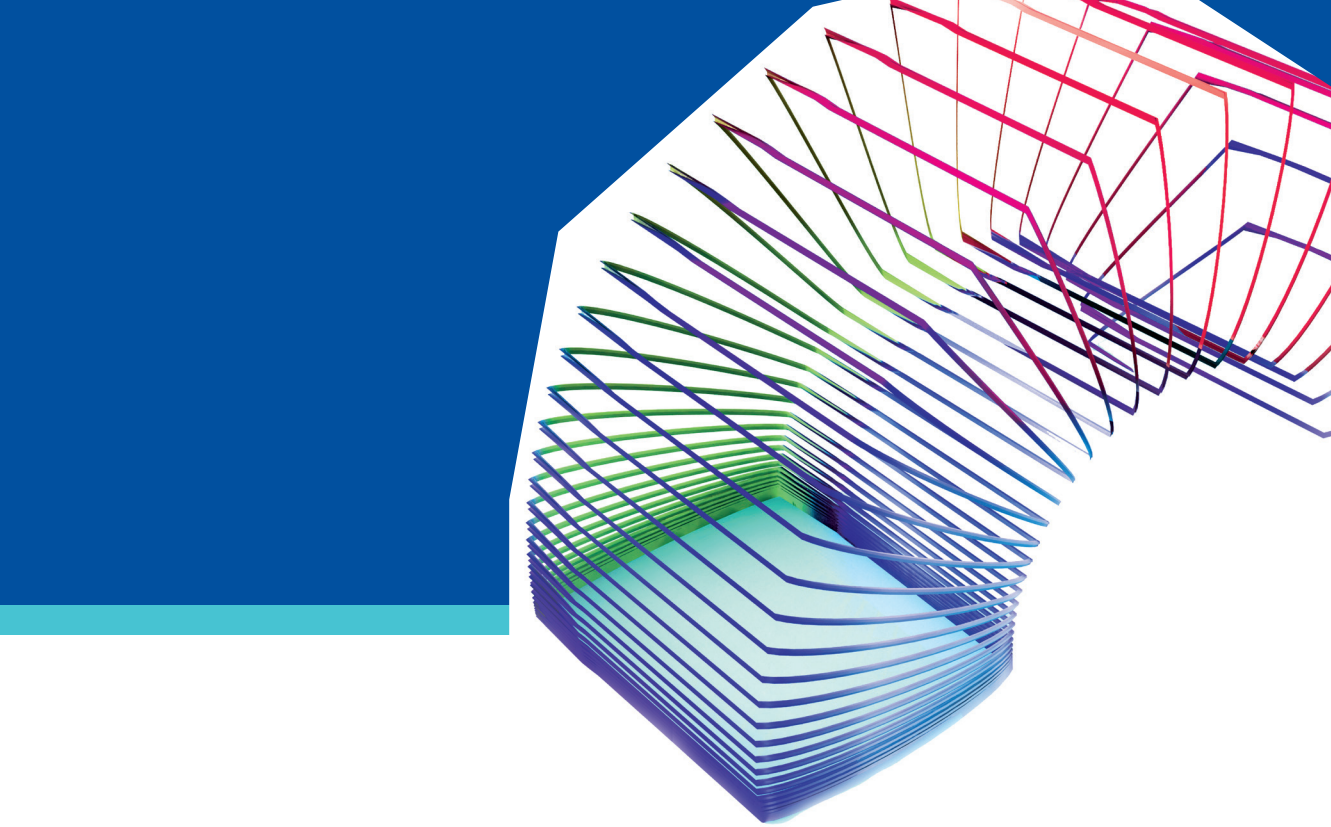




Rasmus Bøgh Holmen

Grunnlaget for ex ante-evalueringer av nettoringvirkninger fra transportinvesteringer i Norge



CONCEPT TEMAHEFTE NR. 17

Rasmus Bøgh Holmen

Grunnlaget for ex ante-evalueringer av nettoringvirkninger fra transportinvesteringer i Norge

CONCEPT TEMAHEFTE **NR. 17**

Om forfatteren

Rasmus Bøgh Holmen er seniorforsker ved Transportøkonomisk institutt (TØI). Han er spesialisert innen produktivetsforskning og samfunnsvirkninger av infrastruktur, herunder nettoringsvirkninger av samferdselsinvesteringer. Som samfunnsøkonom med bakgrunn i konsulentbransjen har Holmen en relativt generisk kompetanseprofil i bunn med et visst fokus på kryssningen mellom nærings- og regionaløkonomi.

Desember 2020 ble han tildelt en doktorgrad fra Handelshøyskolen BI etter å ha forsvart avhandlingen «*Productivity og mobility*», altså «*Produktivitet og mobilitet*» på norsk. Holmen påbegynte sine doktorgradsstudier som seniorøkonom ved Menon Economics, men skiftet underveis arbeidsgiver til TØI. I dag er han ansatt som seniorforsker ved TØI.

Forfatteren ønsker å takke Gro Holst Volden og Morten Welde ved Forskningsprogrammet Concept og Askill Harkjerr Halse, Kjetil Haukås og Wiljar Hansen ved TØI for gjennomlesing og nyttige innspill i forbindelse med temaheftet.

Kontakt: rbh@toi.no, tlf. 98 48 00 12

Rettighetene til innholdet i dette skrevet er forfatterens. Heftet er utgitt med støtte fra forskningsprogrammet Concept.

Dato: september 2021

Utgiver: Ex ante akademisk forlag

Adresse:

Concept-programmet

Høgskoleringen 7A

7491 TRONDHEIM

ISBN: 978-82-8433-012-9 (papirversjon)

ISBN: 978-82-8433-013-6 (nettversjon)

Informasjon om Concept-programmet: www.ntnu.no/concept



Om doktorgradsarbeidet

I det følgende gis en kort oversikt over Holmens doktoravhandlingen, som dette temaheftet i stor grad er basert på.

I sin doktorgradsavhandling «*Produktivitet og mobilitet*» studerer Holmen sammenhengene mellom produktivitet og mobilitet fra ulike innfallsvinkler. Produktivitet er et gjennomgangstema i den økonomiske debatten, fordi produktivitetsvekst utgjør nøkkelen til økonomisk vekst og forbedrede levestandarder over tid. Mobilitet utgjør en potensiell viktig driver for produktivitetsvekst og kan blant annet tilrettelegges for gjennom IKT-infrastruktur og transportinfrastruktur. Produktivitet defineres som forholdet mellom produksjon og produksjonsinnsats, mens mobilitet defineres som aktørers muligheter til å samhandle med hverandre. I produksjonsestimering vil også neglisjering av forhold knyttet til mobilitet kunne resultere i målefeil.

I introduksjonen i kapittel 1 redegjør Holmen for produktivitsutviklingen i Norge og verden gjennom tidene og utsiktene fremover, samt teori forbundet med økonomisk vekst og produktivitsmåling. Mot slutten av kapittelet knytter han problemstillingene forbundet med stimulering og måling av produktivitet til mobilitetsaspektet.

De to påfølgende kapitlene utgjør bakgrunnsartikler i Holmens doktorgrad. Kapittel 2 gir en gjennomgang av forskningslitteraturen knyttet til økonomiske, sosiale, miljømessige og politiske virkninger av tiltak i transportsektoren med fokus på virkninger som ikke er med i kost-nytteanalysene. I kapittel 3 presenteres en kartlegging av status og utvikling for evalueringer av transportprosjekter og hvordan disse følges opp i praksis. Av kartleggingene fremgår det at nettoringsvirkninger har blitt viet mye oppmerksomhet i senere år, både innenfor forskning og i videreutvikling av evalueringsmetodikken. Det førstnevnte kapittelet er skrevet i samarbeid med Wiljar Hansen ved TØI, mens det sistnevnte kapittelet er skrevet i samarbeid med Benjamin Biesinger ved Austrian Institute of Technology i Østerrike og Ivo Hindriks ved Panteia i Nederland.

De fire neste kapitlene representerer doktorgradens empiriske arbeider og utgjør avhandlingenes hovedartikler. De to første av disse omhandler måling av produktivitet når mobilitetsaspektet er en nøkkelingrediens. I kapittel 4 undersøker Holmen hvordan prosedyrer og bruk av aggregerte data i kapitalestimering påvirker produksjonsestimeringen og derigjennom estimerer for produktivitsveksten. Skillet mellom mobil kapital – som maskiner, utstyr, transportmidler og immateriell kapital – og immobil kapital – som bygg, anlegg og tomter – viser seg å være viktig her.

I kapittel 5 undersøker Holmen produktivitet innenfor veibygging sammen med Kenneth Rødseth ved TØI, og Finn Førsund og Sverre Kittelsen ved Frischsenteret. I likhet med andre studier av bygg- og anleggsektoren finner de en svak produktivitsutvikling i sektoren. Store prosjekter og prosjekter i sentrale strøk kommer ut som kostbare, selv etter at man har korrigert for

en rekke kontekstuelle forhold. Dette kapittelet bygger for øvrig videre på Rødseth med flere (2019), en Concept-rapport om produktivitet i veibygging.

Avhandlingens to siste artikler vedrører produktivitetsvirkninger fra utbygginger av infrastruktur som øker aktørers mobilitet. I kapittel 6 studerer Holmen om og eventuelt hvordan store veiutbygginger langs Sørlandskysten har bidratt til høyere markedstilgang og produktivitet i omkringliggende virksomheter. Han finner ingen effekter på virksomhetsnivå og at reallokeringseffektene er nokså begrensede og i stor grad knyttet til pendling. I kapittel 7 ser Holmen og Per Botolf Maurseth fra Handelshøyskolen BI på produktivitetsimpulser fra oppgradering av bredbåndsinfrastruktur. De utnytter historiske fiberpunkter og arealkompleksitet for å korrigere for at noe av utbyggingen er markedsstyrt. De finner ikke produktivitetsimpulser i næringslivet fra innførselen av mellom- og høyhastighetsbredbånd på begynnelsen av 2010-tallet, men fra innførselen av basisbredbånd på 2000-tallet.

I kapittel 8 sammenfattes de viktigste funnene i avhandlingen. Videre pekes det på politikimplikasjoner og mulige temaer for videre forskning.

Holmens avhandling ble levert til evalueringskomiteen 5. august 2020 og forsvart offentlig 18. desember 2020. I forbindelse med disputasen holdt han også en prøveforelesning under temaet «*Kausalitet og metodevalg i estimeringen av produktivitetseffekter av infrastruktur*».

Med bakgrunn i doktorgradsavhandlingen og dens relevans for norske samferdselsinvesteringer har Forskningsprogrammet Concept bedt Holmen om å skrive dette temaheftet om «*Grunnlaget for ex ante-evalueringer av nettoringvirkninger fra transportinvesteringer i Norge*». Temahefteserie til Forskningsprogrammet Concept gir populærvitenskapelige fremstillinger av ulike temaer.

Dette temaheftet tar ikke for seg alle temaene i Holmens doktorgrad, men begrenser seg til de delene som angår nettoringvirkninger forbundet med transportinvesteringer. I avhandlingen blir da særlig kapittel 6 relevant, men også kapitlene 1 til 3. I tillegg er elementer fra prøveforelesningen benyttet. Temaheftet går i tillegg nærmere inn på norsk evalueringspraksis og andre studier gjennomført på norske forhold. Den tilbyr også enkelte pedagogiske forklaringer på nøkkelbegreper knyttet til studier av nettoringvirkninger, som ikke er gitt i avhandlingen.

Innhold

Om forfatteren	1
Om doktorgradsarbeidet	2
Innhold	4
1. Overordnede konklusjoner	6
2. Bakgrunn	9
3. Teoretisk fundament	11
3.1 Nøkkelbegreper	11
Transportevaluerings behandling av effekter	11
Nettoringsvirkninger	13
Mernytte	13
Økonomiske sekundærmarkedsvirkninger	14
Bredere økonomiske effekter	15
Sammenhengen mellom nettoringsvirkninger og tilgrensende begreper	15
3.2 Teoretiske forklaringer	16
Lokaliseringsvirkninger	17
Direkte transportkostnadsbesparelser	18
Strukturelle primærmarkedsvirkninger	18
Nettoringsvirkninger fra primærmarkedene	19
Konkurransevirkinger	19
Agglomerasjonsvirkninger	19
Allokeringsvirkninger	20
Høyere ordens nettoringsvirkninger	20
4. Ex-ante-metodikk	22
4.1 Evalueringsmetodikk	22
Overordnet evalueringsrammeverk	22
Evalueringsrammeverk for nettoringsvirkninger	23
4.2 Evalueringspraksis	25
Oppfølging av transportevalueringer i praksis	25
Evaluering av nettoringsvirkninger	28
5. Empiriske fundament	32
5.1 Forskningslitteraturen	32
Internasjonale studier	32
Skandinaviske studier	35

5.2	Studie av veiåpninger på Sørlandskysten.....	40
	Egnetheten av casen	40
	Empirisk strategi.....	44
	Datagrunnlag.....	46
	Empiriske resultater	47
	Referanser	52
A.	Ex-post-metodikk	61
A.1	Produktivitetsmåling.....	61
	Måling av produksjonsfunksjonens komponenter	61
	Prosedyrer for produksjons- og kostnadsestimering med tilhørende konsepter	64
A.2	Effektmåling	73
	Kausal identifikasjon.....	73
	Strukturell estimering versus estimering på redusert form	78
	Temahefter fra Concept-programmet	80

1. Overordnede konklusjoner

I seksårsperioden 2018 til 2023 skal det investeres for rundt 30 milliarder kroner årlig i veisektoren i Norge. Samtidig kommer investeringsporteføljen i Nasjonal transportplan ut som oppsiktsvekkende ulønnsom i prosjektenes kost-nytteanalyser. I det hele tatt vektlegges produktivitetspotensial og kost-nytteanalyser i liten grad i beslutningsprosessene knyttet til investeringsprosjekter innenfor samferdselssektoren. Isteden kan investeringene forklares av andre forhold, som distriktspolitikk, solide statsfinanser, trafiksikkerhet og vedlikehold.

Den ulønnsomme investeringsporteføljen innenfor samferdsel har gitt opphav til en jakt etter den forsvunne lønnsomhet i norske veiprosjekter. For rundt ti år tilbake fremsto nettoringsvirkninger som et mulig argument for at nytten i norske transportevalueringer har vært undervurdert. I den internasjonale forskningslitteraturen var det en viss aksept for at sammenhengen mellom produktivitet og markedstilgang kunne skyldes fordeler av nærhet, og ikke bare lokaliseringsvalg. Dette ble understøttet av en del internasjonale studier, typisk fokusert på store investeringer i relativt tettbefolkede land. I tillegg viste en del pilotundersøkelser av norske veiinvesteringer lovende funn. Samtidig så man en utvikling innen internasjonale evalueringspraksiser for transportsektoren, der analyser av ulike former for nettoringsvirkninger ble tatt inn i de offisielle evalueringsrammeverkene.

På 2010-tallet ble de norske transportetatene og fylkeskommunene flittige bestillere av nettoringsvirkningsanalyser knyttet til samferdselstiltak. I de første årene indikerte flere av disse studiene enorme effekter i forhold til det som ble behandlet i kost-nytteanalysene ex ante. Samtidig var forfatterne typisk åpne om at deres studier var eksperimentelle og beheftet med stor usikkerhet. I de senere år har nettoringsvirkningsanalyser i større grad blitt en integrert del av transportevalueringer og blir hyppig gjennomført i den forbindelse. Verdiestimatene fra disse ex-ante analysene er moderert noe, mens verdianslagenes usikkerhet typisk er underdrevet og nedtonet. På oppdrag fra transportetatene har Møreforskning og COWI, og Vista Analyse utviklet to veiledere for nettoringsvirkningsanalyser i ex-ante transportevalueringer. I løpet av de ti siste årene har det offentlige, gjennom transportetatene og fylkeskommune, til sammen bestilt nettoringsvirkningsanalyser for flere titalls millioner kroner.

Det er imidlertid grunn til å stille spørsmålsteget ved overførbarheten fra internasjonale studier om nettoringsvirkninger av enorme transportinvesteringer i svært urbane strøk til en norsk kontekst. Inntil årene rundt millenniumskiftet var heller ikke kausal identifikasjon noe stort fokus i forskningslitteraturen om positive impulser fra økonomisk tetthet. Dette innebærer at mange av de litt eldre studiene i stor grad identifiserer korrelasjonsmønstre snarere enn årsakssammenhenger. Følgelig vil feilaktige tolkninger av effektene i disse studiene som årsakssammenhenger typisk innebære at man overvurderer betydningen av ny infrastruktur.

I senere år har det kommet flere empiriske studier som undersøker tilstedeværelsen av nettoringvirkninger fra transporttiltak i land med mer spredt befolkning, som Norge. Disse støtter i liten grad opp under hypotesen om store nettoringvirkninger fra transportinvesteringer. Isteden tyder flere eksisterende studier, med robuste identifikasjonsstrategier, på relativt små effekter samlet sett og nærmest fravær av produktivitetsimpulser på virksomhetsnivå. Sammensetningseffekter ved produksjonsressursene kan ha en viss betydning, særlig i tilknytning til regional forflytting av arbeidskraft. Enkelte studier indikerer riktignok vesentlige nettoringvirkninger fra transporttiltak også i mer rurale land som Norge, men disse er gjerne forbundet med empiriske utfordringer som mangel på næringskontroller eller tvilsomme identifikasjonsstrategier for å finne årsakssammenhenger. Trolig er det også en publiseringsskjevhet i den tilknyttede litteraturen i retning av positive funn.

Mangelen på empirisk fundament for nettoringvirkninger av den størrelsesorden som predikeres i norsk transportevaluering må ikke misforstås som at transportinvesteringer ikke kan være nyttige. Snarere betyr det at de viktigste nyttevirkningene – inkludert brukergevinster forbundet med reisetidsbesparelser – allerede er fanget av kost-nytteanalysene tilknyttet investeringsprosjektene. Fraværet av enorme nettoringvirkninger i Norge innebærer like fullt at investeringsporteføljen innen norsk samferdsel fortsatt vil komme ut som svært ulønnsom.

I etterpåklokskapens lys er det enkelt å kritisere bestillerne av nettoringvirkningsanalyser for å ha bestilt analyser for store summer uten solid empirisk fundament, som deretter ofte har blitt benyttet til å argumentere for de tilknyttede investeringene. Like fullt er det verdt å huske på at utsiktene til at transportinfrastruktur faktisk kunne gi vesentlige nettoringvirkninger i Norge så lysere ut for ti til femten år siden enn nå, med flere lovende funn innenfor forskning og vesentlig utvikling i de tilknyttede evalueringspraksisene internasjonalt. I og med at det årlig investeres enorme summer i veier og annen transportinfrastruktur i Norge, kan det også være klokt å bedre informasjonsgrunnlaget for investeringsbeslutningene.

