisetid som følge av skipstunnelen. De konkluderer med at det i liten grad er knyttet netto ringvirkninger til ny skipstunnel.

#### **5.4 VURDERINGER AV ULIKE TRANSPORTFORMER**

Det virker rimelig å ta utgangspunkt i en tetthetsmodell for å beregne netto ringvirkninger for jernbane, luft og sjøfart – riktignok med noen justeringer. For det første må avstandskostnader beregnes med tidsverdier og andre korrigeringer som gjelder ulike transportformer. Dette kan enkelt gjøres ved å ta utgangspunkt i veiledere for de ulike transportformene. For det andre må det korrigeres for at jernbane, luft og sjøtransport bare har et gitt antall avganger per dag og reisetid til stasjon/lufthavn/havn må legges til i reisetiden. For det tredje er det bare rimelig å inkludere virkninger av redusert reise-/ seilingstid mellom stedene hvor transportmiddelet faktisk er det raskeste reisemiddelet. Spesielt vil dette gjelde for sjø- og lufttransport.

---

## **6 ANVENDELSER FRA NORGE**

---

### **6.1 ULIKE MODELLER FOR BEREKNING AV AGGLOMERASJONSGEVINST**

Fagmiljøer i Norge har utviklet til sammen 6 modeller for beregning av agglomerasjonsgevinster. Med modeller mener vi her ulike fremgangsmåter, som har blitt benyttet i flere beregninger av samme miljø.

Tabell 5 viser en oversikt over de viktigste egenskapene ved eksisterende modeller. De ulike kolonnene angir: miljø, modelltype, hvordan avstandskostnader er håndtert, valg av agglomerasjonselastisitet, avstandsfølsomhet og produktivitetsmål.

Den første kolonnen viser hvilket miljø som har utviklet og/eller benytter modellen. Vi har her valgt å slå sammen modellene til Menon, Oslo Economics og BI, siden vi oppfatter at dette er den samme modellen. I anvendelser har den riktignok blitt brukt litt forskjellig. Med BI henviser vi her til Tom-Reiel Heggedal, Christian Riis og Espen Rasmus Moen, som alle jobber ved BI. I noen tilfeller benyttes denne modellen også av Oeconomica, som er et privat foretak bestående av Riis og Moen. Det er imidlertid også et annet miljø på BI som har gjort beregninger fra et annet perspektiv. Vi oppfatter at de drivende kreftene her er Torger Reve og Amir Sasson. Vi benevner derfor dette miljøet som BI med Reve og Sasson i parentes. Hver av modellene fra de andre miljøene COWI, Vista analyse, Samfunns- og næringslivsforskning (SNF) og TØI, er både utviklet og benyttet av ett og samme miljø.

**Tabell 5 Norske modeller for beregning av agglomerasjonsgevinster etter miljø**

Miljø	Modelltype	Avstandsforvitring (avstands- følsomhet)	Avstands- kostnad <sup>a</sup>	Agglomerasjon- elastisitet ( $\delta$ )	Produktivets- mål
COWI	Sysselsettingstetthet	Eksponentiell (2–4) <sup>b</sup>	Tid/GK	0,04–0,07 <sup>b</sup>	Bruttolønn (kommune,justert)
Vista Analyse	Sysselsettingstetthet	Invers (1,1–1,8, næringsfordelt)	GK	0,02–0,08 (næringsfordelt)	Bruttoprodukt (kommune)
Menon/Oslo Economics/ BI <sup>c</sup>	Sysselsettingstetthet	Eksponentiell (1,2)	Tid	0,04–0,09	BNP pr. sysselsatt
SNF	Antall sysselsatte	Ingen innenfor 45 minutters	Tid	0,10	Bruttolønn (næringsjustert)
BI (Reve og Sasson)	Næringsklynger	Ingen innenfor 1 time	Tid	Ingen	Bruttolønn (kommune)
TØI	Generell likevekt	Ukjent funksjon	GK	0,03	Bruttoprodukt

<sup>a</sup>Tid betyr avstandskostnader i reisetid (timer), GK betyr generaliserte reisekostnader.

<sup>b</sup>Estimeres for hver analyse.

<sup>c</sup>Vi slår sammen Menon, Oslo Economics og BI. Vi forstår det som at de i prinsippet benytter samme metode.

<sup>d</sup>Justert fra fylkesfordelt nasjonalregnskap (SSB).

Vi deler modellene i tre blokker: tetthetsmodeller, klyngemodeller og en likevektsmodell. Sysselsettingstetthetsmodellene er modellene til COWI, Vista analyse og Menon/Oslo Economics/BI og SNF. Siden grunntanken i alle disse modellene bygger på en tankegang om at produktivetsnivået øker når den effektive by-størrelsen øker inkluderer vi SNF i denne blokken, selv om SNF bruker størrelsen på arbeidsmarkedet i sin modell, med kjeding av arbeidsmarkeder. Den andre blokken er det andre miljøet fra BI (Reve, Sasson) som bygger sin analyse på klyngemekanismer og regional attraktivitet. Den tredje blokken er TØI som benytter en generell likevektsmodell for å beregne agglomerasjonsgevinster. Denne modellen har relasjoner for agglomerasjonsgevinster som er ganske lik som for tetthetsmodellene, men her inkluderes andre virkninger i tillegg. Først og fremst ved at folk og bedrifter flytter på seg som følge av en transportforbedring. Denne flytting påvirker igjen tettheten – virkningen kan gå begge veier – og gir således et fratrekke eller tillegg på effekten.

I avsnittene går vi nærmere inn på forskjellen mellom modellene. Vi ser på forskjeller i avstandsmål, operasjonaliseringen av avstandsforvitring, valg av agglomerasjonelastisitet og valg mål på produktivitet.

## 6.2 AVSTANDSFORVITRING

Avstandsforvitring bestemmer hvor raskt agglomerasjonskreftene faller når avstandskostnaden øker. Den styrer derfor hvor stor gjennomslagskraft en bedring i transportnettverket har på konsentrasjonen av økonomisk aktivitet, som vi måler med effektiv sysselsettingstetthet. Avstandsforvitringen kan også tolkes som et mål på hvor langt arbeidstakere er villig til å pendle og dermed si noe om størrelsen på arbeidsmarkedet.

Både COWI og Menon/Oslo Economics/BI bruker en eksponentiell funksjon, men ulik avstandsfølsomhet. COWI tallfester avstandsfølsomheten i hver beregning, og den varierer mellom 2 og 4, mens Menon setter avstandsfølsomheten til 1,2. Merk at et høyt tall tilsvarer en høy følsomhet. I vår stiliserte modell i kapittel 4.1.3 viste vi at denne forskjellen alene kan påvirke beregningsresultatene betydelig. På korte avstander (under én time) gir en høy følsomhet høyere agglomerasjonsgevinst, men den gir betydelig lavere effekt på lengre reiseavstander.

Vista analyse bruker en invers funksjon, med ulik avstandsfølsomhet for ulike næringer. Den settes til 1,8 for forretningsmessige tjenester og til 1,1 for andre næringer. Begrunnelsen for denne tallfestingen er resultatene fra Graham m. fl. (2009), men det er gjort noen korrigeringer. Den inverse funksjon gir de laveste effektene på reiseavstander på under en time, men på lange avstander (over 2 timer) gir den vesentlig høyere effekt enn COWI sin modell. Den gir imidlertid lavere effekter på lange avstander enn Menon sin modell.

SNF og BI (Reve og Sasson) bruker en binær løsning for avstandsforvitring – i deres modell er avstandsforvitringen enten null eller fullkommen. I deres modell betraktes arbeidsmarkedet med reiseavstander på mer enn 45 minutter som fullt ut separate arbeidsmarkeder, mens de slås – fullt og helt – sammen dersom reiseavstanden går under 45 minutter. SNF benytter i tillegg en kontroversiell tilnærming med kjeding av arbeidsmarkeder. Kjedingen av arbeidsmarkeder at dersom det finnes flere arbeidsmarkeder som overlapper hverandre (dvs. reiseavstand på under 45 minutter mellom hvert av dem) betraktes de som ett enkelt arbeidsmarked. Man kan eksempelvis få store deler av søndre Vestfold og Grenland som ett enkelt arbeidsmarked ved hjelp av denne metoden.

TØI sin modell benytter antall pendlere mellom økonomiske soner. Det er imidlertid uklart hvordan avstandsforvitringen håndteres i denne modellen.

## 6.2 MÅL FOR AVSTANDSKOSTNAD

Miljøene bruker ulike mål for avstandskostnader. De benytter enten reisetid eller generaliserte reisekostnader. Som nevnt tidligere er nok generaliserte reisekostnader det beste målet på avstandskostnader. Slike kostnader varierer over døgnet blant annet på grunn av kø, noe som er inkludert i de regionale transportmodellene. Dersom en tenker seg at interaksjon skjer gjennom arbeidspendling burde en derfor bruke kostnadene i periodene hvor vegnettet er mest belastet, altså periodene hvor det oppstår kø.

COWI benytter vanligvis reisetider fra den regionale transportmodellen (RTM), men det avhenger av hensikten med analysen og datatilgjengelighet. Vista Analyse benytter også

reisetider fra transportmodellene og benytter disse til å beregne generaliserte reisekostnader (om dette er timesfordelte kostnader er imidlertid uklart). De er riktignok mer konsekvente og benytter generaliserte kostnader i alle sine analyser.

Menon/Oslo Economics/BI bruker reisetider som innhentes gjennom kartdata. De er beregnet med kartdata fra Open Street Map basert på koordinater for rådhusene i alle norske kommuner og et programtillegg til databehandlingsprogrammet STATA (Menon, 2016, s. 37).

I SNF og BI (Reve og Sasson) sin modell har valget av avstandskostnad bare noe å si gjennom hvor nært arbeidsmarkeder må være hverandre for å defineres som et felles arbeidsmarked. SNF justerer arbeidsmarkedene etter pendlingsstatistikk fra SSB.

### 6.3 AGGLOMERASJONSELASTISITET

Vi så i avsnitt 4.1.3 at valget av agglomerasjonselastisiteten har mye å si for resultatet. Grovt sett gir en beregning med en elastisitet på 0,08 dobbelt så høye tall som en beregning hvor elastisiteten settes til 0,04. Ut fra Tabell 5 ser vi benyttede elastisiteter ligger mellom 0,03 og 0,10. I de fleste tilfeller velges elastisiteten ut fra henvisning til litteraturen, men to av miljøene (COWI og SNF) har tallfestet denne parameteren selv.

COWI estimerer agglomerasjonselastisiteten selv og finner resultater mellom 0,04 og 0,07. Denne parameteren tallfestes simultant med avstandsfølsomheten.

Vista Analyse benytter tetthetselastisiteter fra Graham m. fl. (2009), noe som tilsvarer fremgangsmåten i Storbritannia. Her er det ulike elastisiteter med bakgrunn av ulike næringer, hvor alle næringer har en elastisitet på 0,02, med unntak av forretningstjenester som har 0,08. Når det gjelder offentlig sektor avviker imidlertid Vista fra Graham m. fl. (2009), ved at de setter elastisiteten til 0,02. I Graham m. fl. (2009) studeres imidlertid bare markedsrettet aktivitet, noe som implisitt betyr å sette agglomerasjonsgevinster for offentlig sektor til null.

BI og Oslo Economics legger til grunn på 0,04 i sine analyser ut fra deres vurdering av litteraturen.

Menon på sin side benytter to ulike produktivitetselastisiteter, et nedre estimat på 0,04, og et øvre på 0,08. I følge deres beskrivelse av modellen representerer dette et spenn og de forsøker ikke å identifisere dette området nærmere. Imidlertid henviser de til gjennomsnittet av beregninger med disse ulike estimatene som «gjennomsnittlig forventet verdiskapingsgevinst» (Menon, 2016 s. 30). Det betyr i praksis å benytte en elastisitet på 0,06. I en senere publikasjon (Menon, 2017a) henvises det imidlertid gjennomgående til et spenn av estimater.

SNF estimerer agglomerasjonselastisitet ut fra lønn på kommunenivå og antall sysselsatte. Det resulterer i en elastisitet på 0,10 (Heum m. fl., 2011), som må betegnes som høy. Etter hva vi forstår benyttes denne elastisiteten i senere beregninger også.

BI (Reve og Sasson) benytter en annen tilnærming og forholder seg ikke til elastisiteter på samme måten som de andre fagmiljøene gjør.

## 6.4 PRODUKTIVITETSMÅL

Det siste hovedelementet i en beregning av agglomerasjonsgevinst er målet for produktivitet. Som produktivitetsmål brukes enten lønn eller bruttoprodukt. Det teoretisk mest riktige er å bruke bruttoprodukt siden dette målet omfatter både kapitalavkastning og lønn. Problemet er imidlertid at slike tall ikke publiseres på et lavere nivå enn fylke. Siden produktivitet varierer mellom geografiske regioner, for eksempel på grunn av ulik næringsstruktur, kan dette skape problemer.

COWI benytter et korrigert lønns mål. Utgangspunktet er gjennomsnittlig bruttoinntekt på kommunenivå fra SSBs skattestatistikk, men det gjøres to korrigeringer. Det justeres for at SSB publiserer data for inntekt etter bostedskommune og ikke etter arbeidssted, og at produktivitet målet skal være mest mulig uavhengig av nærings sammensetning.

Vista Analyse beregner bruttoprodukt pr. kommune, ved å ta utgangspunkt i det fylkesfordelte nasjonalregnskapet og justere dette med sysselsettingstall på sone- og fylkesnivå.

Menon benytter produksjonstall fra sin makro- og regionaløkonomiske modell NOREG, hvor de kan beregne tall på kommunenivå (Menon, 2016) mens Oslo Economics benytter bruttoprodukt pr. sysselsatt for Fastlands-Norge. Felles for disse er med andre ord at de benytter et mål som skal tilsvare bruttoprodukt i et område.

SNF benytter også skattestatistikkenes tall for gjennomsnittlig lønnsinntekt i norske kommuner. Dette er også justert for enkelte næringer slik at bl.a. oljenæringen ikke skal gi for ekstreme utslag. BI (Sasson og Reve) benytter også lønnsstatistikk i sine analyser. De benytter riktignok flere parametere parallelt, og det kan se ut som at de benytter flere ulike lønnsstatistikker.

Valget av produktivitetsmål har også mye å si for analysene. I følge tall fra SSB var gjennomsnittlig brutto personinntekt på 447 tusen kroner i 2016, mens BNP per sysselsatt (ekskl. Kontinentalsokkelen og Svalbard) var 850 tusen kroner. Brutttoproduktet er altså nesten dobbelt så høyt som bruttolønna. Bruk av lønnsstall, som muliggjør mer detaljerte analyser på kommunenivå, bidrar isolert sett til å undervurdere produktivitetsnivået med 100 prosent.