I dag har det imidlertid kommet nok empiriske studier til å kunne fastslå at den norske praksisen knyttet til nettoringvirkningsanalyser har liten troverdighet. Transportetatene og fylkeskommunene bør ikke basere seg på en evalueringspraksis uten et skikkelig empirisk fundament. Selv om det ikke kan utelukkes at det fortsatt kan finnes vesentlige nyttevirkinger som ikke kommer med i kost-nytteanalysen, bør man legge et føre-var-prinsipp til grunn, istedenfor å blåse opp effekter på sviktende grunnlag. Det kan også stilles spørsmål ved hvorfor man leter etter såkalte *mernyttevirkinger*, mens man samtidig lar *merkostnadsvirkninger* ligge i fred.

Etter mitt skjønn handler en god forvaltning av myndighetsrollen om å bidra til bedre offentlig ressursbruk på tvers av sektorer og regioner. Den handler ikke om å bruke store ressurser på å kjempe om å få mer fra en pott av gitte ressurser til sin sektor eller region. Dersom begrunnelsen for investeringer i samferdsel i

realiteten er geografiske fordelingshensyn, bør man fokusere på å belyse slike hensyn bedre, fremfor å blåse opp mulige samfunnsøkonomiske lønnsomhetsvirkninger på tvilsomt grunnlag. Fortsatt misbruk av nettoringvirkningsanalyser uten empirisk fundament vil også kunne undergrave troverdigheten til andre transportanalyser av høy kvalitet.

Ironisk nok har nettoringvirkningsanalyser blitt benyttet til å begrunne ulønnsomme investeringer i rurale strøk, mens det er her nettoringvirkningene kan forventes å være lavest. Dette skyldes at nettoringvirkninger – som konvensjonell brukernytte – typisk oppstår der det bor mange folk. Dersom samferdselsinvesteringer er begrunnet i geografiske fordelingshensyn knyttet til distriktsutfordringer, ligger ikke løsningen i å blåse opp nyttevirkningene av prosjektene. Isteden bør man frembringe mer kunnskap om de geografiske fordelingsvirkningene og utvikle metodikk for å bedre kunne analysere dem i ex-ante evalueringer. At distriktsbevilgninger gjennom Nasjonal transportplan er en effektiv form geografisk fordelingspolitikk er vel heller tvilsomt, og i hvert fall ikke empirisk fundert.

Når prosjekter skal prioriteres innenfor samferdselssektoren i Norge i dag, tas det i liten grad hensyn til prosjektevalueringer. Generelt er det synd, men i tilfellet nettoringvirkningsanalyser er det kanskje like greit.

2. Bakgrunn

I seksårsperioden fra 2018 til 2023 investeres det årlig for rundt 30 milliarder kroner i norske veianlegg. I tillegg kommer vesentlige investeringer innenfor samferdselssektoren for øvrig. Samtidig er prosjektporteføljen i sektoren særs ulønnsom ifølge kost-nytteanalysene av prosjektene. Resultatene fra kost-nytteanalyser ilegges liten vekt i investeringsbeslutninger innenfor samferdsel. Isteden spiller andre argumenter inn, som regionalpolitiske hensyn.

De ti til femten siste årene har nettoringsvirkninger blitt brukt som et argument for at nytten i samferdselsprosjekter er undervurdert. Tanken er at utbyggingsprosjekter gjennom reisetidsbesparelser øker markedstilgangen til aktørene rundt infrastrukturen, hvilket igjen kan gi opphav til produktivitetsimpulser og andre former for nyttevirksomheter. Etter at Norge var relativt sent på banen med å etablere et rammeverk for nettoringsvirkningsanalyser av samferdselstiltak, utgjør disse analysene i dag en standardisert form for tilleggsanalyse for norske ex ante-prosjektevalueringer. Disse studiene tilsier gjennomgående at prosjektene har stor nytte utover det som fanges opp av kost-nytteanalysene. En del internasjonale empiriske studier har støttet opp under en slik praksis, men inntil nylig har få empiriske undersøkelser blitt gjennomført i mer spredt befolkede land som Norge.

Med utgangspunkt i min doktorgrad om «*Produktivitet og mobilitet*» har Concept invitert meg til å skrive et temahefte om nettoringsvirkninger av samferdselsinvesteringer. I heftet ønsker Concept en redegjørelse for det teoretiske og empiriske fundamentet for nettoringsvirkninger. Videre har jeg blitt bedt om å gjøre greie for hvordan slike effekter kan måles i forkant og i etterkant av at de opptrer. Samlet skal temaheftet kunne si noe om det empiriske grunnlaget for ex-ante ringvirkningsanalyser. Det ligger også i oppdragets mandat å trekke konklusjoner og komme med anbefalinger basert på gjennomgangen.

Fremstillingen i heftets hoveddel er forsøkt holdt på et overordnet og populærvitenskapelig nivå, mens en teknisk del er henvist til et appendiks. Det har likevel vært en målsetning at heftet skal gi en helhetlig oversikt over tematikken om nettoringsvirkninger av samferdselsinvesteringer.

Heftet er strukturert som følger: Jeg starter med å presentere mine konklusjoner om grunnlaget for ex ante-evalueringer av nettoringsvirkninger fra transportinvesteringer i Norge i kapittel 1. Her i kapittel 2 redegjør jeg for bakgrunnen for heftet. Deretter redegjør jeg for nettoringsvirkningers teoretiske fundament og tilstøtende begreper i kapittel 3. Videre diskuteres metodikken for å beregne nettoringsvirkninger i ex-ante-evalueringer i kapittel 4, inkludert evalueringspraksiser og oppfølging av metodikken. I kapittel 5 behandler jeg det empiriske fundamentet for nettoringsvirkningsanalyser, herunder en litteraturgjennomgang og en kort gjengivelse av min egen studie om produktivitetsvirkninger av veiprosjekter på Sørlandet. I appendiks A gir jeg en rask introduksjon til økonometrisk ex-post metodikk egnet for å ettergå om

investeringsprosjekter og andre tiltak i samferdselssektoren har hatt produktivitetsvirkninger eller andre nyttevirksomheter.

3. Teoretisk fundament

I det følgende vil jeg gjennomgå nøkkelbegreper knyttet til nettoringvirkninger. Deretter vil jeg redegjøre for teoretiske forklaringer på hvordan nettoringvirkninger kan oppstå.

3.1 Nøkkelbegreper

I Norge er det en begrenset krets som i ny og ne har jobbet tett med virkninger av transportinfrastruktur utenfor transportmarkedet, bestående av forskere, utredere, offentlige ansatte og representanter for næringsinteresser. Når man studerer fenomener som i liten grad har blitt studert tidligere, i hvert fall i norsk sammenheng, har man en tendens til å trekke på det eksisterende begrepsapparatet fra tilgrensende felt. Det bør derfor ikke være spesielt overraskende at det har oppstått en del forvirring i begrepsbruken om disse fenomenene.

I forbindelse med supplerende evalueringer av økonomiske effekter av veiinvesteringer har det vokst fram en uklar bruk av begrepene *nettoringvirkninger* og *mernytte*. En del av de som jobber med dette temaet ser ut til å bruke de to begrepene synonymt, selv om de strengt tatt ikke er synonymer. En medvirkende årsak kan være at de som har drevet med konvensjonelle kost-nytteanalyser ofte har vært noen andre enn de som har drevet med konvensjonelle ringvirkningsanalyser. I alle tilfeller ser jeg behov for å rydde litt i begrepsbruken, hvilket jeg vil forsøke på i det følgende.

Jeg vil også diskutere begrepene opp mot tilsvarende termer som benyttes innen internasjonal forsknings- og evalueringslitteratur knyttet til transportfeltet og arealforvaltning. Begrepet *bredere økonomiske effekter* eller *wider economic impacts* på engelsk, benyttes flittig internasjonalt, og fremstår mer presist enn sine norske motstykker i forhold til hva det ofte er ment å fange opp i praksis. I tillegg utgjør begrepet *økonomiske sekundærmarkedsvirkninger* et relatert og noe tyngre begrep, som har sitt opphav i standard effektklassifisering innenfor transportevaluering.

For at alle lesere skal ha et slags innblikk i hvilke virkninger som inngår i transportevalueringen vil jeg starte med å gi en oversikt over hvilke virkninger som inngår i prosjektenes kost-nytteanalyser, og som er relevante for transportevalueringen for øvrig. Deretter vil jeg gjennomgå hvert enkelt begrep, før jeg mot slutten av delkapittelet oppsummerer sammenhengen mellom dem.

Transportevalueringens behandling av effekter

Virkninger av transportinvesteringer og andre spatiale tiltak deles gjerne inn langs to dimensjoner – hvilken sektor som rammes og nærheten til markedet settes inn, som regel transportmarkedet eller bygg- og anleggsmarkedet. Virkninger som påvirker produksjonssektoren refereres gjerne til som *økonomiske virkninger* innenfor evalueringslitteraturen på transportfeltet, skjønt samfunnsøkonomer kanskje ville foretrukket et annet ord relatert til produksjon, i og med at alle

effekter kan ses på som økonomiske. Videre referer *sosiale virkninger* til virkninger som påvirker husholdningssektoren, *miljøvirkninger* til virkninger på omgivelsene utenfor etablerte markeder og *offentlig virkninger* til virkninger på offentlig aktivitet og finansiering. For alternative inndelinger av effekter av infrastrukturtiltak benyttet av evalueringsveilederne referer jeg til Holmen, Biesinger og Hindriks (2020).

I Tabell 1 under har jeg gitt en oversikt over effekter transporttiltak basert på de to klassifiseringsdimensjonene presentert over. Oversikten er hentet fra Holmen og Hansen (2021), som igjen bygger på tilsvarende klassifiseringer foretatt av Oosterhaven og Knaap (2003) og den britiske evalueringsveilederen (Department for Transport 2021). Effekter som helt eller delvis er fanget opp av kost-nytteanalysen i Norge er uthevet i fet skrift, basert på kartleggingen til Holmen, Biesinger og Hindriks (2020).

Realøkonomisk variabel	Direkte effekter	Indirekte effekter
Økonomiske effekter (virkninger på produksjonssektoren)	Byggekostnader* ; vedlikehold; kjørekostnader; tidsbesparelser, reisekvalitet og pålitelige reisetider for forretningsreisende og godstransportører; kjørekostnader for forretningsreisende og godstransportører; nettoprofit for transportleverandører ; pålitelige reisetider for forretningsbrukere; infrastrukturens motstandsdyktighet	Induserte investeringer i infrastrukturen og næringslivet ; redusert misbruk av markedsrett; arbeidsmarkedsdeltakelse; produksjonsagglomerasjon; økt produksjonsvirkninger av endret arealverdi og -bruk
Sosiale effekter (virkninger på husholdningssektoren)	Død og personskader ved ulykker ; materielle skader ved ulykker; tidsbesparelser, reisekvalitet og pålitelige reisetider for pendlere og fritidsreisende; kjørekostnader for pendlere og fritidsreisende; fysiske aktivitet ; forstyrrelser fra anleggsprosessen; ubehag ved ulykkesrisiko; stress av kø; sikkerhet i håndteringen av hendelser	Tilgangs- og tilknytningsfordeler for husholdningene ; fysisk atskillelse; opsjons- og ikke-opsjonsverdier; folks privatøkonomi; samhold og inkludering; urbane konsummuligheter; husholdningsvirkninger av endret arealverdi og -bruk
Miljøeffekter (virkninger utenfor konvensjonelle markeder)	Lokale luftforurensing; klimagassutslipp; støy ; risting; vannforurensing; landforurensing; forurensing	Naturlandskap; kulturlandskap; biologisk mangfold; kulturarv; oppfølging av miljøet langs infrastrukturen; håndtering av naturressursar
Offentlige effekter (virkninger på offentlig styring)	Skattefinansiering; offentlige inntekter	Effektivitetskostnad knyttet til skattefinansiering ; skattegenerering ved sekundærmarkedsvirkninger; beredskap; velferdstjenester; generelle og romslig politikkintegrasjon

Tabell 1: Realøkonomiske nøkkelpunkter relevant for produktivitetmålingen og deres relasjon til resultatregnskapet og hverandre

Nettoringvirkninger

Ringvirkninger defineres som virkninger fra en kilde, med tilhørighet i et marked, i andre markeder. Kilden kan opptre i form av en hendelse eller vedvarende aktivitet. Man skiller mellom fire former for ringvirkninger. Virkninger direkte knyttet til kilden refereres til som *direkte virkninger*. Videre virkninger gjennom leverandørkjeden refereres til som *indirekte virkninger*. Virkninger forårsaket av endret atferd som følge av endrede inntekter, priser eller bortfall av goder refereres til som *induserte virkninger*. *Katalytiske virkninger* angår strukturelle virkninger i økonomien og er gjerne dynamiske av natur, da endringer i økonomiske strukturer normalt går relativt sakte.

Ringvirkningens *orden* angir hvor mange ledd den er unna ringvirkningenes kilde. Typisk snakker man om ringvirkningenes *første orden* og *høyere orden*, der første orden er virkningene direkte tilknyttet kilden og høyere orden er en fellesbetegnelse for alle videre ledd. *Bruttoringvirkninger* er ringvirkninger knyttet til en kilde som ikke tar hensyn til at produksjonsressursene i form av arbeidskraft og kapital har alternative anvendelser.

*Nettoringvirkninger*¹ tar hensyn til ressursfortegningen forbundet med produksjonsressursenes alternative anvendelser. Dersom økonomien består av velfungerende produkt- og faktormarkeder, der høy konkurranse sikrer samfunnsøkonomisk riktig produksjonsnivå, vil det ikke være noen nettoringvirkninger å snakke om. Siden man i transportevalueringer er opptatt av merverdien for samfunnet, vil det være nettoringvirkningsanalyser som er relevant i dette henseende. Lesere som ønsker å fordype seg mer om ringvirkningskonsepter henvises til Weisbrod og Weisbrod (1997) eller Grünfeld og Fjose (2012) for henholdsvis engelsk- og norskspråklige gjennomganger.

Mernytte

I forbindelse med verdsettingen av effekter i tilleggssanalyser tilknyttet transportevalueringer benyttes også begrepet *mernytte*. Når man bruker mernytte-begrepet, er det naturlig å spørre seg – mernytte i forhold til hva? I mange tilfeller vil det være snakk om *mernytte i forhold til transportevalueringen for øvrig*, som utover kost-nytteanalysen typisk inkluderer multikriterieanalyser av

¹ Dersom man leser norsk litteratur på nettoringvirkninger, vil man legge merke til at mange skriver begrepet i to ord. Dette er imidlertid et eksempel på en særskrivingsfeil, der man deler opp ord eller begreper som egentlig er sammensatte ord. På norsk er hovedregelen at vi ikke bruker to substantiver etter hverandre. Når vi har to substantiver, skal de med andre ord skrives sammen (såkalt samskriving). Spesifikt skal ord som begynner med brutto og netto ikke splittes opp i flere ord på norsk. Tilsvarende er det riktig å skrive brutto nasjonalprodukt og ikke «brutto nasjonal produkt». På engelsk skriver man derimot «gross domestic product» og «net ripple effects» i flere ord. Hypoteser er at særskrivingsfeil og orddelingsfeil som «netto ringvirkninger» stammer fra engelsk eller rettefunksjonen i Word, som typisk foreslår å splitte opp sammensatte ord som programmet ikke kjenner til. Jeg referer til Prosent (2020) og Wikipedia (2021) for detaljer.

effekter² og kvalitative drøftelser. Det er imidlertid også de som implisitt mener *mernytte i forhold til kost-nytteanalysen*. Dette innebærer effekter som evalueres av multikriterieanalyser og kvalitative drøftelser, hvilket gitt dagens evalueringsveiledere typisk dreier seg om effekter forbundet med miljø og sosiale forhold.

Mernyttebegrepet kan også kritiseres for å fokusere på positive virkninger og med det neglisjere negative virkninger som ikke fanges opp av ulike deler av transportevalueringen, såkalte *merkostnader*. Mens mernytteanalyser fokuserer på produksjonssektoren, ettersom det er der positive nytteeffekter utenfor konvensjonell transportevalueringen finner sted, vil eventuelle merkostnadsanalyser i større grad handle om andre former for virkninger, der kostnadene utenfor transportevalueringen er konsentrert. Et alternativ til å fokusere på mernytten alene vil være å konsentrere seg om differansen mellom mernytten og merkostnaden, såkalt *nettomernytte* eller *ikke-konvensjonelle virkninger*. Ut fra denne tankegangen vil *bruttomernytte* og *bruttomerkostnader* utgjøre mer presise begreper for det man vanligvis refererer til som henholdsvis mernytte og merkostnader.

Virkninger som opptrer i primærmarkedene, men ikke er en del av transportevalueringen, vil inngå i nettomernytten, men ikke i nettoringsvirkningene. Typisk vil det være snakk om strukturelle primærmarkedsvirkninger. Andre veien vil noen nettoringsvirkninger kunne være fanget opp i kost-nytteanalysen og dermed ikke være en del av nettomernytten, selv om det som oftest ikke er tilfellet. Et eksempel er nettogevinsten for nye og gamle pendlerne av økt lønn og endret reisetid til arbeid, der pendlerens internaliserte nytte vil inngå i kost-nytteanalysen.

Økonomiske sekundærmarkedsvirkninger

Økonomiske sekundærmarkedsvirkninger er virkninger på produksjonssektoren som går utenom markedet der tiltaket settes inn, som regel transportmarkedet eller bygg- og anleggsmarkedet. Begrepet kan avledes fra standardklassifisering av virkninger innenfor spatiale evalueringer. For detaljer referer jeg til klassifiseringen av effekter av transporttiltak, gjengitt i begynnelsen av dette delkapittelet.

Når det gjelder nærheten til tiltaket, går skillet mellom *primærmarkedsvirkninger* og *sekundærmarkedsvirkninger*. Mens primærmarkedsvirkninger er virkninger som går gjennom markedene der tiltaket implementeres, fanger sekundærmarkedsvirkninger opp virkninger som har sitt utspring i andre markeder.

² Multikriterieanalyse av effekter innebærer at man vurderer flere effekter kvalitativt langs en skala for styrkene på effektene (typisk Likert skala, jamført Likert 1932) og deretter sammenstiller disse vurderingene ved å summere opp resultatene, eventuelt med ulike vekter. Analysen må ikke til å forveksles med multikriterieanalyser for sammenstilling av transportevalueringens ulike komponenter.