## 6.5 ARBEIDSMARKEDSVIRKNINGER/SKATTEVIRKNINGER

### COWI

Arbeidsmarkedsvirkninger er et område som får noe mindre plass enn agglomerasjonsberegninger. COWI har løst dette ved å se på endring i gjennomsnittlig antall arbeidsreiser per virkedøgn mellom hver reiserelasjon på kommunenivå. Enheten for endring i arbeidstilbud blir da personer. Arbeidstimer, dagsverk e.l. vil i prinsippet være et mer nøyaktig mål på endringa i arbeidstilbud enn det antall reiser er. En arbeidstaker kan for eksempel forlenge sin daglige arbeidstid uten at det har noen virkning på antall reiser. Endring i endrede arbeidsreiser har vi løst på to ulike måter. I noen tilfeller har vi prøvd ut en egenutviklet pendlemodell som beregner endringen i antall pendlere. Den andre tilnærmingen er å hente antall pendlere fra trafikkmodellenes pendle/turmatrise. Deretter multipliseres endringen i pendling på hver reiserelasjon med skattenivå for bostedskommunen. Til slutt summeres det

over alle reiserelasjonene. Denne pendlingsbaserte metoden vil bare fange opp tilfeller hvor gjennomsnittlig antall arbeidsreiser per døgn blir påvirket, for eksempel hvis arbeidstakeren øker antall skift per uke, eller en tidligere ikke-sysselsatt person begynner å jobbe.

Endret skattenivå blir dermed summen av pendlere i alle relasjoner  $j$  som skatter til kommune  $i$ , multiplisert med skattenivået i kommune  $i$ .

$$\Delta Skatt = \sum_i Skattenivå_i \sum_j \Delta Pendlere_{ij}$$

## VISTA

Vista Analyse beregner arbeidsmarkedsvirkninger ved å kombinere endringer arbeidstid (inkludert reisetid), andeler pendlere og arbeidstilbudselastisiteter. Markedssvikten som gir opphav til netto ringvirkninger er her økningen i skatteinntekter som følge av økt arbeidstilbud når pendlingskostnaden reduseres.

Vista Analyse (2016a) benytter følgende modell, for å beregne virkningen på arbeidstilbudet  $\Delta L_s$  i kommune  $s$ :

$$\Delta L_s = \sum_{j=1}^m \left( \frac{\Delta reisetid_{sj}^{bil}}{arbeidstid} * pendlere_{sj}^{bil} + \frac{\Delta reisetid_{sj}^{tog}}{arbeidstid} * pendlere_{sj}^{tog} \right) EL^A,$$

Hvor  $EL^A$  er arbeidstilbudselastisiteten,  $pendlere_{sj}$  er antall pendlere (med bil eller tog) fra kommune  $s$  til kommune  $j$ ,  $\Delta reisetid$  er reisetidsendringen, og  $arbeidstid$  er daglige arbeidstimer.

Bruttoverdien av det økte arbeidstilbudet fremkommer ved å multipliseres det økte arbeidstilbudet med lønn (medianlønn, inkl. arbeidsgiveravgift).

Økningen i skatteinntekter beregnes ved å multiplisere bruttoproduktet med endringen i skatteinntekt. Vista legges det til grunn at 60 prosent av økningen i arbeidstilbudet kommer personer som allerede er sysselsatte, mens resten kommer fra nye arbeidstakere. Skatteprovenyet fra de som allerede er sysselsatte settes lik den marginale skattesatsen til 43,3 prosent. For nye arbeidstakere settes skattesatsen til 30 prosent. I tillegg multipliseres økningen i skatteinntekter med skattekostnaden på 20 prosent. Den realøkonomiske virkningen av skatteinntektene er gitt ved:

$$M = 1,2 \sum_s \Delta L_s \times Lønn_j \times (0,6 \times 0,432 + 0,4 \times 0,3)$$

Data til denne modellen hentes fra følgende kilder: Pendlingstallene hentes fra SSB, arbeidstilbudselastisiteten settes til 0,5; arbeidstiden settes til 7,5 timer per dag; reisetid og andelen pendlere for transportmiddel hentes fra transportmodellene.

Valget av tilbudselastisitet, på 0,5, er begrunnet ut fra at det er typisk estimat for en aggregert elastisitet, med henvisning til en anerkjent studie, Chetty m. fl. (2011).<sup>16</sup> Dette tallet virker noe høyt. For eksempel setter tilsvarende elastisitet til 0,1 i det britiske rammeverket (DfT, 2017b).

Tilleggsnyttene fra disse effektene er imidlertid små. I analysene Vista har gjort med denne metodikken ligger tilleggsvirkningen i de fleste tilfeller på 1 til 6 prosent, men hovedvekten av analysene viser et tillegg på mellom 0 og 2 prosent.

## **OSLO ECONOMICS/ MENON**

Oslo Economics benytter en modell hvor det skjer endringer arbeidstilbudet via økt lønn og institusjonell konvergens. Begge virkninger gir netto ringvirkning fra økte skatteinntekter og reduserte trygdeytelser.

Virkningene fra økt lønn er som følger: Et infrastrukturtiltak gir agglomerasjonsgevinster (fra økt tetthet) og dermed økt produktivitet og lønn. En ringvirkning av et økt lønnsnivå er redusert strøm av innbyggere inn i trygd. Begrunnelsen for å inkludere denne trygdeeffekten er at ved økt lønn gir det et større tap for individet å gå over til trygd enn dersom lønnen er lavere. Denne virkningen har mye til felles med modellen Vista benytter.

Virkningen via institusjonell konvergens er som følger: Bedret infrastruktur kan bedre saksbehandling hos NAV – som følge av bedre samhandling og økt effektivitet – og bidra til at færre går over til trygdeordninger. Det henvises imidlertid ikke til noen forskningsresultater som gir støtte for denne virkningen.

Også for denne effekten er tilleggsnyttene lav. I for eksempel beregningen av netto ringvirkninger av Stad skipstunnel gir dette et samlet bidrag på 9 millioner, mens bidraget fra agglomerasjonsvirkninger er på 101, i hovedberegningen (Oslo Economics, 2015b). Hvis vi sammenligner med beregnet nytte fra KS1 av Stad skipstunnel (Holte Consulting, 2012) er arbeidsmarkedsvirkningen 1 prosent av trafikantnyttene.

### **6.6 BEREGNINGSRISULTATER – AGGLOMERASJONSGEVINST**

For å få en forståelse av spredningen mellom tidligere resultater har vi gått gjennom alle beregninger av agglomerasjonsgevinst fra Norge. Vi har identifisert 56 ulike beregninger – dette representerer alle beregninger vi kjenner til. For å best mulig kunne sammenligne beregninger på tvers av miljøer og prosjekter ser vi på agglomerasjonsgevinster som tilleggsnytte til standard trafikantnytte. Dette gir også en representasjon av hvor viktig det er å inkludere virkningene i forhold til den samlede nytten av prosjektet.

Figur 7 viser betydelige forskjeller i beregningsresultater. Selv som gjennomsnittsverdi varierer tilleggsnyttene fra 10–20 prosent til over 150 – og da ser vi bort fra beregninger med høyere tilleggsnytte enn 250 prosent. Det er imidlertid stor forskjell i antall beregninger utført per miljø

---

<sup>16</sup> Den aggregerte elastisiteten er summen av elastisitetene på den intensive og ekstensive marginen. Etter vår vurdering hadde det vært riktigere å benytte et veid gjennomsnitt med andelene fra den intensive og den ekstensive marginen som vekt.



og hvilke typer prosjekter miljøene har sett på. Noe av grunnen til variasjonen kan derfor ligge i at noen miljøer har sett på prosjekter hvor agglomerasjonsgevinstene er store. Dette gjelder spesielt prosjekter som knytter store byer tettere sammen eller prosjekter som øker det funksjonelle arbeidsmarkedet til en storby. Vi går derfor nærmere inn på disse tallene.

Tabell 6 Tabell 7 viser antall beregninger, gjennomsnitt, median og høyeste og laveste verdi for skattevirkningene fra økt arbeidstilbud. De 23 beregninger er fordelt på 4 for COWI, 5 fra Oslo Economics og 14 fra Vista Analyse.

Tilleggsnyttien fra skattevirkninger er så å si neglisjerbar i forhold til trafikantnyttien. Hvis vi fokuserer på analysene til Vista, som er best dokumentert og har best støtte fra litteraturen, er tilleggsnyttien på bare noen få prosent. Hvis vi bare ser på virkningene fra beregningene som ble gjort for Nye Veier (Vista Analyse, 2016c) ligger tilleggseffekten på mellom 1 og 2 prosent for alle prosjektene. Som påpekt i kapittel 6.5 benytter denne beregningen et relativt høyt anslag på arbeidstilbudselastisiteten, likevel er altså bidraget så å si neglisjerbart.

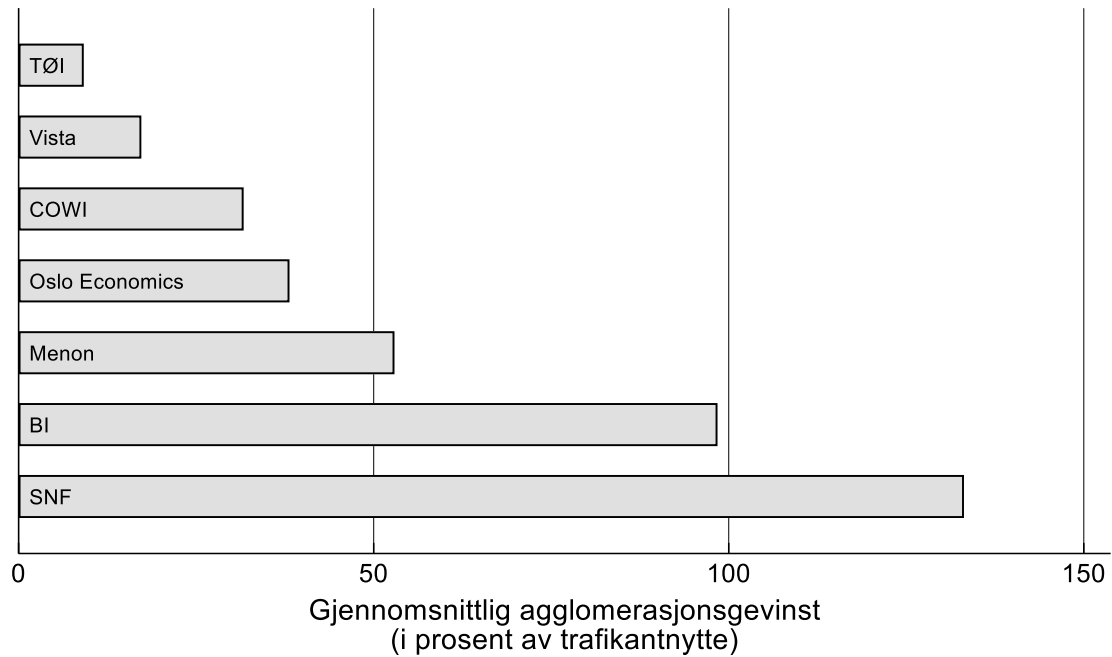
**Tabell 7 Skattevirkning fra økt arbeidstilbud i prosent av trafikantnytte**

Miljø	Beregninger	Gjennomsnitt	Median	Maks.	Min.
COWI	4	1	0	4	0
Oslo Economics	5	4	1	16	0
Vista Analyse	14	3	2	11	1
Total	23	3	2	16	0

7 viser ytterligere detaljer i de ulike beregningene av agglomerasjonsgevinster i prosent av trafikantnyttien, for de åtte ulike miljøene. Vi skiller her mellom Oslo Economics, Menon og BI siden de gjør litt ulike forutsetninger i beregningene. Kolonnene i tabellen viser antall beregninger per miljø samt gjennomsnitt, median, minste og høyeste verdi.

Flest beregninger er gjort av TØI og Vista Analyse med rundt 15 hver. De andre miljøene har gjort mellom 2 og 7 beregninger. Beregningene er også gjort for ulike år og endringer i modellene har nok bidratt til noe variasjon i resultatene. De tidligste resultatene er fra 2012, og det er ganske mange resultater fra dette året. I tillegg er det en blokk med beregninger fra 2015–2016, med beregninger gjort for transportetatene (Statens vegvesen, AVINOR, Jernbaneverket og Kystverket) i forbindelse med NTP 2018–2029 samt beregninger gjort for Nye Veier.

De klart høyeste verdiene er beregnet av de to miljøene fra BI og SNF. Begge BI miljøene har utelukkende sett på ferjefri E39 mellom Trondheim og Stavanger. De aller største verdiene de beregner er for Rogfast. Her er den årlige agglomerasjonsgevinsten høyere enn nåverdien av trafikantnytte over hele 40-årsperioden. De finner forøvrig øvrig svært høye verdier for andre strekninger langs E39. SNF rapporterer også høye agglomerasjonsgevinster i om lag samme størrelsesorden som for BI.



Merknad: Figuren viser gjennomsnittlig beregnet agglomerasjonsgevinst i forhold til trafikantnytte. Beregninger med tilleggsvirkninger på over 250 prosen er utelatt. Antall beregninger og type prosjekt varierer.

#### Figur 7 Gjennomsnittlig agglomerasjonsgevinst i prosent av trafikantnytte

Resultatene fra de andre miljøene (COWI, Menon, Oslo Economics, Vista Analyse og TØI) er betydelig lavere. Gjennomsnittverdiene ligger mellom 10 og 53 prosent. Det er imidlertid betydelige forskjeller mellom minste og høyeste anslag innad i miljøene. Vi analyserer disse forskjellene nærmere per miljø.

Beregninger med COWIs modell gir i gjennomsnitt en tilleggsnytte fra agglomerasjonsgevinster på 32 prosent. Medianen er imidlertid klart lavere og ligger på 11 prosent. Årsaken til dette er et høyt anslag for Ringeriksbanen, som er det klart høyeste tallet for COWI. Årsaken til de relativt lave anslagene til COWI er trolig en relativt rask avstandsforvitring og bruk av bruttolønn som produktivetsmål.

Beregninger av Vista viser et tillegg fra agglomerasjonsnytte på nesten 20 prosent. Hovedforskjellen i forhold til COWI, Menon og Oslo Economics ligger i betydelig lavere maksimalverdier. Til tross for at de har gjort 15 ulike beregninger ligger det høyeste anslaget på kun 29 prosent.

Beregningene til Menon og Oslo Economics en del høyere enn Vista sine resultater og litt høyere enn COWI sine. Sammenlignet med COWI er årsaken til dette en betydelig tregere avstandsforvitring og bruk av bruttoprodukt som produktivetsmål. Sammenlignet med Vista Analyse er det trolig tregere avstandsforvitring som gjør at beregningene viser høyere effekt.

**Tabell 6 Deskriptive statistikk for agglomerasjonsgevinst i prosent av trafikantnytte etter miljø**

Miljø	Beregninger	Gjennomsnitt	Median	Maks	Min.
BI	2	98	98	123	74
BI (Sasson og Reve)	2	1185	1185	2130	241
COWI	7	32	11	137	1
Menon	5	53	69	107	6
Oslo Economics	5	38	20	125	7
SNF	3	133	103	202	95
TØI	17	9	10	24	0
Vista Analyse	15	18	18	29	4
Total	56	71	16	2130	0

*Merknad:* Tabellen viser agglomerasjonsgevinst som prosent av trafikantnytte. Tabell V1 i vedlegget viser bakgrunnstallene. 4 beregninger er utelatt på grunn av manglende trafikantnytte.

\*Vi inkluderer bare to beregninger fra dette miljøet, men det finnes flere.