Økonomiske sekundærmarkedsvirkninger er et snevrere begrep enn nettoringsvirkninger på to måter. For det første begrenser begreper seg til virkninger i produksjonssektoren. For det andre ekskluderer det indirekte ringvirkninger, fordi kilden til slike ringvirkninger går gjennom verdikjeden med opphav i primærmarkedet. I nettoringsvirkningsanalysene som gjennomføres i Norge har det gjerne vært økonomiske sekundærmarkedsvirkninger man ønsket å fange opp, men i tillegg ønsker man å fange opp eventuelle ringvirkninger gjennom leverandørkjeden med opphav i primærmarkedet. Disse virkningene vil ikke fullt ut være verdsatt implisitt i verdsetting av primærmarkedseffektene, dersom verdikjeden er gjenstand for markeds- eller styringssvikt.

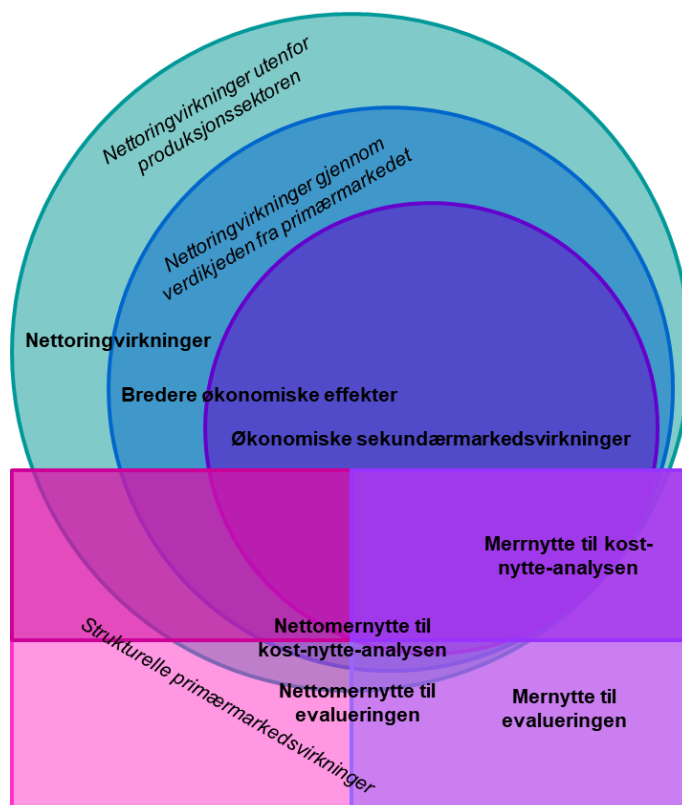
Bredere økonomiske effekter

I internasjonal forskings- og evalueringsanalyser benytter man som regel begrepet *bredere økonomiske effekter*. Med bredere økonomiske effekter menes normalt alle virkninger på produksjonssektoren som ikke forekommer innenfor primærmarkedet, både i form av økonomiske sekundærmarkedsvirkninger og i form av indirekte økonomiske ringvirkninger med opphav i primærmarkedet. Med andre ord er det snakk om virkninger på produksjonssektoren som ikke tilfaller brukere i primærmarkedet direkte, som regel transportmarkedet og eventuelt anleggsmarkedet i vår sammenheng. Dette ligger tett opp til hva som er fokus i norske nettoringsvirkningsanalyser. Bredere økonomiske effekter synes således som et mer dekkende begrep enn nettoringsvirkninger om de virkningene som man typisk ønsker å fange opp i tilleggsanalyser av infrastruktureffekter på omkringliggende næringsliv. Bredere økonomiske effekter er ikke bare et veletablert begrep i engelskspråklige land, men brukes også flittig i andre land, som for eksempel Danmark.

I noen tilfeller snakker man også om *bredere økonomiske fordeler* og *bredere økonomiske ulemper*, avhengig av hvilke fortegn virkningene har. I noen anvendelser i evalueringslitteraturen er begrepet brukt synonymt med det vi i Norge kaller nettomernytte for produksjonssektoren (se for eksempel Australian Transport 2021) fremfor tolkningen jeg har benyttet (se også Department for Transport 2021). Antakelig beror også dette på en misforståelse av hva som ligger i begrepet, ettersom alternative definisjoner i praksis omfatter mye av de samme virkningene.

Sammenhengen mellom nettoringsvirkninger og tilgrensende begreper

Basert på gjennomgangen i dette delkapittelet har jeg i **Feil! Fant ikke referanseilden.** oppsummert sammenhengen mellom nettoringsvirkninger og tilgrensende konsepter i transportevalueringer. Konseptene benyttet til å beskrive effektene i tilleggsanalyser av produksjonssektoren er markert i fet skrift, mens viktige forskjeller mellom dem er markert i kursiv. Jeg vil ikke repetere forskjellene mellom de ulike konseptene her, men referer isteden til gjennomgangen over for detaljer.

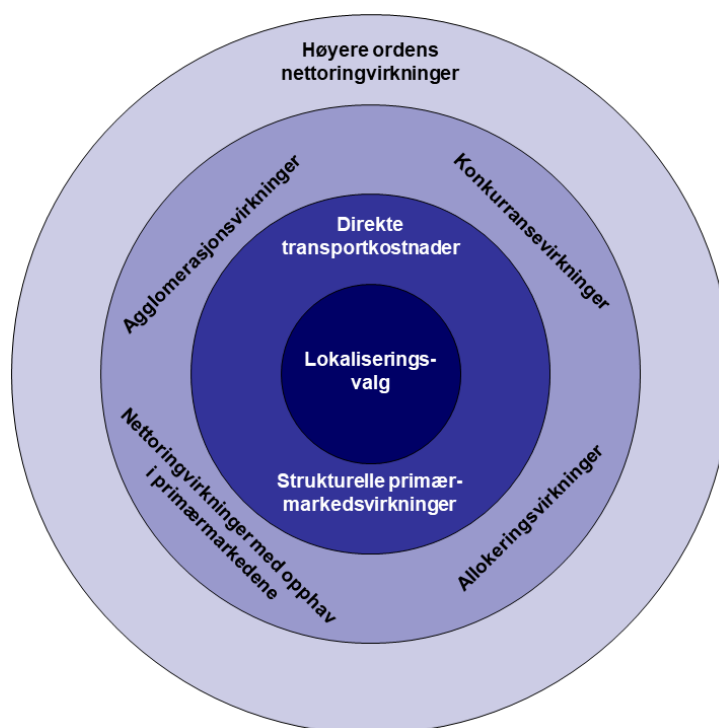


Figur 1: Oversikt over beslektede begreper i tilleggsanalyser av effekter på produksjonssektoren og indikasjon på forskjellene mellom de ulike begrepene

3.2 Teoretiske forklaringer

Jeg vil nå redegjøre for de viktigste teoretiske forklaringene på hvordan investeringer i transportinfrastruktur kan gi produktivitetsimpulser i det omkringliggende næringslivet. Når veiinvesteringer gjennomføres, endres kostnadsstrukturene knyttet til transport seg. Videre kan nærheten til omkringliggende områder reduseres, slik at markedstilgangen til de berørte områdene øker. Denne formen for regional integrasjon kan igjen stimulere til bedre økonomiske prestasjoner og andre virkninger assosiert med økonomisk tetthet, som kan forsås som hvor mange økonomisk aktiviteter som er lokalisert i nærheten av hverandre. Jeg vil komme nærmere inn på målingen av markedstilgangen i delkapitler 4.1 og 5.2.

I Figur 2 har jeg gitt en oversikt over teoretiske forklaringer på sammenhengen mellom økonomisk tetthet og økonomiske prestasjoner. Jeg referer til Holmen og Hansen (2020) for en mer fullstendig gjennomgang av de ulike virkningene.



Figur 2: Oversikt over teoretiske forklaringer på sammenhengen mellom økonomisk tetthet og økonomiske prestasjoner. Hvert skalls nærhet til kjernen indikerer hvor direkte effekten er knyttet til økonomisk tetthet.

Potensialet for økt nærhet i form av reduserte reiseavstander er begrenset. Flere forskere tar til orde for et utvidet nærhetsbegrep som omfatter reisetidsreduksjoner mer generelt, inkludert de som skyldes endrede fartsgrenser (se for eksempel Rice, Venables og Patacchini 2006 og Graham, Gibbons og Martin 2010). Dermed kan investeringer i transportinfrastruktur belyse impulser fra akkumulering av økonomisk virksomhet. Faglitteraturen gir forklaringer på sammenhengen med økonomisk tetthet og økonomiske prestasjoner, inkludert virkninger på lokaliseringvalg, direkte transportkostnader, strukturelle primærmarkedsvirkninger, nettoringvirkninger fra primærmarkedsvirkningene, konkurransesituasjonen, agglomerasjonsmekanismer og allokering av produksjonsressursene. I tillegg kommer høyere ordens nettoringvirkninger, som kan utløses av de overnevnte virkningene.

Lokaliseringsvirkninger

Den tradisjonelle forklaringen på korrelasjon mellom oppsamling av økonomisk aktivitet og økonomiske utfall er at økonomiske aktører har en tendens til å ville lokalisere seg i visse områder på grunn av samfunnsgeografiske og naturgeografiske attributter (se for eksempel Krugman 1991, Martin og Rogers

1995 og Fujita og Thisse 1996). Blant annet står nærhet til andre og tjenestetilbudet sentralt. Dette gjelder virksomheter, produksjonsaktiviteter, sysselsetting, bosetting, realkapital, produkter og diverse andre innsatsfaktorer. Lokaliseringsvirkninger kan være med på å forklare hvorfor noen næringer gjerne er lokalisert i byer (for eksempel kunnskapsbasert og tjenesteyting rettet mot husholdningene), mens andre er lokalisert utenfor (for eksempel ressursbasert næringsliv og industri).

I de senere år har det utviklet seg en akademisk aksept for at sammenhengen mellom høy produktivitet og høy markedstilgang ikke nødvendigvis bare skyldes lokaliseringvalg (se for eksempel Graham, Gibbons og Martin 2010 og Behrens, Duranton og Robert-Nicoud 2014). Like fullt bør studier av virkninger av høy økonomisk tetthet alltid gjøre greie for hvorvidt og eventuelt i hvilken utstrekning lokaliseringvalg forklarer korrelasjonen mellom økonomisk tetthet og utfallsvariabelen det er snakk om.

Direkte transportkostnadsbesparelser

Direkte transportkostnadsbesparelser utgjør den klassiske forklaringen på produktivitetsgevinster fra investeringer i transportinfrastruktur og andre infrastrukturtiltak (se for eksempel Shirley og Winston 2004 og Venables 2007). Direkte transportkostnadsbesparelser inntreffer i transportmarkedet og er med i kost-nytteanalysen ex ante for transporttiltak, der transportmodeller predikerer endringer i trafikkmønstre.

En komponent av transportkostnadsbesparelsen knytter seg til mer effektiv bruk av reisetiden gjennom reisetidsbesparelser og økt reisekvalitet. Reisetidsbesparelser kan oppstå ved mindre kø, høyere fart, mer direkte ruter og færre overganger. Økt reisekvalitet kan komme i form av komfort som gjøre en mer produktiv under eller etter reisen.

En annen komponent av transportkostnadsbesparelsen knytter seg til reduksjoner i kjørekostnader. Kjørekostnader kan dekomponeres til kostnader knyttet til kapital og vareinnsats. Kapitalkostnadene opptrer i form av kjøreavhengige slitasjekostnader, både i form av kontinuerlig slitasje og slitasjeskader som inntreffer med varierende hyppighet. Vareinnsatsen innbefatter energi- og drivkostnader og andre løpende kostnader.

Strukturelle primærmarkedsvirkninger

En annen forklaring vedrører strukturelle direkte virkninger i primærmarkedene for transportinvesteringene. Disse virkningene er mindre utforsket innenfor anvendt forskning, men er like fullt anerkjent av flere evalueringsveiledere (se for eksempel Holmen, Biesinger og Hindriks 2020 eller Holmen og Hansen 2020 for en oversikt). Strukturelle virkninger i primærmarkedene er eksempel på en gruppe virkninger som kan klassifiseres som mernytte, men ikke nettoringsvirkninger.

Strukturelle virkninger i primærmarkedene kan oppstå allerede i anleggsprosessen av veiinvesteringene. Dette kan skje ved at de involverte bygg- og anleggsaktørene reorganiserer med sikte på å integrere det aktuelle anleggsprosjektet i sin

eksisterende operasjonsportefølje med sikte på effektiv drift. Det kan også skje gjennom kunnskapsbygging i form av læring under produksjonsprosessen, innfasing av nye teknologier og innovasjon i anleggsfasen.

Strukturelle primærmarkedsvirkninger kan også oppstå i logistiske organisasjoner som benytter seg av ny transportinfrastruktur. Igjen kan de strukturelle virkningene både vedrøre hvordan de berørte organisasjonene organiserer seg og utvikler og tar i bruk ny kunnskap.

Nettoringsvirkninger fra primærmarkedene

Nettoringsvirkninger av transporttiltak kan potensielt forplante seg gjennom verdikjedene fra primærmarkedene, enten ved direkte transportkostnadsbesparelser eller ved strukturelle primærmarkedsvirkninger. For at dette skal skje må det være markedssvikt i verdikjedene, hvilket man generelt forutsetter at det ikke er i kost-nytteanalyser. Slike effekter er neppe særlige betydelige i de fleste tilfeller og er sjeldent et fokus i transportforskningen. Like fullt utgjør de en separat gruppe av potensielle produktivitetsimpulser fra transporttiltak. Jeg referer til Weisbrod og Weisbrod (1997) for mer om spredningen av ringvirkninger fra en kilde.

Konkurransenvirkninger

Konkurransenvirkninger utgjør et klassisk sett av forklaringer på hvorfor produktiviteten kan øke i omkringliggende områder til reisetidsbesparende investeringer i transportinfrastruktur (se for eksempel Fujita 1988, Melitz og Ottaviano 2008 og Behrens, Duranton og Robert-Nicoud 2014 for anvendelser av dette argumentet). En mye fremhevet forklaring er selskapsseleksjon gjennom Darwinistisk konkurranse, der de mest produktive selskapene vokser seg sterkere og de mindre produktive selskapene blir utkonkurrert etter tettere markedsintegrasjon. Tilsvarende kan seleksjon forekomme i markedene for arbeidskraft, delvis stedbunden realkapital, produktinnsats og enkeltprodukter. Det har også blitt argumentert for at økt konkurranse kan bidra til at bedrifter og andre aktører skjerper seg og med det blir mer produktive.

I små markeder med begrenset konkurranse vil det typisk være relativt høye priser og få produkter i produktmarkedene, og relativt lave priser og mange ledige ressurser i faktormarkedene. Forstørring av geografiske markeder gjennom transportinvesteringer kan også bidra til å forebygge misbruk av markeds makt, både i produktmarkedene og i faktormarkedene. I tillegg kan markedsforstørringen bidra til å bryte etableringshindre.

Agglomerasjonsvirkninger

Agglomerasjon vil si akkumulering av økonomiske aktiviteter over tid, som forsterkes av høyere utnyttelse av eksterne virkninger mellom aktørene. Dette inkluderer nettverkseffekter, samdriftsfordeler, stordriftsfordeler og kunnskapsutvikling. Potensielt kan agglomerasjonsvirkninger utløses av transportinvesteringer som stimulerer til regional integrasjon gjennom reisetidsreduksjoner.

Basert på Marshall (1890) trekker Duranton og Puga (2004) fram tre sentrale agglomerasjonsvirkninger; økt læring mellom aktører, mer ustrakt deling av fellesressurser og markeder, og bedre samsvar mellom tilbud og etterspørsel i både produktmarkedene og faktormarkedene. Rosenthal og Strange (2004) trekker i tillegg fram naturlige fortrinn, hjemmemarkedsbesøk, urbane konsummuligheter og rentetilkarring som agglomerasjonsvirkninger.

For folk blir lokalisering en avveining mellom tettstedets fordeler i urbane strøk, som godt betalte og spennende jobber, urbane konsummuligheter og korte pendletider på den ene siden og fordeler ved en mer landlig beliggenhet, som lavere eiendomspriser, mindre kø og nærhet til natur på den andre siden (se for eksempel Lucas og Rossi-Hansberg 2002 og Wheaton 2004). For virksomheter handler lokaliseringsavveiningen om ulike økonomiske fordeler ved ulike lokasjoner.

Allokeringsvirkninger

Potensielt kan fortetting av økonomisk aktivitet bidra til mer effektive anvendelser av produksjonsressursene (se for eksempel Melitz 2003). Disse mekanismene er blant annet relatert til lokaliseringsvalg, samsvar og reduksjon av misbruk av markedsrett i faktormarkedene, men går utover disse virkningene. De henger også sammen med reallokering av produksjonsressursene til mer produktive anvendelser for mobile produksjonsressurser og høyere pris for immobile produksjonsressurser. I tillegg kan produksjonssteder forflyttes.

Mer effektive anvendelser kan både gå på større grad av utnyttelse av produksjonsressursene (se for eksempel Manning 2003 og Laird og Mackie 2014) og på reallokering av produksjonsressursene over sektorer og næringer som bidrar til høyere faktoravkastning (se for eksempel Matouschek og Robert-Nicoud 2005 og Venables 2007). Om regional integrasjon fører til høyere kapitalavkastning i et område, vil mobil kapital som maskiner, utstyr og finansiell kapital raskt kunne relokteres til produktive anvendelser inntil avlønningen igjen er lik (se for eksempel Petersen og Rajan 2002 for mer om kapitalmobilitet). I tillegg kan integrasjonen bidra til å tiltrekke investeringer utenfra fokusområdet. Dette er imidlertid strengt tatt en fordelingsvirkning om man tar for seg alle regioner.

For immobil realkapital som eiendom vil en regional produktivitetsøkning utløst av en investering i transportinfrastruktur kunne presse prisen på eiendom opp i dette området (se for eksempel Arnott og Stiglitz 2001 og Gibbons og Machin 2008). For arbeidskraften vil regional integrasjon kunne medføre at sysselsettingsgraden stiger og at de sysselsatte skifter til bedre betalte jobber, mens grad av immobilitet vil komme til syne i forskjeller i lønnsnivåene.

Høyere ordens nettoringsvirkninger

Høyere ordens nettoringsvirkninger vil kunne forsterke positive impulser av veiinvesteringer. Kunder og leverandører tenderer til en viss grad mot å være lokalisert i nærheten av hverandre uavhengig av hvilke næringer det er snakk om, men den regionale tilknytningen sviner hen etter hvert som man beveger utover

i leverandørkjeden. Samtidig vil produksjonsressurser trekkes over mot nye områder gjennom høyere faktoravlønning. Dette vil under normale omstendigheter fortrenge bruken av produksjonsressurser andre steder. Høyere ordens nettoringvirkninger vil både innebære stabiliserende generelle likevektsmekanismer, og bidrar også til en slags multiplikatoreffekt. Jeg referer til Weisbrod og Weisbrod (1997) for mer om ringvirkninger generelt.