TØI har lavest agglomerasjonsgevinst. TØI har også den lavest maksimale effekten med 24 prosent. Hvis vi studerer nøye prosjektene hvor flere miljøer har beregnet agglomerasjonsgevinsten (prosjektene beregnet i forbindelse med NTP 2018 – 2029) ligger beregningene fra TØI både lavere og høyere enn for de andre konsulentene. Det er heller ingen åpenbar sammenheng når det gjelder hvilke prosjekttyper TØI kommer ut lavere eller høyere enn de andre miljøene.

## 6.7 BEREGNINGRESULTATER – SKATTEVIRKNING FRA ØKT ARBEIDSTILBUD

Vi har også analysert forskjeller i betydningen av arbeidstilbudsvirkninger. Her er det vesentlig færre bidrag. Vår gjennomgang har identifisert 23 beregninger fra COWI, Vista Analyse og Oslo Economics. Vi presenterer også disse i prosent av beregnet trafikantnytte. Tilleggsnyttene fra økt arbeidstilbud er vesentlig lavere enn agglomerasjonsgevinstene og gir, stort sett, bare ett tillegg på noen få prosent.

Tabell 7 viser antall beregninger, gjennomsnitt, median og høyeste og laveste verdi for skattevirkningene fra økt arbeidstilbud. De 23 beregninger er fordelt på 4 for COWI, 5 fra Oslo Economics og 14 fra Vista Analyse.

Tilleggsnyttene fra skattevirkninger er så å si neglisjerbar i forhold til trafikantnyttene. Hvis vi fokuserer på analysene til Vista, som er best dokumentert og har best støtte fra litteraturen, er tilleggsnyttene på bare noen få prosent. Hvis vi bare ser på virkningene fra beregningene som ble gjort for Nye Veier (Vista Analyse, 2016c) ligger tilleggseffekten på mellom 1 og 2 prosent for alle prosjektene. Som påpekt i kapittel 6.5 benytter denne beregningen et relativt høyt anslag på arbeidstilbudselastisiteten, likevel er altså bidraget så å si neglisjerbart.

**Tabell 7 Skattevirkning fra økt arbeidstilbud i prosent av trafikantnytte**

Miljø	Beregninger	Gjennomsnitt	Median	Maks.	Min.
COWI	4	1	0	4	0
Oslo Economics	5	4	1	16	0
Vista Analyse	14	3	2	11	1
Total	23	3	2	16	0

## 7 ANDRE LANDS RETNINGSLINJER FOR NETTO RINGVIRKNINGER

Flere kartlegginger er gjort på andre lands håndtering av netto ringvirkninger. Wangsness m. fl. (2014) gir en inngående beskrivelse av hvordan netto ringvirkninger bearbeides i 22 land og arbeidet ble videre supplert i Wangsness m. fl. (2017). Deres funn viser at det er stor spredning i hvordan ulike land håndterer netto ringvirkninger gjennom sine veiledere. Videre finner de at Storbritannias metodeanbefalinger ligger til grunn for anbefalingene i mange andre land, men at det er lav konsensus rundt anbefalinger og beregningsmetoder. I sin beskrivelse av anvendte metoder tydeliggjøres det et stort sprik i ulike tilnærminger. I tillegg benytter de ulike tilnærmingerne ulike inndata avhengig av tilgjengelighet og modelloppsett. Vista analyse (2016b) har også gjort en kartlegging og forenklet oversikt som igjen bygger på arbeidet til Wangsness m.fl. (2016) og Wangsness m.fl. (2014). Her gir en kortfattet oversikt over landene som har de mest omfattende veilederne for beregning av netto ringvirkninger av transportforbedringer.

Storbritannia har et omfattende rammeverk for beregning av netto ringvirkninger. Det er utarbeidet egne veiledningsdokumenter for agglomerasjonsvirkninger (produktivitet), arbeidstilbudsvirkninger og imperfekte markeder (DfT, 2017a). Vi fokuserer her på beregning av agglomerasjonsgevinst (produktivitet), med retningslinjene fra (DfT, 2017c).

Veilederen anbefaler beregning av agglomerasjonsvirkninger ved hjelp av endring i gjennomsnittlig generaliserte reisekostnader mellom alle soner. I beregningen av generaliserte reisekostnader inngår både ulike transportformer og reiseformål. Det skilles mellom næringsstruktur ved å benytte ulike elastisiteter, og avstandsfølsomhet, for ulike næringer. Parameterene tas fra Graham m. fl. (2009) og per konsekvens utelates all offentlig virksomhet fra beregningsgrunnlaget. Som produktivetsmål benyttes regionalt bruttoprodukt og den geografiske avgrensning er «Local Authority District» (LAD). I en gjennomsnittlig LAD er det 76 tusen sysselsatte, dette nivået tilsvarer dermed omtrentlig kommunenvået for Norge. Det er også laget et dataset – som er fritt tilgjengelig – hvor mye av datagrunnlaget fremgår.<sup>17</sup> Det eneste som mangler er de generaliserte reisekostnadene, som må beregnes per prosjekt.

<sup>17</sup> <https://www.gov.uk/government/publications/webtag-economic-impacts-worksheets>

I den *nederlandske* veilederen er regionale SCGE-modeller anbefalt for beregning av agglomerasjonsvirkninger (Ministerie van Verkeer en Waterstaat/ Ministerie van Economische Zaken, 2004, referert i Wangsnes og Hansen, 2014).

I *New South Wales, Australia* benyttes også en metode basert på endringer i generaliserte kostnader. De benytter også produktivitetselastisiteter mhp sysselsettingstetthet som er beregnet for de enkelte delområdene, men sysselsettingstettheten pr. område beregnes ved hjelp av regionale likevektsmodeller. Derfor kan de virke som om deres tilnærming også fanger opp virkninger som kan minne om relokalisering til mer produktive jobber i sin agglomerasjonsberegning (TfNSW 2014, referert i Bruvoll m.fl. 2016).

I *Frankrike* anbefales det å beregne endring i funksjonell bystørrelse ved hjelp av LUTI-modeller, dvs modeller som fanger opp sammenhengen mellom arealutvikling og transporttettersspørsmål. Deretter beregnes produktivitetsvirkninger ved hjelp av estimerte elastisiteter, på tilsvarende måten som i DfT-metoden. Produktivitetsøkningen legges avslutningsvis til netto nåverdi (Wangsnes m. fl., 2014).

Veilederne for delstatene i *USA* anbefaler å beregne agglomerasjonsvirkningene med utgangspunkt i prosentvis endring i funksjonell bystørrelse og tilhørende produktivitetselastisitet. I tillegg ser de på tilkobling mellom ulike reisemidler ved ulike godsterminaler sammen med en tilhørende elastisitet (Wangsnes m. fl., 2014; Vista analyse, 2016b).

*Sveits* benytter et indikatorsett for attraktivitet og tilgjengelighet. Disse minner om agglomerasjonsvirkninger og bygger på reduserte reisetider, og tilgjengelighet for bysentra, som bygger på reduserte reisetider, innbyggere i bysentrum og distanser mellom steder (Wangsnes m. fl., 2014; Vista analyse, 2016b).

---

## 8 ANBEFALINGER

---

I denne rapporten har vi gjennomgått det eksisterende teoretiske og empiriske grunnlaget for netto ringvirkninger av transportforbedringer. Primært har formålet vært å gi et beslutningsunderlag for en metodikk som kan benyttes av alle transportetatene i NTP 2022–2033.

På bakgrunn av gjennomgangen i denne rapporten gir vi tre anbefalinger:

1. Vi anbefaler å kun inkludere beregning av agglomerasjonsgevinster.
2. Vi anbefaler å beregne agglomerasjonsgevinster ved bruk av en tetthetsmodell. Med tetthetsmodell mener vi en modell hvor produktivitetsnivået i områder påvirkes av effektive sysselsettingstetthet.
3. Vi anbefaler bruk av generaliserte reisekostnader som avstandsmål for å kunne benytte metoden på tvers av transportformer.