Positive direkte virkninger på verdiskaping av økt markedstilgang vil kunne utløse nettoringvirkninger i neste instans ved tilstedeværelse av markeds- eller styringssvikt. Dersom markeds- eller styringssvikt ikke er til stede i de berørte markedene og verdikjedene, vil gevinsten være fanget opp av primærmarkedene.

Ved imperfekte koblinger i verdikjedene kan økt verdiskaping i et ledd forplante seg videre i verdikjeden som indirekte virkninger. Videre kan katalytiske virkninger komme inn, både i form av endret struktur i næringer og over geografi. Katalytiske virkninger involverer ofte en vesentlig omfordelingskomponent, selv om det også kan forekomme endringer i samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

Av induerte virkninger står virkninger av endret skatteinngang sentralt (se for eksempel Venables 2007). Merk at Finansdepartementet (2021) anslår skatteeffektivitetsgevinsten til 20 prosent av proveny-effekten. Dette følger av at det økte skatteprovenyet kan brukes til å redusere skatter, øke offentlig konsum og investeringer eller redusere offentlig nettosparing, som igjen bringer ressursallokeringen i økonomien nærmere en effektiv allokering ut ifra befolkningens preferanser. Det kan også forekomme induerte virkninger knyttet til endret konsum og investeringer, men her er nettovirkningene mer tvetydige og usikre.

4. Ex-ante-metodikk

En god empirisk oversikt over produktivitetsimpulser fra infrastruktur er ikke bare av akademisk interesse. Det kan spille en viktig rolle for å optimalisere det offentliges investeringer i infrastruktur ved å sørge at man velger de prosjektene som er mest mulig lønnsomme og eventuelt bidrar til å nå andre målsetninger, for eksempel knyttet til ønsket fordelingsprofil.

4.1 Evalueringsmetodikk

I det følgende vil jeg gi en kort innføring i ex-ante-metodikk for transportevalueringer, det vil si metodikk for evaluering av investeringsprosjekter før de eventuelt realiseres. Deretter vil jeg gi et innblikk i hvordan verktøykassen for nettoringsvirkningsanalyser benyttes i praksis.

Overordnet evalueringsrammeverk

Før jeg går inn på metodikken for nettoringsvirkninger spesifikt, er det nyttig å ha grunnleggende innsikt i verktøykassen som benyttes i transportevaluering og i evaluering av andre former for spatiale prosjekter. Overordnet kan metodikken i den samfunnsøkonomiske lønnsomhetsanalysen i ex-ante-evalueringer deles inn i fire nivåer (se Holmen, Biesinger og Hindriks 2020 for detaljer):

- **Kost-nytteanalysen:** Hovedanalysen i den samfunnsøkonomiske lønnsomhetsanalysen, som veier prissatte nytte- og kostnadskomponenter mot hverandre.
- **Kvantitative tilleggssanalyser:** Prissetting av andre effekter av tiltakene, som typisk anses for usikre, for komplekse, eller delvis overlappende med andre effekter til å inkluderes i kost-nytteanalysen.
- **Multikriterie-analyser av effekter:** Vurdering av effektene størrelsesorden langs en styrkeskala kjent som Likert-skalaen (Likert 1932), hvilket typisk involverer virkninger som vurderes til å være betydningsfulle, men vanskelige å verdsette.
- **Kvalitative drøftelser:** Drøftelse av øvrige virkninger, som typisk er for små, for usikre, for komplekse, eller delvis overlappende med andre effekter til å inkluderes i transportevalueringen for øvrig.

Den samfunnsøkonomiske lønnsomhetsanalysen fokuserer på effektivitetsvirkninger, mens det typisk foretas en egen analyse for fordelingsvirkninger av mer kvalitativ art. Mens effektivitetsvirkninger er virkninger på den samlede samfunnsøkonomiske lønnsomheten, vedrører fordelingsvirkninger fordelingen av verdiene. Merk at prosjekter kan ha fordelingsvirkninger over geografi, tid, sektorer og sosiale lag. Andre viktige analyser i evalueringsarbeidet ex ante inkluderer usikkerhetsanalyser, innspillprosesser med interesseinnehavere, analyser av planleggingsprosessen i form av konseptvalg, integrering med prosjekter og praktisk gjennomføring.

Resultatene av de ulike analysene kan sammenstilles på ulike måter. En mulighet er å gjennomføre en break-even-analyse, der man ser på hvor mye man må

verdsette de øvrige effektene til for å velte kost-nytteanalysen. Andre muligheter er en multikriterieanalyse for sammenstilling, kvalitative drøftelser, eller å innføre fordelingsvekter i kost-nytteanalysen.

Evalueringsrammeverk for nettoringsvirkninger

Økonomiske sekundærvirkninger er sjelden en del av kost-nytteanalysen, men det hender at de behandles ved multi-kriterieanalyser av effekter, eller ved kvalitative drøftelser. Valg av kvalitativ analysemetodikk begrunnes gjerne i at det empiriske grunnlaget for å fastslå størrelsesorden på nettoringsvirkninger oppfattes som svakt.

Det vanligste er imidlertid å behandle økonomiske sekundærvirkninger i kvantitative tilleggssanalyser, på norsk kjent som nettoringsvirkningsanalyser. I praksis kan man skille mellom tre former for kvantitative nettoringsvirkningsanalyser:

- **Romlig beregnbar generelle likevektsmodeller (SCGE-modeller):**³ Likningssystem av de økonomiske nøkkelrelasjonene i økonomien, der prisene bestemmes av modellen, en romlig dimensjon inngår, og der likningssystemet lar seg kalibrere opp mot data (se for eksempel Partridge og Rickman 1998, Robson, Wijayaratna og Dixit 2018).
- **Landanvendelse-transport-interaksjonsmodeller (LUTI-modeller):**⁴ Modeller for økonomisk interaksjon knyttet til arealanvendelse og transportsystemet (se for eksempel Geurs og Van Wee 2004 og Acheampong og Silva 2015).
- **Gravitasjonslikninger:** Gravitasjonslikninger sier noe om forholdet mellom markedstilgang og ulike økonomiske utfall, deriblant produktivitet (se for eksempel Graham og Gibbons 2019).

Fordelen med SCGE-modeller, og til en viss grad LUTI-modellerer, er at de fanger opp nettoringsvirkninger, stjelingsmekanismer og generelle likevektsmekanismer. I tillegg tar de hensyn til eventuelle overlappende og samhandlende effekter når flere ting skjer samtidig. Likevel er disse modellene kompliserte, særlig SCGE-modellene, og de bygger nødvendigvis på ulike forutsetninger som kan utfordres. Gravitasjonslikningene innebærer en relativt transparent metodikk og er enklere teste empirisk. Potensielt kan parameterverdiene i disse likningene også justeres med siktemål om å ta høyde for dynamiske og indirekte effekter.

Betydningen av økonomisk nærhet for produktivitet, eller en annen økonomisk utfallsvariabel, måles gjerne ved en markedstilgangsfunksjon. Tettheten til en geografisk lokasjon måles typisk ved summen av forholdet mellom en tetthetsvariabel og reiseforvittringsfunksjon, eller eventuelt en liknende funksjon inspirert av internasjonal handelsteori. Mye brukte tetthetsmål inkluderer bruttoverdiskaping, sysselsetting etter arbeidssted, sysselsetting etter bosted og

³ *Engelsk:* Spatial computational general equilibrium models

⁴ *Engelsk:* Land use-transport interaction models

befolkning. Avstandsforvittringsfunksjonen måler betydningen av en forvittringsvariabel ved en valgt funksjonsform, for eksempel lineær form, potensform, eksponentiell form, eller avstandsbånd. Forvittringsvariabelen kan være reiseavstand, reisetid, monetære reisekostnader, eller generaliserte reisekostnader.

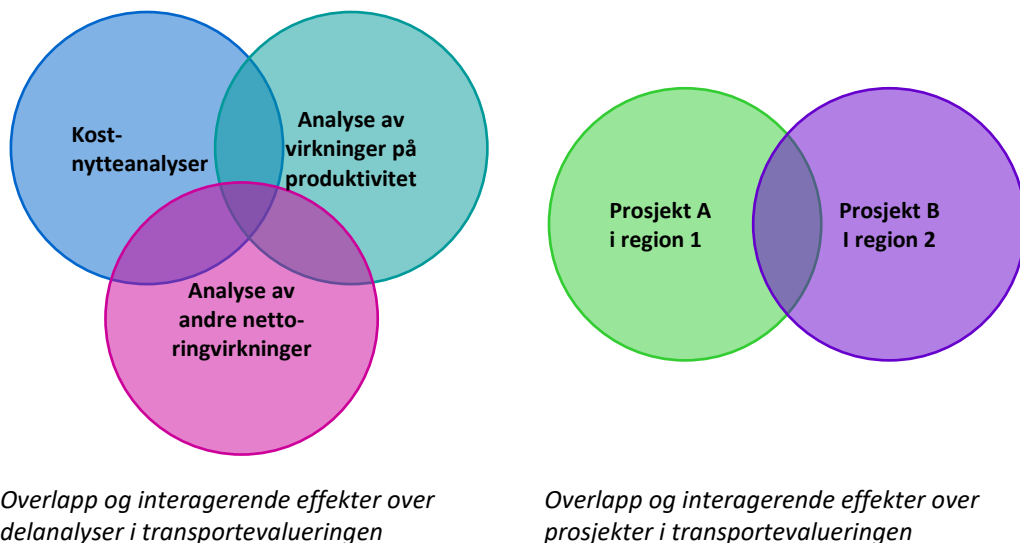
To sett av nøkkelparametere inngår i et slikt rammeverk. Det første settet involverer agglomerasjonselastisiteter, som sier noe om hvor mange prosent produktiviteten, eller annen utfallsvariabel, øker når den økonomiske tettheten øker med én enhet. Det andre settet involverer avstandsforvittringskoeffisienter som knyttes til valg av tetthetsfunksjon, og sier noe om hvordan betydningen av økonomisk tetthet avtar med reisetiden.

Virkningene i produktivitetsanalyser kan både overlappe og samhandle med resultatene fra andre evalueringsanalyser. Det gjelder både kost-nytteanalysen og nettoringsvirkningsanalyser med andre utfallsvariabler enn produktivitet, som impulser på markedet med imperfekt konkurranse, arbeidsmarkedet og induserte investeringer.

Man kan se for seg en reisetidsreduserende veiåpning som øker sjansen for at arbeidstakerens kompetanse og jobbpreferanser samsvarer godt med arbeidsgiverens behov. En slik situasjon kan gi grunnlag for høyere avlønning og verdiskaping mer generelt. Det vil da være rimelig å anta at arbeidstakerens internaliserte gevinst ved pendling fanges opp av deres verdsettelse av reisetid. Det fremstår imidlertid mindre sannsynlig at ansatte vil internalisere forbedret samsvarskvalitet eller økt skattetilgang når de tar beslutningen om å pendle eller ikke. Følgelig vil nytteendringer i arbeidstakerens konsumentoverskudd av et transporttiltak komme med i kost-nytteanalysen, mens eventuelle virkninger på effektiviteten av skattefinansiering og andre ikke-internaliserte virkninger av fortetning, som agglomerasjonsvirkninger, vil utelates.

Her bør det nevnes at resultatene fra empiriske studier ofte ikke er direkte implementerbare i evalueringssammenheng, fordi de fanger opp flere av effektene i transportevalueringene samtidig. Dersom man for eksempel har belegg for en produktivitetsvirkning som man ønsker å legge til kost-nytteresultatene, bør man derfor trekke fra delkomponentene som allerede er fanget av hovedanalysen, som direkte transportkostnader og internaliserte pendlegevinster.

Overlapp og interaksjonseffekter kan også forekomme når flere prosjekter eller flere regioner vurderes samtidig. Dette bør man naturligvis ta hensyn til når man sammenlikninger og sammenstiller resultater fra ulike evalueringer. I Figur 3 gir jeg en konseptuell illustrasjon av potensielle overlapp i evalueringer av transporttiltak, med fokus på nettoringsvirkningsanalyser.



Figur 3: Overlapp og interaksjon i ex-ante-metodikk for evaluering av nettoringsvirkninger av transportprosjekter mellom analyseformer (til venstre) og analyseobjekter (til høyre)

4.2 Evalueringspraksis

Jeg vil nå gå nærmere inn på hvordan nettoringsvirkningsanalyser implementeres og følges opp i praksis. En del av de empiriske analysene bygger videre på funnene i Holmen, Biesinger og Hindriks (2020).

Oppfølging av transportevalueringer i praksis

Selv om de fleste utviklede land med befolkning og areal over en viss størrelse har velutviklede evalueringsverktøy for potensielle investeringer i transportsektoren, er det i mange tilfeller langt fra evalueringsresultatene til beslutningene om hvorvidt investeringene skal realiseres. Viktige årsaker til dette er vektleggingen av andre politiske hensyn og at transportevalueringene ofte kommer sent inn i planleggingsprosessene.

Norge har en relativt stor anleggssektor i forhold til andre vestlige land. Dette henger sammen med store offentlige investeringer i transportsektoren. I seksårsperioden 2018 til 2023 investerer Norge rundt 30 milliarder kroner årlig bare i veiinfrastruktur. I tillegg kommer investeringer i annen transportinfrastruktur knyttet til jernbane, sjøhavner og lufthavner.

Dersom man realiserer mange prosjekter, vil nødvendigvis ikke alle prosjektene kunne være like lønnsomme. Dersom det er et begrenset antall potensielle prosjekter som kommer ut som samfunnsøkonomisk lønnsomme i kost-nytteanalysen eller gir forventninger om bedret produktivitet i næringslivet, må nødvendigvis realiserte prosjekter utover denne mengden begrunnes i andre hensyn. Investeringsporteføljen i Nasjonal transportplan i Norge er svært ulønnsom, jamfør Figur 4 (Samferdselsdepartementet 2021). I prosjektporteføljen er det også en tendens til at lønnsomme prosjektene er mindre i størrelse enn de

ulønnsomme prosjektene. Dermed virker andel lønnsomme prosjekter tilsynelatende høyere enn hva den samlede lønnsomheten til prosjektporteføljen skulle tilsi.

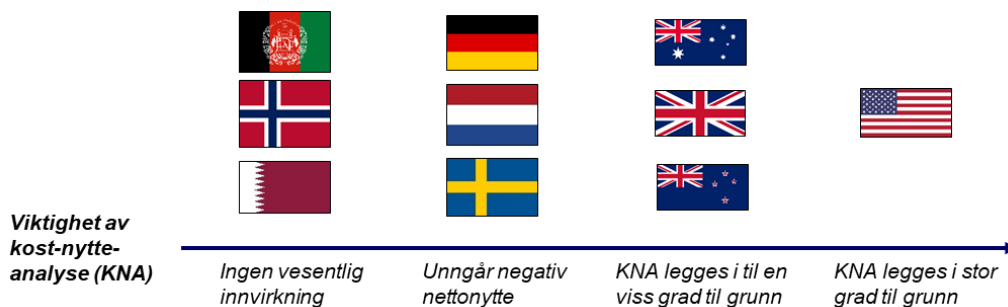


Figur 4: Nettonytte i norske vei- og jernbaneprosjekter på over tre milliarder kroner i Nasjonal transportplan fra 2018 til 2029

I sin kartlegging av evalueringsveiledere finner Holmen, Biesinger og Hindriks (2020) indiksjoner på at de nordeuropeiske, vesteuropeiske og oseaniske land generelt besitter de mest avanserte offentlige veilederne for transportevaluering. Som en del av sin metaanalyse av kartlegginger av effektdekningen i transportevaluering over land og tid undersøker forfatterne hva som kjennetegner land med bred effektdekning. Undersøkelsen baserer seg på økonometriske metoder egnet for å predikere en utfallsvariabel mellom 0 og 1. Forfatterne finner at land med høy dekningsgrad av effekter i veilederne sine for kost-nytteanalyser typisk er kjennetegnet av høye grader av likhet og velstand, samt stort befolkningsgrunnlag. De finner ikke tilsvarende sammenhenger for dekningsgraden av effekter i veilederne uavhengig av evalueringsverktøy. Undersøkelsen avslører også at europeiske og særlig oseaniske land har enda bredere effektdekning både i kost-nytteanalysene og generelt enn hva landenes kjennetegn skulle tilsi, mens det motsatte er tilfellet for enheter i føderasjoner.

Holmen, Biesinger og Hindriks gjennomgår også ulike studiers funn om hvordan kost-nytteanalysene forbundet med transportevalueringene påvirker gjennomføringen av prosjekter. Sammenfatningen involverer i hovedsak en oppsummering av kvalitative vurderinger, for det finnes få kvantitative studier på feltet. Like fullt har jeg laget en illustrasjon av funnene i Figur 5. Vi ser at kost-nyttevurderingene i stor grad vektlegges i USA, og til en viss grad også i andre anglosaksiske land som Australia, New Zealand og Storbritannia. I andre vesteuropeiske land som Tyskland, Sverige og Nederland er kost-nytteanalysens funksjon først og fremst å luke bort samfunnsøkonomisk ulønnsomme

investeringsprosjekter. Norge er et av få land der nytte-kostnadsanalysene tillegges begrenset betydning, sammen med Afghanistan og Qatar.



Figur 5: Viktigheten av kost-nytteanalyser for om investeringsprosjekter i transportinfrastruktur blir gjennomført

Flere forskere og praktikere har kritisert ulike årganger av Nasjonal transportplan for uklare prioriteringer og mangel på overordnede mål. Eliasson med flere (2015) og min egen studie (Holmen 2021b) redegjort for i delkapittel 5.2, viser kvantitativt at henholdsvis kost-nytteanalysen og produktivitetspotensialet i det omkringliggende næringslivet ikke påvirker investeringsbeslutningene for veiprosjekter nevneverdig. En rekke kvalitative studier bygger opp under disse funnene, i tillegg til å tilby alternative forklaringer på hvorfor investeringsprosjekter blir realisert. Jeg vil nøye meg med å gjengi hovedfunnene her og referer til Holmen (2020b) og Holmen, Biesinger og Hindriks (2020) for detaljer.

Studier som dokumenterer at norske veiinvesteringer nasjonalt i liten grad baseres på kost-nyttevurderinger inkluderer Welde med flere (2013), Eliasson med flere (2015), Strand med flere (2015) og Sager (2016). Odeck (1996), Fridstrøm og Elvik (1997) og Eliasson med flere (2015) finner at høy netto nytte av veiinvesteringsprosjekter i mer perifere landsdeler øker sannsynligheten for at prosjektene blir valgt, men at det er langt fra den mest avgjørende faktoren for hvilke prosjekter som velges. Andre studier bygger opp under at vurdering av norske veiinvesteringsprosjekter på statlig nivå legger liten vekt på ikke-prissatte effekter generelt (Rasmussen med flere 2010, Lædre med flere 2012 og Bull-Berg, Volden og Grindvoll 2014), uten at nettoringsvirkninger var noe fokus i denne delen av ex ante-evalueringen.

Et hensyn som trekkes fram er trafiksikkerhet. En annen forklaringsvariabel for veiinvesteringene som trekkes fram i litteraturen er distriktspolitiske hensyn, inkludert lobbyisme for egne områder og regionalpolitiske hestehandler (se for eksempel Strand 1983 og 1993, Nyborg og Spangen 1996, Boge 2006, Helland og Sørensen 2009, Odeck 2010, Strand med flere 2015 og Halse 2016). Den fylkesvise fordelingen av midler som går til veiinvesteringer er relativt stabil over tid, uten at prosjektenes lønnsomhet på tvers av fylker nødvendigvis er det (se for eksempel Strand 1983 og 1993). Politikere har en tendens til å være mottakelige for

lobbyisters argumenter for veiinvesteringer, og mange stoler ikke fullt ut på vurderingene som foretas i kost-nytteanalysene.

I Norge utgjør alle større veisatsinger et nasjonalt spørsmål, vanligvis med finansieringsbidrag fra både sentrale og lokale myndigheter. Både i Stortinget og i fylkestingene er landsbygdsregionene overrepresentert sammenlignet med befolkningsandelen, for å sikre disse regioners interesser. I en studie om den lave netto nytten i norske veiprosjekter viser Halse og Fridstrøm (2018) at prosjekter i perifere strøk og i områder med vanskelig topografi har relativt lav netto nytte. Halse (2016) finner at netto nytten av veiinvesteringene er relativt lav i områder der politikerne representerer relativt store befolkningsmengder.

En tredje forklaringsvariabel som fremheves er Norges solide statsfinanser som følge av petroleumsinntektene og ellers relativt høy verdiskaping (se for eksempel Sager (2016)). Den gode økonomien nasjonalt bidrar til at strenge prioriteringer av veiinvesteringer blir mindre pressende og at det kan vokse fram krav og forventninger om at prosjekter realiseres. En annen forklaringsvariabel for veiinvesteringer som er fremhevet i litteraturen er vedlikeholdsetterlep (Elvik 1995). Merk at trafiksikkerhet og vedlikehold allerede tas hensyn til i kost-nytteanalysene, men da bare som to av mange komponenter.

Evaluerer av nettoringsvirkninger

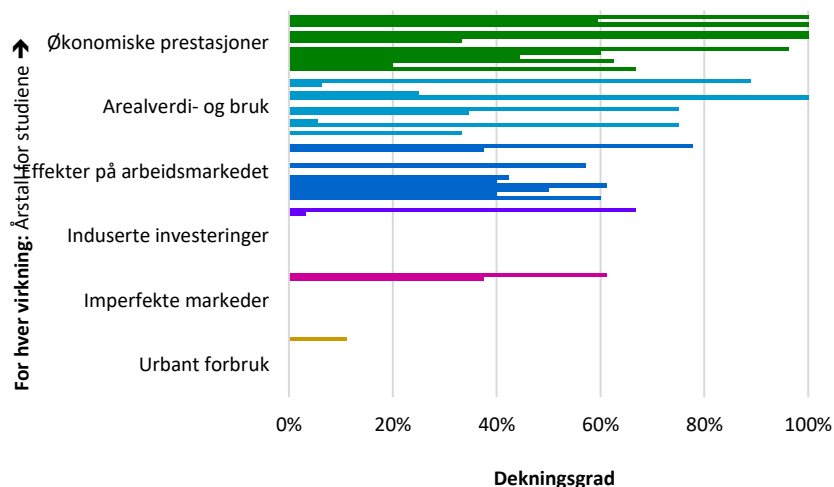
Ettersom porteføljen av transportinvesteringer i Norge lenge har vært kritisert for å være ulønnsom, har enkelte jaktet på den forsvunne lønnsomheten for å forsvare investeringene i form av nettoringsvirkninger. Ironisk nok har det ofte dreid seg om investeringer i griseendte strøk med liten gjennomfart. Slike investeringer kommer ofte ikke ut som lønnsomme i transportevalueringer, der den største nettogevinsten typisk er knyttet til reisetidsbesparelser og positivt avhenger av antallet som bruker infrastrukturen. Det kan også fremstå malplassert når produktivitetspotensialet for det omkringliggende næringslivet brukes som argument for investeringer i griseendte strøk, fordi slike impulser også kan forventes å avhenge positivt av hvor mange som befinner seg rundt infrastrukturen. Ofte håpes det også på at infrastrukturinvesteringer kan bidra til å opprettholde bosetting og sysselsetting.

Dersom den reelle motivasjonen for en samfunnsøkonomisk ulønnsom investering i transportinfrastruktur i griseendte strøk er distriktspolitikk, ville det vært mer edruelig om man heller begrunnet investeringene i distriktspolitisk hensyn. På en annen side ønsker de som kjemper for et investeringsprosjekt gjerne å ha et bredest mulig arsenal med argumenter for å overbevise relevante aktører i beslutningsprosessen. Som vi så i forrige seksjon er det imidlertid i det blå hvor innflytelsesrike argumentene fra transportevalueringer er for å fremme transportevalueringer. Det kan også stilles spørsmålsteget ved om ulønnsomme investeringer i transportinfrastruktur i griseendte strøk er et særlig egnet og målrettet virkemiddel for å oppnå distriktspolitiske målsetninger.

Siden årtusenskiftet har bredere økonomiske effekter generelt, og produktivitetsimpulser spesielt, utgjort et viktig fokus i videreutviklingen av

praksiser for ex-ante-transportevalueringer. Lenge lå Norge bak når det gjaldt å internalisere slike effekter i sine evalueringspraksiser i forhold til andre industrialiserte land, uten at bredest mulig effektdeling i evalueringsrammeverket bør være et mål i seg selv. Det som tas med i transportevalueringen bør tross alt bygge på et solid empirisk fundament, særlig hvis det er snakk om kvantifisering av effektene. To offentlige utredninger for Finansdepartementet har anbefalt at nettoringsvirkninger fra infrastrukturbygging ikke bør inkluderes i kost-nytteanalyser av infrastruktur på grunn av usikkerhet og mulig press fra særinteressegrupper. I kartleggingen til Wangsness, Rødseth og Hansen (2017) om bredere økonomiske effekter i transportevalueringer fremgår det at Norge på dette tidspunktet var et av relativt få vestlige land som ikke hadde integrert bredere økonomiske effekter i transportevalueringene sine.

I Figur 6 har jeg illustrert dekningen av ulike former for nettoringsvirkninger i evalueringsveiledere fra transporttiltak over land i studier fra 1998 til 2020. Oversikten er hentet fra Holmen, Biesinger og Hindriks (2020).



Figur 6: Andel land som dekker ulike former for nettoringsvirkninger i studier fra 1998 til 2020

For hver form for ringvirkning er studiene rangert fra nyeste til eldste vertikalt i figuren. Merk at dekningen av effekter og land varierer mellom studiene i undersøkelsen. Vi ser likevel tydelig at dekningen har bedret seg over tid med bredest dekning for økonomiske prestasjoner og arealverdi og arealbruk.

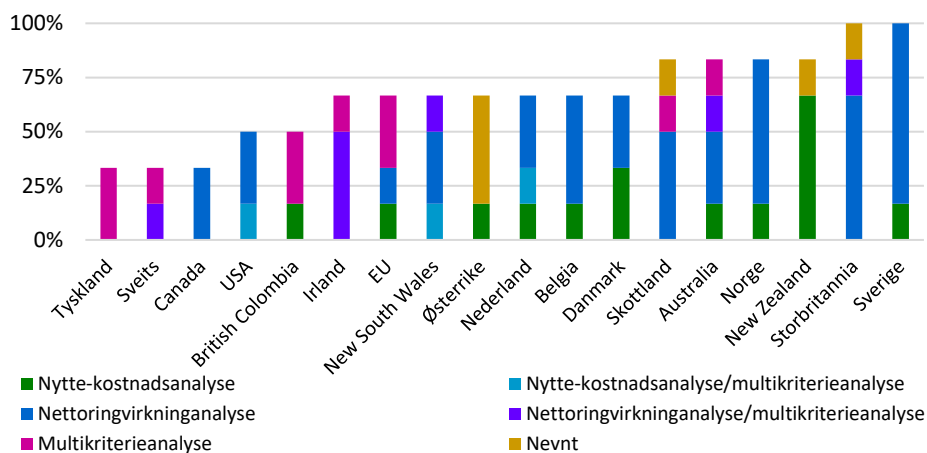
I årene rundt 2010 til 2015 var det like fullt en del optimisme i transportetatene og i konsulentmiljøet med tanke på å finne nettoringsvirkninger av transportinvesteringer. Internasjonalt dukket det opp en del lovende empiriske studier. Videre ble en del lovende, men mer overfladiske undersøkelser, gjennomført nasjonalt. Dessuten fant en del pilotstudier med ex ante-nettoringsvirkningsberegninger av mer eksperimentell karakter enorme effekter av

norske veiinvesteringer på opp til mange milliarder kroner (se for eksempel Tveter og Mørkrid 2018 for en oversikt). I stor grad baserte disse resultatene seg på at funnene i internasjonale studier i svært urbane områder var overførbare til Norge. En del forutsatte også langt på vei at korrelasjonen mellom økonomisk tetthet og økonomiske prestasjoner over norske regioner representerer en kausal sammenheng fra tetthet til prestasjoner og med det ikke skyldes lokaliseringseleksjon.

Samtidig la en merke til at det i utviklingen av evalueringspraksiser i andre land ble viet mye fokus til bredere økonomiske effekter, etter at kvantifisering av klimagassutslipp, andre luftutslipp og støy hadde vært fokusområdet i tiåret forut. I likhet med klimagassutslipp er bredere økonomiske virkninger ikke rett fram å verdsette på grunn av mange indirekte mekanismer. I motsetning til klimagassutslipp er det først og fremst snakk om positive virkninger. Ut ifra et føre-var-ståsted burde man derfor være mer forsiktig med å inkludere slike effekter fullt ut i evalueringsrammeverket for transporttiltak, samtidig som effektene blir mer interessant fra ståstedet til infrastrukturinvesteringenes forkjempere.

I de senere år har enkelte transportetater og fylkeskommuner bestilt en rekke nettoringsvirkningsanalyser. På vegne av transportetatene har Tveter og Mørkrid (2018) og Bruvoll med flere (2017b) utviklet veiledere for beregninger av nettoringsvirkninger ved bruk av gravitasjonslikninger. Disse dokumentene tilbyr intuitive og gode forklaringer og et anvendelig oppsett for å beregne nettoringsvirkninger, men forutsetter samtidig at slike effekter er betydelige og reelle. Den norske veilederen er inspirert av den britiske veilederen (Department of Transport 2021). Transportetatene har også vært opptatt av å bedre analysegrunnlaget, både når det gjelder metodikk og parameterverdier. Blant annet har man ønsket å beregne næringsvise agglomerasjonselastisiteter og avstandsforvittringskoeffisienter for norske forhold.

I Figur 7 har jeg illustrert dekningen av nettoringsvirkninger i offentlige transportevalueringsveiledere over land og regioner for 2020 med utgangspunkt i de seks formene for ringvirkninger analysert over.



Figur 7: Dekningen av seks utvalgte former for nettoringsvirkninger i transportevaluering i 2020, fordelt over anvendt evalueringsverktøy

Norge har blitt et av landene med bredest dekning av nettoringsvirkninger. Induserte investeringer, riktignok i form av reinvesteringer i infrastrukturen, er inkludert i kost-nytteanalysen. De øvrige virkningene håndteres i nettoringsvirkningsanalyser. Virkninger på urbant forbruk er ikke fanget opp.

Også i dagens analyser av nettoringsvirkninger hviler forutsetningene tungt på overførbarheten til forskningsfunn fra svært urbane strøk og korrelasjon mellom produktivitet og økonomisk tetthet i mer nærliggende områder. Jevnt over er verdierestimaterne fra nyere tids ex-ante analyser av nettoringsvirkninger fortsatt gjennomgående høye (se for eksempel Tveter og Mørkrid 2018), men de er i det minste moderert i forhold til tidligere. Like fullt kommer usikkerheten beheftet med beregningene ofte ikke skikkelig frem, idet den i mange tilfeller er underdrevet eller gjemt bort i fotnoter.

I det offentlige ordskiftet møter man fremdeles argumenter om betydelige nettoringsvirkninger, også når kvantitative undersøkelser ikke bygger opp under dette. Typisk dreier det seg om kvalitativ argumentasjon, der uttalelser fra aktører i næringslivet til fordel for transportinvesteringen det er snakk om fremheves. Samlet har det offentlige Norge brukt flere titalls millioner kroner på å bestille nettoringsvirkningsanalyser tilknyttet samferdsel de siste ti årene. Samtidig har det offentlige investert i å heve kunnskapsgrunnlaget for slike analyser.

Nettoringsvirkningsanalyser av infrastrukturtiltak er langt på vei et særegent fenomen for evalueringer knyttet til transportsektoren. For andre former for infrastruktur er evalueringspraksisene generelt mindre avanserte og utviklede. Nettoringsvirkningsanalyser evalueres sjeldent i forkant av andre infrastrukturtiltak, især kvantitativt.

5. Empiriske fundament

Som vi så i kapittel 3 er det et klart teoretisk fundament for hvordan regional integrasjon gjennom transportinfrastruktur kan gi produktivitetsimpulser og andre økonomiske impulser. I det følgende presenterer jeg den empiriske forskningslitteraturen, før jeg går nærmere inn på en egen empirisk undersøkelse med Sørlandskysten som studieobjekt (jamfør Holmen 2020b).

5.1 Forskningslitteraturen

Jeg starter den empiriske litteraturgjennomgangen med å ta for meg internasjonale nøkkelstudier på feltet, før jeg går nærmere inn på skandinaviske undersøkelser. I begge tilfeller vil jeg også referere til Andersson med flere (2015), Tveter og Mørkrid (2018) og Bruvoll med flere (2017b), som gir relevante litteraturgjennomganger på temaet, med litt andre vinklinger enn den jeg har valgt. Mitt fokus her vil i stor grad være på empirisk strategi og det empiriske grunnlaget for ulike mekanismer, og i mindre grad tallene man kommer fram til og bruk av funnene i ex-ante-evaluering.

Internasjonale studier

I det følgende vil jeg kort gjøre rede for den empiriske forskningslitteraturen internasjonalt om regional integrasjon og infrastrukturinvesteringer med fokus på produktivitetsvirkninger. Jeg referer til Holmen og Hansen (2020) for en mer detaljert gjennomgang av denne litteraturen og behandling av andre utfallsvariabler enn produktivitet.

Inntil nylig var litteraturen om økonomiske impulser av transportinfrastruktur dominert av studier på bransje- og makronivå (se Melo, Graham og Brage-Ardao 2013 for et overblikk). I et tidlig bidrag finner Aschauer (1989) at infrastruktur for transport- og vannsystemer gir størst produktivitetspåvirkning blant de forskjellige typer infrastruktur. I sin søken etter kausal identifikasjon utnytter han tregheter knyttet til offentlig sektors atferd.

I sin metaanalyse av produktivitetsimpulser fra agglomerasjon finner Melo, Graham og Noland (2009) at gjennomsnittlig elastisitet i produktivitet med hensyn til størrelsen på det funksjonelle byområdet er 0,058. Estimaten varierer vesentlig mellom studiene, men det ser ikke ut til at korreksjon av motsatt kausalitet endrer estimatene merkbart. I en annen undersøkelse av produktivitetseffekter i tversnittstudier finner Rosenthal og Strange (2004) liknende resultater med produktivitetselastisitet med hensyn til bystørrelse på mellom 0,03 og 0,08.

Selv om begrunnelsene for eventuelle produktivitetsimpulser fra opphopning av økonomisk aktivitet er klar, har det vist seg utfordrende å påvise slike kausale virkninger i praksis (se for eksempel Graham med flere 2010 og Melo, Graham og Brage-Ardao 2013). I nyere studier tolkes nærhet ofte bredere enn i en rent fysisk forstand, som også involverer redusert reisetid (se for eksempel Rice, Venables og Patacchini 2006 og Graham, Gibbons og Martin 2010). Følgelig kan ny større

veibygging belyse produktivitetsimpulser fra agglomerasjon, så lenge muligheten for omvendt årsakssammenheng håndteres.

Noen nylige empiriske studier tar eksplisitt opp kausale virkninger av økt markedstilgang forårsaket av transportinfrastruktur, gjerne på virksomhetsnivå. I et viktig bidrag finner Holl (2016) støtte for produktivitetseffekter fra nærhet til motorveier i den spanske produksjonssektoren. Hun utnytter postruter og de gamle romerske veiene som kilder til eksogen variasjon. Videre kontrollerer hun for samfunnsgeografiske, naturgeologiske og historiske omstendigheter, så vel som virksomhetsfaste effekter.

Også Duranton, Morrow og Turner (2014) benytter historiske ruter for instrumentering av utvidelser av veinettet. De finner at amerikanske byer med flere motorveier spesialiserte seg på sektorer som produserer tungt gods. Andre studier instrumenterer utvidelser av veinettet med historiske forhold (eksempelvis Baum-Snow 2007 og 2010, Michaels 2008, Duranton og Turner 2011 og 2012, Garcia-López, Holl og Viladecans-Marsal 2015 og Baum-Snow med flere 2017) og fysisk geografi (eksempelvis Faber 2014, Jedwab og Moradi 2016 og Banerjee, Duflo og Qian 2020).

I en annen viktig studie undersøker Gibbons med flere (2019) hvordan økning i geografisk markedstilgang gjennom veiutbygginger gir positive impulser på lokal sysselsetting, antall bedrifter og produktivitet i små geografiske områder i Storbritannia. I sin identifikasjonsstrategi holder de reisetider innenfor buffersoner konstant over tid for å håndtere mulige omvendte kausalitetsutfordringer (se også Donaldson og Hornbeck 2016 for denne identifikasjonsstrategien). Gibbons med flere konkluderer med at ny transportinfrastruktur tiltrekker transportintensive bedrifter til området der de bygges fra andre områder.