Nedenfor gir vi nærmere utdyping for våre tre anbefalinger.

### 8.1 BEGRUNNELSE FOR Å INKLUDERE KUN AGGLOMERASJONGEVINSTER

Gjennomgang av ulike kilder (eksternaliteter) som gir opphav til netto ringvirkninger identifiserer vi flere kilder. De best dokumenterte er agglomerasjonsvirkninger, skattevirkninger fra økt arbeidstilbud og reduksjon i graden av imperfekt konkurranse.

Det empiriske grunnlaget for påvirkning av konkurranseforhold er for tynt til at det kan innlemmes i et standardisert rammeverk. Etter vår kjennskap er det ingen studier som direkte undersøker dette på norske forhold. Det finnes imidlertid noen få resultater fra andre land, men overføringsverdien til norske forhold er høyst usikker.

Skattevirkninger fra økt arbeidstilbud har blitt beregnet av flere miljøer, men usikkerhet rundt metodikk og et beskjedent bidrag til trafikantnytte gjør at vi ikke anbefaler at slike virkninger skal beregnes med grunnlag dagens kunnskapsbase. I de fleste beregninger på norske forhold bidrar disse virkningene til kun påslag på noen få prosent til den tradisjonelle trafikantnytt.

Agglomerasjonsgevinster har en solid teoretisk forankring og det er gjennomført en rekke beregninger med dette som utgangspunkt. I flere tilfeller gir dette vesentlige tillegg til trafikantnytt.

### 8.2 BEGRUNNELSE FOR BRUK AV TETTHETSMODELL

Vår vurdering er at det er to eksisterende modeller for agglomerasjonsgevinster som har et tilstrekkelig teoretisk fundament: tetthetsmodellene og TØIs SCGE-model. Basert på nåværende kunnskap mener vi tetthetsmodellene er mest egnet på det nåværende tidspunkt. De gir (relativt) gjennomsiktede beregninger av virkningene og kan i prinsippet brukes for alle fagmiljøer. SCGE-modellen er vesentlig mer komplisert og krever en rekke forutsetninger som er vanskelig å overskue. Denne modellen kan også kun benyttes av ett fagmiljø slik det er nå. SCGE-

modellen har imidlertid noen attraktive egenskaper ved at lokaliseringsbeslutninger for folk og bedrifter bestemmes innad i modellen. I tetthetsmodellene holdes befolknings- og bedriftsmønsteret fast. Det er imidlertid ikke dokumentert at disse tilleggsmekanismene vil bidra til en vesentlig endring av beregningsresultatene. En annen ulempe med SCGE-modellen er at beregningene ikke direkte kan sammenlignes med de tradisjonelle trafikantnytteberegningene.

### **8.3 BEGRUNNELSE FOR BRUK AV GENERALISERTE REISEKOSTNADER**

For at det skal være mulig å analysere alle transportformer i samme rammeverk behøves bruk av generaliserte reisekostnader. De inkluderer både tids- og avstandskostnader, herunder i prinsippet køkostnader i byområder og transportmidlenes ulike egenskaper når det gjelder mulighet for å jobbe underveis. Ved bruk av generaliserte reisekostnader kan den effektive sysselsettingstettheten beregnes ved å vekte i henhold til reisemiddelvalg på ulike strekninger. Bruk av generaliserte reisekostnader krever imidlertid store mengder data. Disse kan imidlertid hentes ut fra de regionale transportmodellene. Dette opplegget vil også gi en stor grad konsistens av beregningene av agglomerasjonsgevinster sett i forhold til trafikantnytt, som beregnes ved hjelp av transportmodellene, enten direkte eller ved hjelp av tilgrensende verktøy, som EFFEKT.

## VEDLEGG: NORSKE BEREGNINGER AV NETTO RINGVIRKNINGER

**Tabell V1 Beregninger av netto ringvirkninger fra Norge**

Source	Project	Benefits (MNOK)		Agglomeration benefits in %
		Road Users	Agglomeration	
COWI (2012)	High-speed rail (rail)	1830	454	25
COWI (2013)	Hamar–Lillehammer (rail)	..	4200	..
COWI (2013)	Ringeriksbanen (rail)	10102	7400	137
COWI (2016b)	E134 Lierdiagonalen	..	1900	..
COWI (2016d)	E39 Stord–Os	34600	400	1
COWI (2016c)	E6 Åsen–Steinkjer	3447	200	6
COWI (2016a)	Rail Sørlandsbanen	523	208–264	45
COWI (2016e)	E6 Moelv Øyer syd	..	924	..
COWI (2016e)	E18 Dørdal–Tvedestrand	10045	54	1
COWI (2016e)	E18 Arendal–Grimstad	3052	322	11
<b>Vista</b>				
Vista Analyse (2012)	E39 Hordfast	12000	500	4
Vista Analyse (2016a)	E39 Ålesund–Molde	18400	5400	29
Vista Analyse (2016a)	Jærenbanen	1500	150	10
Vista Analyse (2016a)	E10 Svolvær–Å (road)	2200	400	18
Vista Analyse (2016a)	E16 Arna–Voss	11700	2000	17
Vista Analyse (2016a)	Rail Arna–Voss	3500	900	25
Vista Analyse (2016a)	E16 Arna–Voss + rail	13100	2600	20
Vista Analyse (2016c)	E39 Yttringveg Kristiansand	3419	667	20
Vista Analyse (2016c)	E39 Kr. sand V–Mandal Ø	7458	2012	27
Vista Analyse (2016c)	E39 Mandal øst–Vigeland	7563	1204	16
Vista Analyse (2016c)	E18 Langangen–Rugtvedt	4524	203	5
Vista Analyse (2016c)	E6 Ulsberg–Prestteigen	3300	285	9
Vista Analyse (2016c)	E6 Prestteigen–Skjerdingstad	3036	500	17
Vista Analyse (2016c)	E6 Ranheim–Værnes	1772	425	24
Vista Analyse (2016c)	E6 Kvithamar–Åsen	7643	1819	24
<b>Menon</b>				



Source	Project	Benefits (MNOK)		Agglomeration benefits in %
		Road Users	Agglomeration	
Menon (2016)	E39 Kristiansand V–Fardal	..	2070–9200	..
Menon (2016)	E6 Ranheim–Åsen*	9318	13800–6100	107
Menon (2016)	E18 Langangen–Rugtvedt*	4524	4300–1900	69
Menon (2016)	E6 Ulsberg–Melhus*	6374	6300–2800	72
Menon (2016)	E18/E39 Ytre Ringvei, Kr. sand*	5784	50–200	6
Menon (2017a)	E39 Ålesund–Molde	22320	1600–3700	120
<b>Oslo Economics</b>				
Oslo Economics (2015a)	E16 Sandvika–Hønefoss	6438	1900	30
Oslo Economics (2015a)	Ringeriksbanen—RRB (rail)	5530	380	9
Oslo Economics (2015a)	E16 Sandvika–Hønefoss+ RRB	9580	1900	20
Oslo Economics (2015b)	Stad ship tunnel (sea)	1100	100	9
Oslo Economics (2015c)	Østfoldbanen (rail)	500	627	125
<b>SNF</b>				
Norman og Norman (2013)	E39 Nordfjord (midtre trasé)	16623	17125	103
Norman og Norman (2012)	E39 Ålesund–Molde	22320	45000	202
Heum m. fl. (2011)	E39 Hordfast and Rogfast	8320	13263	159
<b>BI</b>				
Heggedal m. fl. (2014)	E39 Hordfast	12000	6634	47
Heggedal m. fl. (2014)	E39 Rogfast	9000	17237	123
Hansen og Johansen (2016)	Østfoldbanen (rail)	500	80	16
Hansen m. fl. (2014)	New Oslofjord link	2265	25	1
Hansen (2015)	E39 (yearly)	694	2,4	0.3
Hansen og Johansen (2016)	Rail Jærenbanen (rail)	1460	349	24
Hansen og Johansen (2016)	E6 Åsen–Steinkjer	3447	376	11
Hansen og Johansen (2016)	E39 Ålesund–Molde	16129	2161	13
Hansen og Johansen (2016)	E39 Stord–Os	34600	4187	12
Hansen og Johansen (2016)	Stad ship tunnel (sea)	490	28	6
Hansen og Johansen (2016)	E10 Svolvær–Å	2241	56	3
Hansen og Johansen (2016)	E10 Svolvær–Å (air)	1614	63	4
Hansen og Johansen (2016)	E10 Svolvær–Å (road+air)	3855	119	3
Hansen og Johansen (2016)	E16 Arna–Voss	8774	942	11