Ved å studere amerikanske motorveier utenfor storbyområder finner Chandra og Thompson (2000) støtte for at positive impulser for tjenesteytende næringer i regioner med nye motorveier delvis kommer på bekostning av perifere regioner i nærheten. Deres identifikasjonsstrategi er å vurdere områder som antas å tilfeldigvis ligge langs nye ruter mellom to byer. Liknende identifikasjonsstrategier benyttes også av Holl (2004), Melo, Graham og Noland (2010), Ghani, Goswami og Kerr (2016) og Ahlfeldt og Feddersen (2018).

Utover Chandra og Thompson (2000), Duranton, Morrow og Turner (2014), Holl (2016) og Gibbons med flere (2019) omhandler en rekke av de nevnte studiene regional integrasjon gjennom transportinvesteringer historisk sett, i utviklingsland eller begge deler. En del av studiene omhandler like fullt om utvidelser av veinettet i industrialiserte land i moderne tid, deriblant Holl (2004), Ahlfeldt og Feddersen (2018), Melo, Graham og Noland (2010), Duranton og Turner (2011) og (2012) og Garcia-López, Holl og Viladecans-Marsal (2015).

Utover de overnevnte forklaringene inkluderer aktuelle identifikasjonsstrategier paneldatamodeller med interne instrumenter i form av laggede variabler, diskontinuitetsdesign der enheter som akkurat behandles sammenliknes med enheter

som akkurat ikke behandles, justeringer av forklaringsvariabelen basert på proxier for de endogene komponentene og design av kontroller gjennom matching av egenskaper. Ofte vil også en sentral del av identifikasjonsstrategien gå på å justere for bakenforliggende forhold gjennom kontekstuelle variabler og faste effekter. Man kan også argumentere for eksogenitet basert på endogenitetstester og dokumentstudier, hvilket jeg vil komme tilbake til i neste seksjon om skandinaviske studier.

I Figur 8 har jeg oppsummert alternative identifikasjonsstrategier benyttet i forskningslitteraturen for å finne kausale virkninger av transportinfrastruktur på produktivitet og andre utfallsvariabler. I delappendiks A.2 går jeg nærmere inn på håndteringen av omvendt kausalitet (i vårt tilfelle at produktivitetshensyn påvirker infrastrukturutbyggingen) og bakenforliggende forhold (forhold som påvirker både forklaringsvariabelen og utfallsvariabelen).



Figur 8: Identifikasjonsstrategier i studier om økonomiske virkninger av infrastruktur

Noen studier undersøker også hvordan betydningen av markedstilgang i seg selv og avstandsforvitringen varierer over næringer. Graham, Gibbons og Martin (2010) fastslår at virkningene av agglomerasjonsimpulser på produktiviteten reduseres raskere over reiseavstander til omkringliggende økonomiske aktiviteter for tjenestevirksomheter enn for industrivirksomheter. I tråd med dette finner Rosenthal og Strange (2003) at gevinsten av geografisk opphopning av økonomisk aktivitet reduseres raskt over reiseavstander for de fleste næringer, før avstandsforvitringen gradvis blir mindre.

Rice, Venables og Patacchini (2006) finner at agglomerasjonsimpulser på produktiviteten synker kraftig med reisetiden og slutter å være viktig utover omtrent 80 minutter. Tilsvarende finner Duranton og Overman (2005) positive effekter av samlokalisering innen 50 kilometer. Jeg viser til Graham, Gibbons og Martin (2010), Redding (2010) og Sevtsuk og Mekonnen (2012) for oversikter over ulike forskningsområder som omhandler markedsadgang og avstandsforvitring.

Duranton og Overman (2008) studerer faktorer som avgjør hvor ulike bedrifter lokaliserer seg. Generelt finner de at selskaper som går inn og ut av markeder følger sin nærings lokasjonsmønstre. Videre finner de sterkt empirisk belegg for at samlokalisering i vertikalt integrerte næringer regionalt, med store virksomheter

som en drivende faktor for lokaliseringen av mindre virksomheter innenfor samme foretak. Resultatene deres involverer også samlokalisering mellom virksomheter i samme foretak og indikerer til en viss grad mobilitet mellom varige og midlertidige virksomheter. Duranton og Overman finner imidlertid ingen forskjell i lokaliseringsmønstre mellom utenlandskeide og innenlandskeide virksomheter, eller mellom selvstendige virksomheter og virksomheter i foretak med flere virksomheter.

Combes med flere (2012) studerer regional fortetning og produktivitet i Frankrike med en nøstet modell for seleksjon og agglomerasjonssynergier. De finner at virksomhetsseleksjon ikke er tilstrekkelig til å forklare regionale produktivitetsforskjeller. Regional produktivitet bestemmes ikke bare av produktiviteten på virksomhetsnivå, men også av utviklingen i sysselsettingen i bedrifter og regioner. Redding og Turner (2015) og Combes og Gobillon (2015) gir oversikter over studier av hvordan motorveier tiltrekker seg økonomisk aktivitet til omkringliggende områder. Flere forfattere fremhever negative likevektsmekanismer assosiert med forskyvningseffekter i konkurrerende områder (se for eksempel Kanemoto 2013a og 2013b, Behrens, Duranton og Robert-Nicoud 2014 og Donaldson og Hornebeck 2016).

Andre studier fokuserer på logistiske kostnader og varehandel. I løpet av de siste årene har forskningen på større virkninger fra infrastrukturprosjekter blitt mer mikroorientert. Bernard, Moxnes og Saito (2015) viser hvordan en japansk høyhastighetstoglinje forbedrer fast ytelse gjennom redusert reisetid. Effektene er delvis forårsaket av nye koblinger mellom grossister og forhandlere og lavere kostnader for reiser til passasjerer. Andre forfattere viser at motorveier reduserer selskapenes logistikkostnader ved at de reduserer sine varebeholdninger (se for eksempel Shirley og Winston 2004, Datta 2012 og Li og Li 2013).

Skandinaviske studier

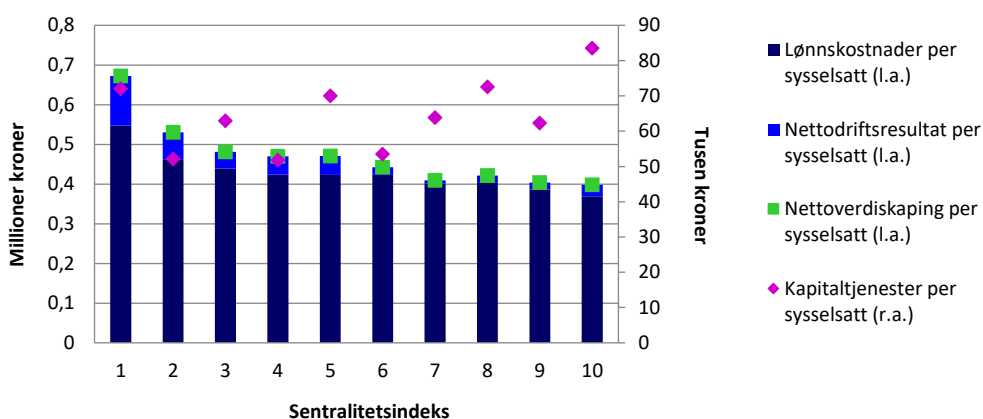
Samlet gir den internasjonale litteraturen om regionaløkonomiske virkninger av transportinvesteringer grunn til å undersøke om slike virkninger også er betydelige under norske forhold. En del av de tradisjonelle studiene om sammenhengen mellom produktivitet og økonomisk tetthet innehar til dels tvilsomme identifikasjonsstrategier, der det ikke er klart hvilken vei den kausale sammenhengen går.

I nyere tid har det imidlertid dukket opp flere studier med overbevisende identifikasjonsstrategier som påviser produktivitetsimpulser og andre økonomiske impulser fra ny reisetidsbesparende transportinfrastruktur. Fellesnevneren for disse studiene er likevel at de tar for seg vesentlig mer urbane områder enn det vi finner i Norge. Det er dermed ikke gitt at funnene i disse studiene er overførbare til en norsk kontekst.

Figur 9 om arbeidsproduktivitet og kapitalintensitet over sentralitetsnivåer (definert og utledet av Gundersen og Juvkam 2013) er hentet fra Holmen (2020a). Kapitalintensiteten er inkludert i tillegg til mål for arbeidsproduktiviteten, slik at man kan foreta vurderinger av totalfaktorproduktivitet. I sammenlikningen under

har jeg tatt ut ressursbasert næringsliv inkludert offshore-leverandørene, som drives av utvikling i ressursmarkedene snarere enn økonomisk tetthet, og er overrepresenterte i perifere strøk. Jeg har også tatt ut finans og eiendom, idet disse næringsgrenene er svært kapitalintensive og primært er lokalisert i de mest sentrale områdene i landet.

Dersom man tar for seg faktoravkastningen i norsk næringsliv, er det tydelige forskjeller i produktivitet over sentralitetsnivåer. Den største forskjellen er imidlertid mellom de mest sentrale områdene og de øvrige sentralitetsklassene. Nivåene for arbeidsproduktivitet varierer mest innad i de laveste sentralitetsklassene med mange kommuner, og avhenger vesentlig av næringsstruktur (se Bruvoll med flere 2017a og Leknes med flere 2016 for flere detaljer).

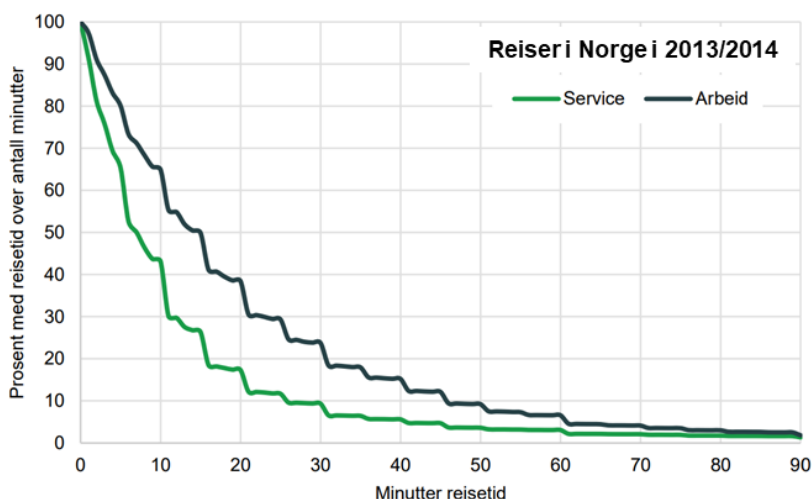


Figur 9: Arbeidsproduktiviteten og kapitalintensiteten i virksomheter i Fastlands-Norge utenom finans, eiendom og ressursbasert næringsliv i 2014 rangert etter sentralitet, der 1 angir høyest sentralitet og 10 angir lavest sentralitet

I den siste oppdateringen av den offisielle klassifiseringen for bolig- og arbeidsmarkedsregioner i Norge bemerker Gundersen, Holmen og Hansen (2019) at klassifiseringen er relativt stabil over tid og noenlunde robust i forhold til moderate endringer i inkluderingskriteriene.

Gjennom korrelasjonsanalyse på virksomhetsdata, sysselsettingsdata og den norske reisevaneundersøkelsen finner Gregersen og Gundersen (2016) at høyt utdannede i Norge generelt ikke er villig til å pendle lengre enn andre sysselsatte. De finner imidlertid at spesialister pendler lengre uavhengig av reisevei, så vel som sysselsatte innenfor spesialiserte naturvitenskaplige og tekniske virksomheter. Carlsen, Rattsø og Stokke (2016) utnytter lønnsstatistikk for norske arbeidstakere koblet mot individdata til å studere sammenhengen mellom lønnsnivå, utdanning og økonomisk tetthet lokalt ved en paneldatamodell med faste effekter. Forfatterne finner at særlig høytutdannede og andre sysselsatte med høy stillingsgrad har fordeler ved å jobbe i byer. I tillegg kommer de fram til at høytutdannede som er sysselsatte i byer får mer igjen for å skifte sine stillinger.

Forut for Holmen (2020b) som jeg presenterer i delkapittel 5.2 er det ikke foretatt empiriske studier av hvordan markedstilgangsfunksjonen for produktivitet ser ut i Norge. I forbindelse med reisevaneundersøkelsen for 2013 og 2014 har imidlertid Hjorthol, Engebretsen og Uteng (2014) undersøkt hvordan avstandsforvitringen for arbeidsreiser og service-reiser fortoner seg. Høydahl (2020) har laget en grafisk fremstilling av hvor mange som reiser minimum ulike reisetider til arbeid eller service-tjenester, som jeg har gjengitt i Figur 10. Vi ser at begge grafene er konvekse og fallende. Mønstrene innebærer skarpere avstandsforvitring enn en del empiriske funn internasjonalt (se studier nevnt i denne sammenheng i forrige seksjon), og enn en lineær forvitningsfunksjon, som ofte antas i litteraturen.



Figur 10: Arbeidsreiser og reiser til servicefunksjoner etter reisetid i 2013 og 2014

I to tidlige tverrsnittundersøkelser finner Heum med flere (2011) og Dehlin med flere (2012) korrelasjon mellom økonomisk fortetning ved veiåpninger og regional produktivitet i Norge. Skogstrøm med flere (2013) undersøker produktivitetsvirkninger av reduserte reisetider på det norske veinettet. I en panelregresjon med faste effekter på et panel over to år finner de indikasjoner på en sammenheng mellom regional arbeidsproduktivitet og økonomisk tetthet. Studien innbefatter også en regresjon av forskjeller på regionalt nivå med alternative kontrollregioner for forskjellige caser; E18 mellom Kristiansand og Grimstad, riksvei 653 Eiksund-sambandet og E10 Lofast. I studien finner forfatterne indikasjoner på produktivitetseffekter for Agderbyen og Eiksund, men ikke for Lofast, hvor befolkningsgrunnlaget rundt veien er tynt.

Hvis man gjør flere analyser på dataene som er brukt i Skogstrøm med flere (2013), viser det seg imidlertid at resultatene for Eiksundsambandet forsvinner når man kontrollerer for olje- og gassleverandører. Merk at leverandørnæringen i olje- og gassnæring hadde et voldsomt oppsving i denne regionen i perioden etter veiåpningen, samtidig som finanskrisen rammet andre næringer ikke lenge etterpå. Heller ikke funnene for E18 i Agderbyen står seg når man gjør dypere

analyser, noe jeg viser i Holmen (2020b) og kort redegjør for i delkapittel 5.2. I og med at Skogstrøm med flere gjennomførte analysen på regionalt nivå, ble det ikke undersøkt robusthet på selskapsnivå eller sammensetningseffekter. Man har heller ikke mulighet til å korrigere for næringstrender ved å inkludere interaksjonsvariabler mellom næring og år på dette aggregeringsnivået. En annen vesentlig svakhet med analysen var at den inkluderte virksomheter i foretak med flere virksomheter, der foretakenes økonomiske variabler var spredt utover virksomheter basert på sysselsettingsandeler. Dette gir åpenbart ingen geografisk identifikasjon av den økonomiske aktiviteten til hver virksomhet, slik at de tilhørende tallene blir uegnet til å fange opp regionale sjokk.

Hagen med flere (2014) gir en relativt omfattende undersøkelse av nettoringsvirkninger i norsk sammenheng. Forfatterne bruker blant annet paneldataregresjoner og case-baserte forskjell i forskjeller-studier for å studere innvirkningen på lønnskostnaden av fem broforbindelser realisert på 1990-tallet; Askøybrua, Mjøsbrua, Nordhordlandsbrua, Osterøybrua og Rennfast. Hagen med flere mener å finne tegn på mernytte-virkninger gjennom økt lønn for Nordhordlandsbrua, Osterøybrua og Rennfast, men ikke for Mjøsbrua eller Askøybrua. De fremhever like fullt at variasjonen er for stor til å trekke generaliserbare konklusjoner. Studien innbefatter en justering for initial næringstilørighet for veldig grovt definerte næringsgrener, men heller ikke her gjøres noe forsøk på å justere for næringstrender. Resultatenes signifikans rapporteres ikke, eller verifiseres med supplerende undersøkelser av effekter på mikronivå eller sammensetningseffekter.

Börjesson med flere (2019) og Tveter (2021) finner indikasjoner på høyere lønn etter utvidelser i veinettet. Den førstnevnte studien inkluderer Midt-Sverige inkludert Stockholm, mens den sistnevnte studien omfatter flesteparten av Norges kommuner. Likevel er det ingen av disse studiene som kontrollerer for lokal næringsutvikling, hvilket de for eksempel kunne ha gjort ved å innføre interaksjonsdummys mellom næring og år. Når det gjelder Tveter (2021), foregår studien over finanskrisen fra 2006 til 2009, der olje- og gassleverandørene hadde en veldig sterk utvikling nær noen av de veiprosjektene som ble implementert (som for eksempel ved områdene rundt Eiksundsambandet og Europavei 18 i Agderbyen). I tilfellet Midt-Sverige varierer også næringslivet med mer kunnskapsintensiv tjenesteyting nær byene og industri i litt mer perifere strøk, slik at den regionale veksten og konjunkturresponsen til dels vil variere systematisk. Begge artiklene argumenter for at det ikke er behov for å justere for motsatt kausalitet fra produktivitetspotensial til veiinvesteringer, jamfør diskusjonen i delkapittel 4.2. Spesielt hviler de denne antakelsen på Eliasson med flere (2015) sine funn om at kost-nytteanalysene ikke påvirker realisering av veiinvesteringsprosjekter, så lenge netto nytten er positiv i tilfellet Sverige og til og med uavhengig i tilfellet Norge. Med det svenske kravet om at veiinvesteringer skal ha positiv netto nytte framstår det noe overraskende at Börjesson med flere (2019) har forutsatt at svenske veiinvesteringer ikke er utsatt for motsatt kausalitet.

Det klart største veiprojektet i Skandinavia i nyere tid er Öresundforbindelsen mellom København i Danmark og Malmö i Sverige. Petersen (2011) bruker propensity score matching til å studere impulser fra økt markedstilgang på virksomhetsproduktivitet i Skåne etter åpningen av Öresundforbindelsen. Han finner at utbyggingen ikke hadde noen produktivitetsimpulser i Skåne, verken på aggregert eller disaggregert nivå. Knudsen og Rich (2013) finner at arbeidsmarkedseffekter knyttet til pendling og forretningsreiser dominerer nyttevirkningene tilknyttet prosjektet. Knowles (2012) argumenter for at fremveksten av Ørestad, sør på Amager i København ved Öresundforbindelsen har bidratt å tiltrekke kapital og arbeidskraft til byen, og derved øke det lokale næringslivets internasjonale konkurransevne.