Source	Project	Benefits (MNOK)		Agglomeration benefits in %
		Road Users	Agglomeration	
Hansen og Johansen (2016)	Rail Arna–Voss	8250	750	21
Hansen og Johansen (2016)	E16 Arna–Voss + rail	16341	1961	12
Hansen og Johansen (2016)	E16 Sandvika–Hønefoss	6438	565	9
Hansen og Johansen (2016)	Ringeriksbanen—RRB (rail)	5530	702	13
Hansen og Johansen (2016)	E16 Sandvika–Hønefoss + RRB	9580	920	10

*Merknader:* Vi har valgt å bruke trafikanntyttetall uten bompenger for alle veiprojekter. Trafikanntytten er hovedsakelig tatt fra KS1 av prosjektet. Det er forutsatt at netto ringvirkningene skjer umiddelbart i alle analysene.

\* Middelerdi av beregnet spenn.

---

## REFERANSER

---

- Arzaghi, A. og Henderson, J. V. (2008). Networking off Madison Avenue. *Review of Economic Studies*, 75, 27.
- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23, 177-200.
- Aschauer, D. A. (1990). Highway capacity and economic growth. *Economic perspectives*, 14, 4-24.
- Baltagi, B. H. og Pinnoi, N. (1995). Public capital stock and state productivity growth: further evidence from an error components model. *Empirical Economics*, 20, 351-359.
- Blonigen, B. A. og Cristea, A. D. (2015). Air service and urban growth: Evidence from a quasi-natural policy experiment. *Journal of Urban Economics*, 86, 128-146.
- Blundell, R. (1992). Labour supply and taxation: a survey. *Fiscal studies*, 13, 25.
- Blundell, R., Bozio, A. og Laroque, G. (2011). Labor supply and the extensive margin. *American Economic Review*, 101, 482-86.
- Boarnet, M. G. (1998). Spillovers and the locational effects of public infrastructure. *Journal of Regional Science*, 38, 381-400.
- Carlsen, F., Rattsø, J. og Stokke, H. E. (2016). Education, experience, and urban wage premium. *Regional Science and Urban Economics*, 60, 39-49.
- Chetty, R., Guren, A., Manoli, D. og Weber, A. (2011). Are micro and macro labor supply elasticities consistent? A review of evidence on the intensive and extensive margins. *American Economic Review*, 101, 471-75.
- Combes, P.-P., Duranton, G. og Gobillon, L. (2008). Spatial wage disparities: Sorting matters! *Journal of Urban Economics*, 63, 723-742.
- Cowi (2012). Mernytte av samferdselsinvesteringer. Samferdselsdepartementet - Program for overordnet transportforskning.
- Cowi (2013). Mernytte av Ringeriksbanen. Forum nye beregnsbanen.
- Cowi (2016a). Netto ringvirkninger av jernbanetiltak mellom Kongsberg og Hokksund. Juni 2016.
- Cowi (2016b). Netto ringvirkninger av utbygging av E134 Lierdiagonalen. Mars 2016, Transportetatene.
- Cowi (2016c). Netto ringvirkninger av utbygging E6 Åsen - Steinkjer. Mars 2016, Transportetatene.
- Cowi (2016d). Netto ringvirkninger av utbygging E39 Stord - Os. Mars 2016, Transportetatene.

- Cowi (2016e). Netto ringvirkninger tre veistrekninger. November 2017, Nye veier.
- Cowi (2016f). Nettoringvirkninger Sørlandsbanen: Utredning Kongsberg - Hokksund. JUNI 2016, Transportetatene.
- D'costa, S. og Overman, H. G. (2014). The urban wage growth premium: Sorting or learning? *Regional Science and Urban Economics*, 48, 168-179.
- Dehlin, F., Halseth, A. og Samstad, H. (2012). Samferdselsinvesteringer og verdiskaping. *Samfunnsøkonomen*, 126, 38-44.
- Dft (2017a). TAG UNIT A2.1: Wider Economic Impacts Appraisal. Department of Transport (DfT). Transport Analysis Guidance (TAG), December 2017.
- Dft (2017b). TAG UNIT A2.3: Appraisal of Employment Effects. Transport Analysis Guidance (TAG), December 2017.
- Dft (2017c). TAG UNIT A2.4: Appraisal of Productivity Impacts. Department for Transport. Transport Analysis Guidance (TAG), December 2017.
- Duranton, G. og Puga, D. 2004. Chapter 48 Micro-foundations of urban agglomeration economies. In: HENDERSON, J. V. & JACQUES-FRANÇOIS, T. (eds.) *Handbook of Regional and Urban Economics*. Elsevier.
- Dwyer, L., Douglas, N. og Livaic, Z. (2004). Estimating the economic contribution of a cruise ship visit. *Tourism in marine environments*, 1, 5-16.
- Engebretsen, Ø. og Gjerdåker, A. (2010). Regionforstørring: Lokal virkninger av transportinvesteringer. TØI-rapport 1057/201.
- Fernald, J. G. (1999). Roads to prosperity? Assessing the link between public capital and productivity. *American Economic Review*, 619-638.
- Finn, M. G. (1993). Is all government capital productive? *FRB Richmond Economic Quarterly*, 79, 53-80.
- Fogel, R. W. (1963). *Railroads and American economic growth: essays in econometric history*. Johns Hopkins University.
- Gibbons, S., Lyytikäinen, T., Overman, H. G. og Sanchis-Guarner, R. (2012). New road infrastructure: the effects on firms. SERC discussion paper 117.
- Giroud, X. (2013). Proximity and investment: Evidence from plant-level data. *The Quarterly Journal of Economics*, 128, 54.
- Graham, D., J. (2007). Agglomeration, Productivity and Transport Investment. *Journal of Transport Economics and Policy*, 41, 317-343.
- Graham, D. og Melo, P. (2011). Assessment of wider economic impacts of high-speed rail for Great Britain. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 15-24.