En del studier tar også for seg hvordan veiinvesteringer påvirker bo- og arbeidsmarkedene. Til en viss grad dreier disse impulsene seg om geografiske omfordelingsvirkninger, men det kan potensielt også være snakk om økt sysselsettingsgrad og bedre samsvar i arbeidsmarkedet. Engebretsen og Gjerdåker (2010) finner at pendlingsnivåene i Norge har økt over tid, men at innvirkningene av veiinvesteringer på pendling er varierende. Tveter (2018) finner at åpningen av Eiksundsambandet bidro til økt pendling innenfor 30 minutters reisetid.

Isacsson med flere (2015) studerer virkningen av jobbtilgjengelighet gjennom transportinfrastrukturen på lønnsinntekt i den utvidede Stockholm-regionen i panel med mikrodatabe for to år. De kontrollerer for sonespesifikke og individfaste karakteristika ved å skille mellom sysselsatte som har endret bostedssone og de som ikke har det. Forfatterne finner at arbeidstilgjengelighetens virkning for lønnsinntektene bare hadde betydning for sysselsatte som byttet arbeidssted.

Tveter, Welde og Odeck (2017) studerer hvordan realiseringen av elleve fastlandsforbindelser påvirker sysselsettingen i Norge. Ved å benytte en syntetisk kontrollmetode finner de klare effekter på bosettingsmønstre i noen tilfeller, der øyer forbindes med urbane strøk og på øyer med relativt utstrakt ressursbasert næringsliv. I andre tilfeller finner de ingen betydelige effekter. I en annen studie basert på syntetisk kontrollgruppemetode undersøker Welde, Tveter og Mork (2020) hvordan ti store norske veiprojekter virker inn på bosetting, innpendling og sysselsetting i etablerte virksomheter og nyetableringer. Også her finner man moderate effekter i noen tilfeller og ingen effekter i andre. En utfordring med begge disse studiene er at man ikke har beregnet signifikansnivåer basert på utfallene til kommunene som inngår i kontrollgruppene, resultatene tolkes i stedet i lys av visuell inspeksjon. Heller ikke i disse studiene kontrolleres det direkte for lokal næringsstruktur.

Enkelte empiriske studier har også blitt gjennomført for andre transportinfrastrukturer enn vei. I sin frontestimeringsstudie viser Rødseth med flere (2021) at prestasjonene til norske container-havner er korrelert med markedstilgang på land og til havs. De påpeker samtidig at det er vanskelig å påvise noen kausal sammenheng på grunn av begrenset eksogen variasjon i markedstilgang. Tveter (2017) finner at lokaliseringen av lufthavner har hatt en positiv, men ikke signifikant, innvirkning på bosetnings- og

sysselsettingsutviklingen i Norge siden 1970-tallet. Ved bruk av lineære paneldataregresjoner med faste effekter finner Haukås (2021) positive impulser på norsk varehandel av nye internasjonale flyruter. Ved hjelp av en fast effektmodell finner Johansson med flere (2020) at økning i antall tilgjengelige jobber rundt jernbanestasjoner ser ut til å ha svært beskjedne positive effekter på lønn i Sverige.

Til tross for en del positive indikasjoner er det samlede bevismaterialet på produktivitetsimpulser i Skandinavia tynt. Videre er det tvilsomt at en del av de internasjonale forskningsfunnene i langt mer urbane strøk enn det man finner i Norge er gyldig også her. Studiene som tar for seg bosettings- og sysselsettingsvirkninger viser noen flere resultater, men likevel er det ikke snakk særlig store effekter. Trolig er det også en publiserings-skjevhet i den tilknyttede litteraturen i retning av positive funn, fordi det er vanskelig å få publisert og skaffe finansering til analyser med ikke-signifikante empiriske resultater. For min egen del har jeg foretatt innledende analyser av produktivitet og andre utfallsvariabler knyttet til flere veiinfrastrukturprosjekter, for deretter å ha lagt dem til side på grunn av få signifikante resultater og fravær av prosjektmidler. Jeg kjenner også til forskere som har trukket en tilsvarende konklusjon etter liknende upubliserte undersøkelser.

5.2 Studie av veiåpninger på Sørlandskysten

Mangelen på empiriske studier av nettoringvirkninger av transportinfrastrukturinvesteringer i rurale omgivelser har motivert til å gjennomføre egne undersøkelser i Norge. I det følgende vil jeg gjøre greie for min egen studie av nettoringvirkninger langs Sørlandskysten, som omfatter noen av de største veiåpningene i Norge siden millenniumskiftet. Herunder vil jeg redegjøre for casets egnethet, mitt valg av empirisk strategi, studiens datagrunnlag og de empiriske resultatene. Jeg referer til Holmen (2020b) for flere detaljer.

Egnetheten av casen

I studier av produktivitetsvirkninger av infrastrukturtiltak bør kausaliteten alltid ettergås, da man potensielt også kan ha såkalt motsatt kausalitet ved at tiltaket motiveres av et forventet produktivitetspotensial. I Norge tyder både kvalitative og kvantitative undersøkelser på at produktivitetspotensialet og kost-nytteanalyser i svært liten grad tas hensyn til når investeringsbeslutninger knyttet til transportinfrastruktur gjennomføres (se delkapittel 4.2 for detaljer). Dette er naturligvis ikke ønskelig fra et samfunnsperspektiv, men fra et rent forskerståsted er det en fordel at problemstillingen om motsatt kausalitet er mindre preker i Norge.

Ofte fremmes argumenter knyttet til nettoringvirkninger i forbindelse med veiutbygginger, også i mer rurale strøk. Likevel er det få utbygginger i Norge som gir reisetidsbesparelser av en størrelsesorden som potensielt kan forventes å bidra vesentlig til regionaløkonomisk integrasjon. Årlig gir ett til to prosjekter i Norge reisetidsreduksjoner på over fem minutter innen en halvtime reisetid i

hovedferdselsåren mellom to nabokommuner. Mange av disse prosjektene finner sted på øyer og over fjorder, der det bor begrenset med mennesker.

Sørlandskysten fremstår som et lovende sted å lete etter nettoringsvirkninger i Norge. I forhold til andre områder som har vært gjenstand for vesentlig reisetidsbesparende utbygginger, bor det relativt mange mennesker i dette området. Videre er det lokale næringslivet relativt oversiktlig og den tilhørende strukturen varierer ikke radikalt mellom kommunene i regionen.

Sørlandskysten utgjør en relativt oversiktlig region med Kristiansand som dominerende by i midten og flere kommuner med en viss befolkning langs kysten ved E39 i vest og E18 i øst. Sørlandskysten og innlandskommunene rundt Kristiansand bosatte 89,9 og 90,3 prosent av Sørlandets befolkning i henholdsvis 2004 og 2014. Dersom man skal reise fra en kommune langs Sørlandskysten til Stavanger i vest eller Oslo i øst går også raskeste veien langs kysten. Dette innebærer også at hovedferdselsårene på Sørlandet i hovedsak går langs kysten.

Det har blitt foretatt flere veiinvesteringer langs Sørlandskysten gjennom en relativt begrenset tidsperiode. Utbyggingsprosjektene er også relativt oversiktlige, både når det kommer til hvem som berøres av prosjektene, og når de ferdigstilles. Prosjektene har blitt jevnt fordelt over regionen gjennom ulike veipakker, inkludert Kristiansandpakken, Listerpakken og egne veiporteføljer for E18 og E39 på Sørlandet. I min studie har jeg fokusert på perioden 2004 til 2014. Den eksakte tidsmessige avgrensningen handler i stor grad om registrering av sysselsettinger i virksomhetsstatistikken, men også om når prosjektene har blitt gjennomført.

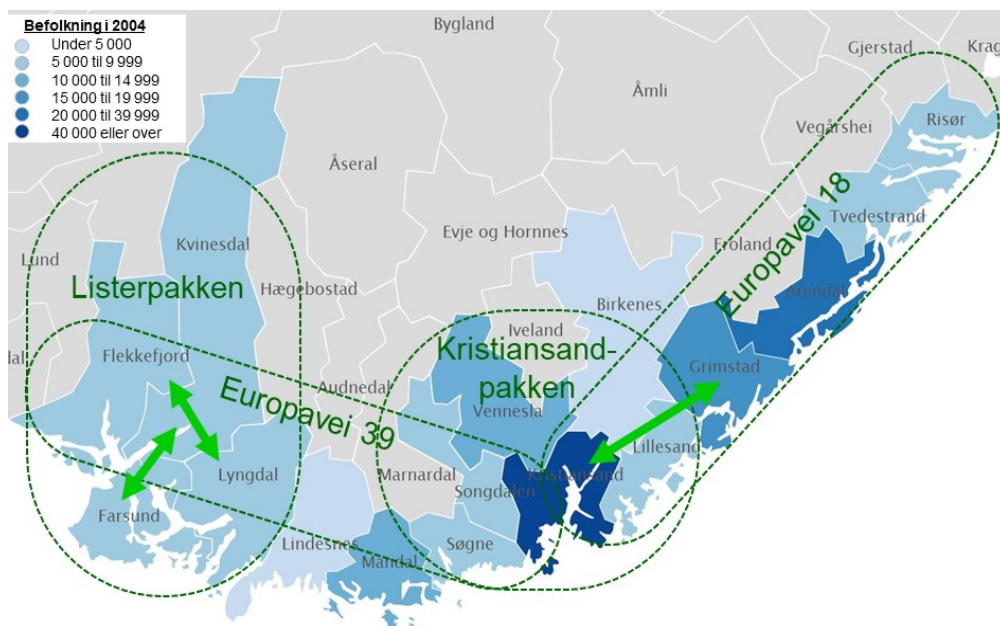
I perioden 2004 til 2014 ble det gjennomført fire veiåpninger langs Sørlandskysten som innebar reisetidsbesparelser på over 5 minutter, hvorav to fant sted på E18 i Aust-Agder og to fant sted i Lister. 30. august 2006 reduserte en fornyelse av E39 mellom Flekkefjord og Lyngdal, i forbindelse med Listerpakken, reisetiden på rutesegmentet med 17 minutter, fra 46 til 29 minutter. 26. august 2009 ble reisetiden mellom Kristiansand og Grimstad på E18 redusert med 12 minutter, fra 34 til 22 minutter. Av norske veiinvesteringer siden millenniumskiftet har ingen andre investeringer med reisetidsbesparelser på over fem minutter berørt flere personer innen en halvtime reisetid. Også i tilknytning til Listerpakken ble fylkesvei 465 i Vest-Agder mellom Farsund og Kvinesdal fornyet i perioden 2009 til 2012. Utbyggingen reduserte reisetiden mellom kommunene med 18 minutter, fra 52 minutter til 34 minutter. Av disse ble 5 minutters reisetidsreduksjon realisert 24. november 2009 i forbindelse med åpningen av Ravneheitunnelen, mens reduksjonen av de 13 resterende minuttene ble realisert ved åpningen av resten av veien 19. oktober 2012.

Den fjerde store veiåpningen langs Sørlandskysten i studieperioden var utbyggingen av E18 mellom Risør og Gjerstad 20. august 2004, som medførte en reisetidsbesparelse på 6 minutter på strekningen. Siden åpningen fant sted helt i begynnelsen av min studieperiode, har den imidlertid begrenset betydning i min studie. Veistrekningen mellom Tvedestrand og Arendal ble dessuten åpnet mellom Tvedestrand og Arendal 2. juli 2019, men denne utbyggingen faller altså utenfor

min studieperiode (fra 2004 til 2014). Ellers ga gradvise økninger i fartsgrenser på fylkesvei 751 i Vest-Agder mellom Kvinesdal og Hægebostad fra 2008 til 2013 en reisetidsreduksjon på 5 minutter i løpet av min studieperiode, mens fornyelsen av fylkesvei 43 i Vest-Agder mellom Farsund og Lyngdal 28. november 2006 ga en reisetidsreduksjon på to minutter. Det var ingen større veibygginger i umiddelbar nærhet utenfor studieområdet mitt. Det fremstår derfor usannsynlig at andre veibygginger i nabofylkene har hatt vesentlig direkte innvirkning på de økonomiske utfallene langs Sørlandskysten, selv om de naturligvis kan ha påvirket økonomien på Sørlandet noe gjennom nettoringvirkninger, fortregningsmekanismer og andre generelle likevektsmekanismer av mer nasjonal art.

Det har vært relativt rett fram å gå inn i beslutningsdokumentene for å undersøke om nettoringvirkninger og kost-nyttehensyn ble vektlagt når prosjektene ble utviklet, særlig tidlige stadier. Store deler av transportinfrastrukturen på Sørlandet er bygd inne i landet for å verne den fra angrep fra sjøen, så lokaliseringen av veiene følger i forsvinnende grad produktivitetshensyn. Før millenniumskiftet hadde mesteparten av E18 ikke vært opprustet siden 1960- og 1970-tallet, da veiene ble nasjonale hovedferdselsårer. Både utbyggingen av E18 og E39 utgjør deler av nasjonale veiutbygginger som omfatter flere fylker. Timingen for og beliggenheten til prosjektene fremstår med andre ord lite styrt av produktivitetshensyn. Da E18 ble bygd langs kysten av Aust-Agder, ble den indre delen av fylket kompensert gjennom Setesdalpakken.

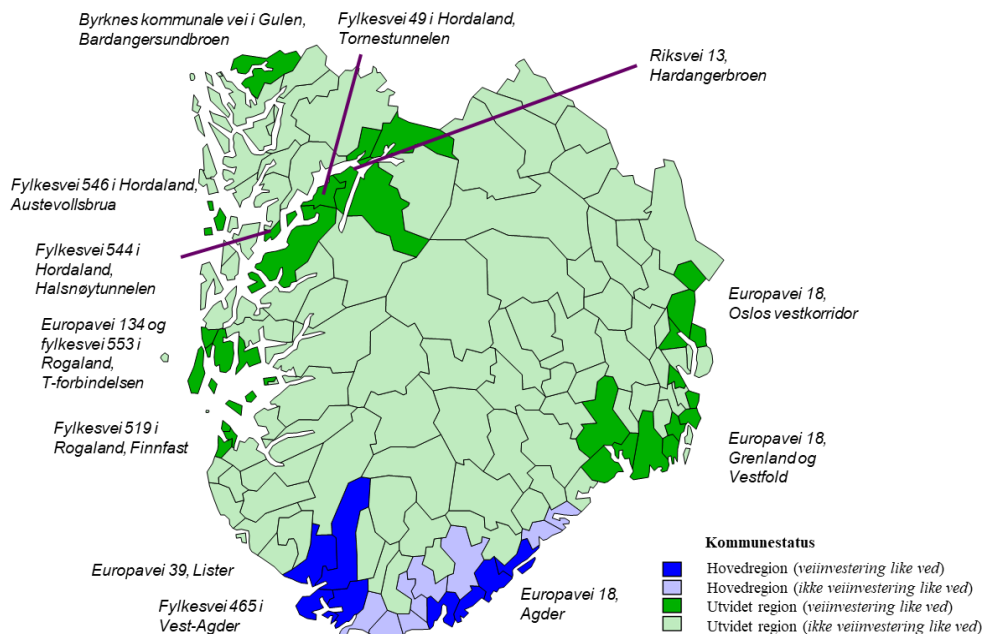
I Figur 11 har jeg illustrert de viktigste veipakkene på Sørlandet i vår studieperiode fra 2004 til 2014 og de tre mest betydningsfulle veiinvesteringene for studien. Videre har jeg markert kommunene som inngår i studien i blått, der mørkheten på blånyansen indikerer hvor mange som bodde i hver kommune i 2004. I studien gjennomfører jeg regresjonsanalyser som dekker kommunene på Sørlandskysten og de øvrige kommunene rundt Kristiansand. Jeg vil referere til denne regionen som min hovedstudieregion.



Figur 11: Oversikt over de største veipakkene og veiutbyggingene langs Sørlandskysten og rundt Kristiansand fra 2004 til 2014 med videre angivelse av kommunenes befolkningsstørrelse.

Det kan imidlertid være at økonomiske impulser i en del av regionen kan påvirke andre deler av regionen gjennom endrede konkurranseforhold, omdisponering av produksjonsressursene og lokale ringvirkninger gjennom verdikjedene med tilhørende strukturelle virkninger på økonomien lokalt. Slike virkninger går utover ringvirkninger, fortegningsmekanismer og andre generelle likevektsmekanismer av mer nasjonal art. Følgelig har jeg også operert med en utvidet studieregion, som i tillegg til min hovedstudieregion inkluderer resten av Sørlandet og Sørlandets tilgrensende fylker og deres tilgrensede fylker igjen. I den utvidede studieregionen har jeg ekskludert kommuner som i løpet av studieperioden er berørt av veiåpninger med minst fem minutters reisetidsreduksjoner innenfor en halvtimes reisetid.

Min utvidede studieregion er illustrert i Figur 12 under, der større utbyggingsprosjekter er markert på kartet. Mørk og lys farge indikerer at det henholdsvis har og ikke har blitt foretatt en større utbygging i løpet av studieperioden. Hovedstudieregionen er farget i blått, mens resten av den utvidede studieregionen er farget i grønt.



Figur 12: Oversikt over den utvidede studieregionen i studien med angivelse av hovedregion og øvrig utvidet region, samt tilstedeværelsen av store veiåpninger i perioden 2004 til 2014

Empirisk strategi

Studien er gjennomført i flere steg. I første steg estimerer jeg markedstilgangsfunksjonen for norske forhold med utgangspunkt i min utvidede studieregion. I tråd med standard praksis på feltet beregner jeg markedstilgangen til et område som produktsummen av forholdet mellom tetthetsvariabelen til omkringliggende områder og en avstandsforvittringsfunksjon. Som tetthetsvariabler benytter jeg gjennomsnittet av sysselsetting etter bosted og sysselsetting etter arbeidssted. Jeg har både utført regresjoner der tetthetsvariabelen holdes konstant for å håndtere eventuell endogen vekst, og der tetthetsvariabelen las variere for å få med endringer over tid. I avstandsforvittringsfunksjonen bruker jeg reisetid som forvittringsmål under to alternative funksjonsformer; potensfunksjon og eksponentialfunksjon. En velkjent problemstilling med estimering er at markedsfunksjoner er svært sensitive til reisetidsendringer nær null. Basert på empirisk testing har innføringen av en minimums reisetid lik ti minutter vært foretrukket som løsning fremfor å legge til et fast påslag i reisetiden.