- Graham, D. J. (2000). Spatial variation in labour productivity in British manufacturing. *International Review of Applied Economics*, 14, 323-341.
- Graham, D. J., Gibbons, S. og Martin, R. (2009). Transport investment and the distance decay of agglomeration benefits. London. draft report for the Department of Transport.
- Graham, D. J. og Van Dender, K. (2011). Estimating the agglomeration benefits of transport investments: some tests for stability. *Transportation*, 38, 409-426.
- Gramlich, E. M. (1994). Infrastructure Investment: A Review Essay. *Journal of Economic Literature*, 32, 1176-1196.
- Gutiérrez-I-Puigarnau, E. og Van Ommeren, J. N. (2010). Labour supply and commuting. *Journal of Urban Economics*, 68, 82-89.
- Hagen, K. P., Pedersen, K. R. og Tveter, E. (2014). Ringvirkninger av samferdselsinvesteringer.
- Hansen, W. (2015). Makroøkonomiske effekter av ferjefri E39 – en SCGE -modellanalyse. TØI-rapport 1411/2015.
- Hansen, W., Engebretsen, Ø., Thune-Larsen, H., Eriksen, K. S. og Østli, V. (2014). Regionale virkninger av ny Oslofjordkryssing. Underlagsrapport i konseptvalgutredningen (KVU) for kryssing av Oslofjorden. Transport økonomisk institutt.
- Hansen, W. og Johansen, B. G. (2016). Beregning av netto ringvirkninger på utvalgte prosjekter. NTP 2018-2029. Transport økonomisk institutt. TØI rapport 1471/2016.
- Heggedal, T.-R., Moen, E. R. og Riis, C. (2014). Samfunnsøkonomiske virkninger av fergefri E-39 Stavanger-Bergen. CENTER FOR RESEARCH IN ECONOMICS AND MANAGEMENT (CREAM) BI., CREAM Publication No. 2 - 2014.
- Heggedal, T.-R., Moen, E. R. og Riis, C. (2015). Arbeidstilbudsmodell. CENTER FOR RESEARCH IN ECONOMICS AND MANAGEMENT (CREAM) BI., No. 3-2015.
- Heum, P., Norman, E. B., Normann, V. D. og Orvedal, L. (2011). Tørrskodd på jobb: Arbeidsmarkedsvirkninger av ferjefritt samband Bergen - Stavanger. 33/12.
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø. og Uteng, T. P. (2014). *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14: nøkkelrapport*, Transportøkonomisk institutt.
- Holmgren, J. og Merkel, A. (2017). Much ado about nothing?—A meta-analysis of the relationship between infrastructure and economic growth. *Research in Transportation Economics*.
- Holte Consulting (2012). KS1 Stad skipstunnel. 13. mars 2012.
- Isacsson, G., Börjesson, M., Andersson, M. og Anderstig, C. (2015). The impact of accessibility on labor earnings. CTS Working Paper 2015:18.
- Lefors, M. (2014). The Role of Air Accessibility in Urban Development. *Unpublished manuscript*.

- Melo, P. C., Graham, D. J. og Brage-Ardao, R. (2013). The productivity of transport infrastructure investment: A meta-analysis of empirical evidence. *Regional Science and Urban Economics*, 43, 695-706.
- Melo, P. C., Graham, D. J. og Noland, R. B. (2009). A meta-analysis of estimates of urban agglomeration economies. *Regional Science and Urban Economics*, 39, 332-342.
- Menon (2016). Beregning av produktivitetseffekter. Menon-publikasjon Nr. 48/2016.
- Menon (2017a). Produktivetsgevinster av ny E39 mellom Ålesund og Molde. MENON-PUBLIKASJON NR. 19/2017.
- Menon (2017b). Ringvirkninger av Hurtigrutens virksomhet langs norskekysten. MENON-PUBLIKASJON NR. 54/2016.
- Ministerie Van Verkeer En Waterstaat/ Ministerie Van Economische Zaken (2004). Indirecte Effecten Infrastructuur-projecten-Aanvulling op de leidraad OEI.
- Norkvelde, M. og Reve, T. (2013). Ferjefri E39: Næringsliv og verdikaping.
- Norman, E. B. og Norman, V. D. (2012). Mørebyen? Virkninger for arbeidsmarkeder og verdiskapning av ferjefri E39 fra Nordfjord til Kristiansund. SNF, 2012.
- Norman, E. B. og Norman, V. D. (2013). Ett Nordfjord? Virkninger for arbeidsmarkeder og verdiskapning av E39 gjennom Nordfjord. Samfunns- og næringslivsforskning AS (SNF). Rapport 06/13.
- Oslo Economics (2015a). Netto ringvirkninger av Ringeriksbanen og E16 Sandvika-Hønefoss. 2015/43.
- Oslo Economics (2015b). Netto ringvirkninger av Stad skipstunnel. Oslo Economics.
- Oslo Economics (2015c). Netto Ringvirkninger av ytre InterCity - Østfoldbanen. 2015/44.
- Pereira, A. M. (2000). Is all public capital created equal? *Review of Economics and Statistics*, 82, 513-518.
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard business review*, 68, 73-93.
- Puga, D. og De La Roca, J. (2012). Learning by working in big cities. *Review of Economic Studies*, 84, 106--142.
- Rosenthal, S. S. og Strange, W. C. 2004. Chapter 49 Evidence on the nature and sources of agglomeration economies. In: HENDERSON, J. V. & JACQUES-FRANÇOIS, T. (eds.) *Handbook of Regional and Urban Economics*. Elsevier.
- Sanchis-Guarner, R. (2014). Driving up Wages: The Effects of Road Construction in Great Britain. Working Paper, February 2014.
- Sasson, A., Nordkveld, M. og Reve, T. (2014). Ferjefri E39 - næringsøkonomiske gevinster ved fjordkryssing. Forskningsrapport 3/2014.

- Serc (2009). Strengthening economic linkages between Leeds and Manchester: feasibility and implications: full report. November 2009.
- Sheard, N. (2014). Airports and urban sectoral employment. *Journal of Urban Economics*, 80, 133-152.
- Tveter, E. (2018a). Commuting as an Indicator of Wider Economic Benefits of Transport Improvements: Evidence from the Eiksund Connection. Unpublished.
- Tveter, E. (2018b). Transport Network Improvements: The Effects on Wage Earnings. Working paper. January 2018.
- Tveter, E., Welde, M. og Odeck, J. (2017). Do Fixed Links Affect Settlement Patterns: A Synthetic Control Approach. *Research in Transportation Economics*.
- Van Ommeren, J. N. og Gutiérrez-I-Puigarnau, E. (2011). Are workers with a long commute less productive? An empirical analysis of absenteeism. *Regional Science and Urban Economics*, 41, 1-8.
- 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.
- Venables, A. J. (2017). Incorporating wider economic impacts within cost-benefit appraisal. *ITF Roundtable Reports Quantifying the Socio-economic Benefits of Transport*, 109.
- Venables, A. J., Laird, J. og Overman, H. (2014). Transport investment and economic performance: Implications for project appraisal. Paper commissioned by UK Department for Transport.
- Vickerman, R. W. (1994). The Channel Tunnel and regional development in Europe: an overview. *Applied Geography*, 14, 9-25.
- Vista Analyse (2012). Produktivitetsvirkninger av veiprosjekter: Vurdering av metode og eksempel fra E39. 2012/18.
- Vista Analyse (2016a). Netto ringvirkninger i fire infrastrukturprosjekt. Rapport 2016/01.
- Vista Analyse (2016b). Netto ringvirkninger i vegprosjekter: Teori og utenlandske erfaringer. Vista analyse og Møreforskning Molde,. Rapport 2016/51.
- Vista Analyse (2016c). Netto ringvirkninger i åtte prosjekter i Nye Veiers portefølje.
- Wangsness, P. B., Rødseth, K. L. og Hansen, W. (2014). *22 lands retningslinjer for behandling av netto ringvirkninger i konsekvensutredninger : en litteraturstudie*, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Wangsness, P. B., Rødseth, K. L. og Hansen, W. (2017). A review of guidelines for including wider economic impacts in transport appraisal. *Transport Reviews*, 37, 94-115.
- Welde, M., Tveter, E. og Odeck, J. (2017). Trafikkprognoser og trafikkutvikling i ferjeavløsningsprosjekter. Concept, NTNU. Arbeidsrapport, Desember 2017.







**MØREFORSKING**

MOLDE

MØREFORSKING MOLDE AS

Britvegen 4

NO-6410 Molde

TEL +47 71 21 40 00

mfm@himolde.no

www.moreforsk.no

NO 984 369 344



**MØREFORSKING**

**COWI**



**Høgskolen i Molde**  
Vitenskapelig høgskole i logistikk

---