Markedstilgangsfunksjonene er estimert på kommunenivå på logaritmisk form med ikke lineære metoder, nærmere bestemt ordinær ikke-lineær minste kvadraters metode (NLS)⁵ og ikke-lineær blandede effekters modell (NLME).⁶ Den

⁵ Engelsk: Non-linear least squares

⁶ Engelsk: Non-linear mixed effects models

sistnevnte modellen er en utvidelse av den foregående modellen med en kombinasjon av faste og randomiserte effekter over observasjonsenheter, der restleddenes kovariansmatrise er forutsatt å være utskiftbar med homogen varians og homogen kovarians. I estimeringen har jeg korrigert for forventet gjennomsnittlig arbeidsproduktivitet for gitt næringsstruktur, kapitalintensitet og en årstrend. Estimeringen utføres på kommunalt nivå for den utvidede studieregionen, hvilket innebærer at jeg tar hensyn til sammensetningseffekter innad i kommunene.

I den etterfølgende operasjonaliseringen av markedstilgangsmålene operer jeg med buffersoner på tjue kilometers reiseavstand fra hver lokasjon, der reisetidene innad holdes konstant. Dette er både for å unngå problematikken forbundet med markedstilgangsfunksjonenes følsomhet mot små reisetidsendringer for allerede lave reisetider, og for å hindre motsatt kausalitet. Riktignok foretar jeg også empiriske undersøkelser som viser at motsatt kausalitet ikke er en bekymring, jamfør neste seksjon.

Dernest estimerer jeg totalfaktorproduktivitet med alternative kontrollfunksjonsprosedyrer og neoklassiske prosedyrer på selskapsnivå og næringsnivå, så vel som ulike aggregater av selskaper basert på størrelse og om de vedvarer over studieperioden eller ikke. I hovedspesifikasjonene benytter jeg Wooldridge (2009) sin estimeringsprosedyre med bedriftsspesifikt bytteforhold med laggede volumtall som kontroll og korreksjon for selskapsseleksjon. Kapitalmassen måles som kapitaltjenester, der realkapitalbeholdningen er vektet i forhold til sin årlige brukerkostnad.

I studien fokuserer jeg på ti næringsgrener og behandler disse separat. De behandlede næringsgrenene er forbrukerindustri, materialindustri, teknologiindustri, engros- og agenturhandel, detaljhandel, transport, turisme, IKT- og medietjenester, kunnskapsbasert tjenesteyting og forretningsmessige tjenester. Næringsgrener ekskludert fra studien inkluderer med dette ressursbasert næringsliv, leverandører til olje- og gassektoren, finans og forsikring, bygg og anlegg, eiendom, offentlig tjenesteyting og private tjenester rettet mot husholdningene og frivillighetssektoren. Disse næringene er ikke nødvendigvis upåvirket av veiinvesteringene, men er utelatt fordi de har relativt volatil aktivitet, er sterkt påvirket av utenforliggende markedsfluktuasjoner, er sterkt regulerte, innbefatter måleproblematikk, er ikke-markedsrettede eller påvirkes direkte av gjennomføringen av selve veiutbyggingene. Næringene er identifisert ved hjelp av næringskoder i NACE-systemet, foruten olje- og gass leverandører, som er identifisert ved hjelp av næringspopulasjonen til International Research Institute of Stavanger (nå en del av NORCE Norwegian Research Centre) og Menon Economics med regionale samarbeidspartnere (se Blomgren med flere 2015 for mer om denne næringspopulasjonen). Denne gruppen har vært viktig for den økonomiske utviklingen på Sørlandet og er følgelig viktig å korrigere for.

Videre fokuserer jeg på foretak med kun én virksomhet. Dette er fordi man i norske foretaks- og virksomhetsdata (som i tilsvarende data på europeisk nivå) ikke har ordentlig geografisk identifikasjon på den økonomiske aktiviteten i

foretak med flere virksomheter lokalisert forskjellige steder. I den empiriske undersøkelsen tar jeg for meg fire ulike kilder til økt TFP på regionalt nivå – økt TFP på virksomhetsnivå, økt TFP på næringsnivå som følge av reallokering innad i næringene og reallokering av arbeidskraften i retning av mer produktive næringer og regioner målt ved endringer i ulike sysselsettingsandeler.

Estimeringen er utført ved separate lineære paneldataregresjoner for ulike næringsgrener med faste effekter, interaksjonsvariabler mellom næring og år og standardfeil gruppert etter virksomhet. TFP og sysselsetting benyttes som utfallsvariabler. Jeg bruker markedstilgang estimert med potens avstandsforvitring og eksponential avstandsforvitring som forklaringsvariabler i alternative sett av regresjoner. I tillegg undersøker jeg om det er tegn til om produksjonsressursene beveger seg i retning av næringer og regioner med høyere faktoravlønning. For å undersøke resultatenes validitet foretar jeg placebo-tester, der jeg later som at de to siste utbyggingene finner sted tidligere enn hva de faktisk gjør.

En rekke robusthetssjekker foretas. TFP estimeres på alternative måter både på virksomhetsnivå og næringsnivå, inkludert med andre estimeringsprosedyrer, i ett-trinnestimering uten faste effekter og uten bytteforholdet som forklaringsvariabler. Videre har jeg undersøkt om resultatene endres om man forutsetter slakere avstandsforvitring. Jeg har også sett på betydningen av selskapenes størrelse og hvorvidt de skiftes ut eller ikke, både for TFP og sysselsetting. Dessuten har jeg undersøkt hvordan innvirkningen på den aggregerte utviklingen er for kommunene for gitt næringsstruktur på TFP og andre former for effektivitetsforbedringer. På sysselsettingsiden har jeg undersøkt resultatene for flere virksomhetsforetak og absolutte sysselsettingstall. Jeg har også tatt for meg hvordan økt markedstilgang ved veiinvesteringer eventuelt påvirker innkommende realinvesteringer.

Datagrunnlag

Studien min bygger på et relativt rikt datagrunnlag. Dette har bidratt til å redusere betydningen av målefeil i beregningene av produktivitet og markedstilgang. Virksomhetsdataene er hentet fra Holmen (2021a og 2021b). Datasettet bygger på Foretaks- og virksomhetsregistre i Brønnøysund og er tidligere bearbeidet av BisNode og Menon Economics. I forbindelse med mine nevnte artikler har jeg beregnet volumtall og estimert kapitaltall på virksomhetsnivå ved hjelp av årgangsmetoden for beregning av kapitalverdier (PIM)⁷ og data fra Nasjonalregnskapet og en rekke andre kilder. I beregningene har jeg skilt mellom 106 næringer og 12 kapitalarter med egne kapitaldeflatorer og depresieringsrater, i tillegg til 80 eiendomsprisregioner i tilfellet immobil kapital. I beregningene er det forutsatt at det samlede kapitalslitet på mellomlang sikt er reflektert av årsregnskapene. Investeringstallene er avledet fra regnskapet i løpende priser når regnskapene er basert på kontinuerlig verdioppdatering og i faste priser når regnskapene er basert på historisk kostprising. For andre økonomiske

⁷ Engelsk: Perpetual Inventory method

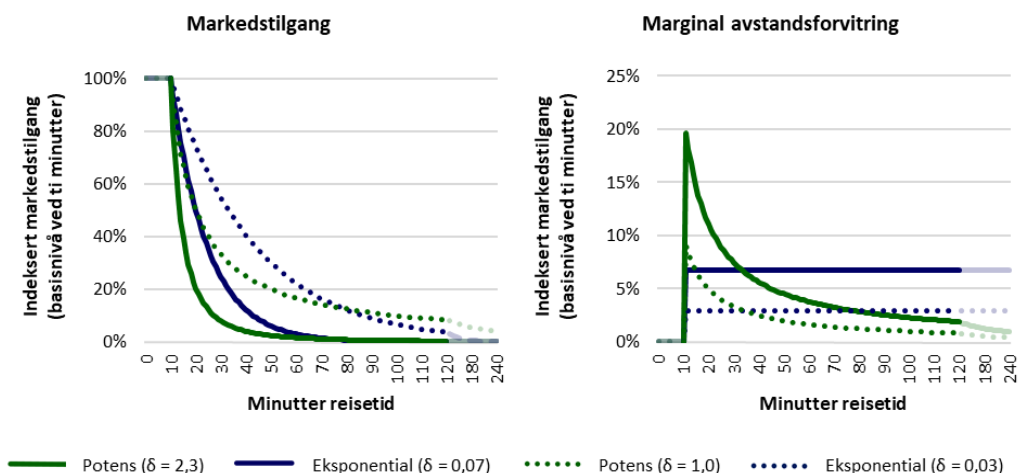
nøkkelvariabler har jeg operert med egne deflatorer for bruttoproduksjonen, vareinnsatsen og tjenesteinnsatsen, avledet fra Statistisk sentralbyrå.

Datasettet omfatter også reisetidsdata på vei inkludert ferge mellom om alle norske postnumre, så vel som mellom norske postnumre og kommuner i nabolandene innenfor seks timer reisetid fra Norge. Reisetidene er initialt beregnet av Transportøkonomisk institutt og Menon Economics ved hjelp av Dijkstra's (1959) algoritme, applikasjonen *Network Analyst* i *ArcGis* og *Elvegdata* fra Statistisk sentralbyrå. Til tross for mye bearbeiding av dataene lå det likevel mange feil i datasettet, særlig knyttet til vinterstengte veier og fergeoverganger. Disse har jeg identifisert og korrigert ved en manuell gjennomgang av alle reisetidsendringer på mer enn fem minutter innen tretti minutters reisetid. Grunndataene fra disse beregningene innebærer snapshots av veinettet på forskjellige tidspunkt. Jeg har regnet dem om til årlige gjennomsnitt, der jeg har tatt hensyn til tidspunkt på året for gjennomførte veibyggingsprosjekter som utløste fem minutter reisetidsreduksjoner innenfor en halv time.

Statistisk sentralbyrå har beregnet arealet i postnumre basert på bygningskart og befolkningsregistre. Basert på disse områdene har jeg anslått interne reiseavstander, forutsatt en fartsgrense på 60 kilometer i timen innad i postnumrene og at gjennomsnittlig reisetid tilsvarer halvparten av radiusen til en sirkel med tilsvarende areal som postnumrene i datasettet. Reisetidene fra norske postnumre til kommuner i nabolandene ble identifisert ved å kombinere innenlandske reisetider til alle grenseoverganger med data på reisetider fra grenseovergangene til de utenlandske kommunene med reisetidsdata fra Open Street Maps, supplert med data fra Gule Sider og Google Maps. Data for sysselsetting og befolkning ble hentet fra Statistisk sentralbyrå for Norge, fra nabolandenes statistikkbyråer, supplert med ulike internasjonale kilder i tilfellet Murmansk Oblast.

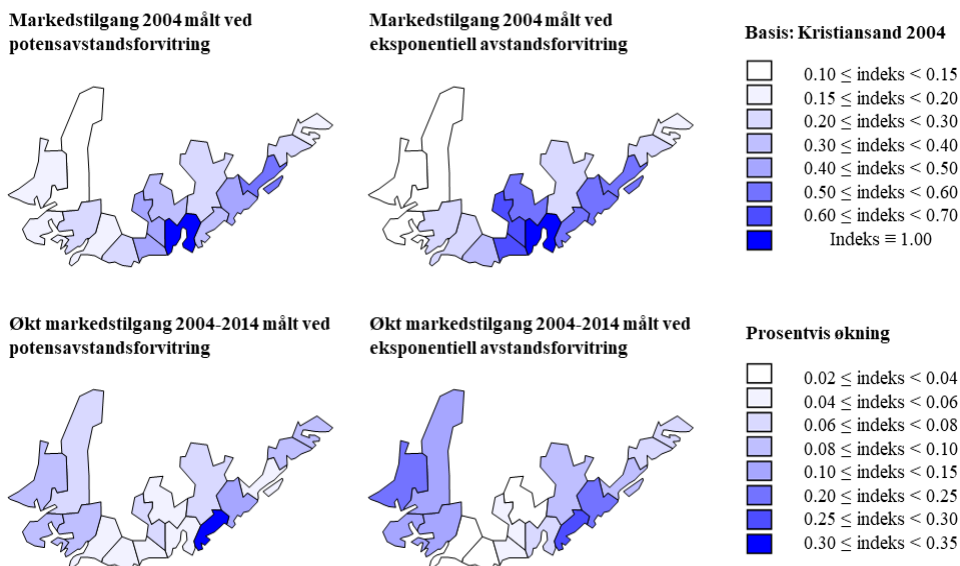
Empiriske resultater

Mitt første empiriske resultat vedrører estimeringen av markedstilgangsfunksjonen. Mine regresjoner tilsier en relativ skarp avstandsforvitring i Norge med en avstandsforvittringskoeffisient på rundt 2,3 i tilfellet der forvitringen følger en potensfunksjon, og på 0,07 i tilfellet der forvitringen følger en eksponentialfunksjon. Til sammenlikning forutsettes gjerne en avstandsforvittringskoeffisient for potensfunksjonen på 1, hvilket innebærer at avstandsforvittringsfunksjonen blir lineær. Dette tilsvarer cirka en avstandsforvittringskoeffisient på 0,03 for eksponentialfunksjonen i intervallet opptil to timer reisetid. Avstandsforvittringsfunksjonene er illustrert i Figur 13 under. Merk at den skarpe avstandsforvitringen for produktivitetsimpulser av økonomisk tetthet også observeres for arbeids- og servicereiser i Norge, jamfør Figur 10 i delkapittel 5.1.



Figur 13: Sammenlikning av utviklingen i a) markedstilgang (t.v.) og b) marginal avstandsforvitring (t.h.) over minutters reisetid under forutsetning av potensavstandsforvitring og eksponentiell avstandsforvitring

I studien har jeg implementert de estimerte markedstilgangsfunksjonene. For Sørlandskysten og kommune rundt Kristiansand blir status og endring i markedstilgang som vist i Figur 14 under. Vi ser at potensavstandsforvitring i noe større grad vektlegger hvor sentrale kommunene er i seg selv enn hvor sentral beliggenhet de har i forhold til eksponentiell avstandsforvitring. Overordnet viser like fullt de to målene mye av de samme mønstrene.

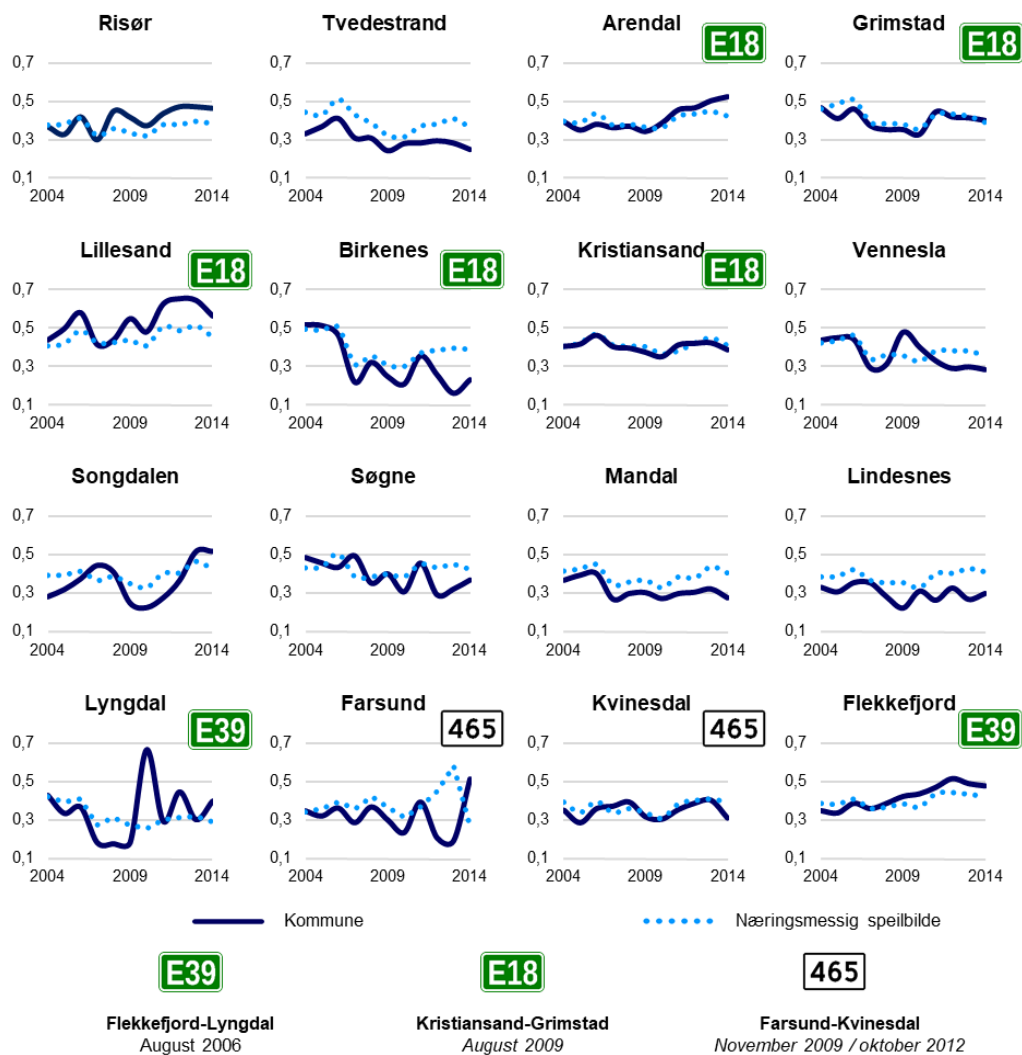


Figur 14: Status i markedstilgang i 2004 ved a) potensavstandsforvitring ($\delta=2.3$) (o.t.v.) og

b) eksponentiell avstandsforvitring ($\delta=0.07$) (o.t.h.) og økning i markedstilgang fra 2004 til 2014 ved c) potensavstandsforvitring ($\delta=2.3$) (n.t.v.) og d) eksponentiell avstandsforvitring ($\delta=0.07$) (n.t.h.)

Videre foretar jeg endogenitetstester om hvorvidt høy produktivitet i foregående periode predikerer veiutbygginger, både på min hovedstudieregion, min utvidede studieregion og hele Norge. I tråd med tidligere studier finner jeg at høy produktivitet ikke har noe forklaringskraft på utvidelser av veinettet.

I bakgrunnsundersøkelsen undersøker jeg utviklingen i arbeidsproduktivitet målt ved nettoverdiskapning per sysselsatt i kommunene i min hovedstudieregion. Hver kommune sammenliknes med resten av Norge med tilsvarende sentralitetsnivåer, der næringene vektet som om næringsstrukturen er lik som hver av Sørlandskommunene (se Holmen 2020b for detaljer). Resultatet er vist i Figur 15 under. Som det fremgår av figuren er det verken åpenbare hopp eller gradvise økninger i arbeidsproduktiviteten for kommunene sammenliknet med deres næringsmessige speilbilder, etter at veier åpnes i nærheten. Det er like fullt verdt å undersøke nærmere om det kan være noen endringer i enkelt næringer.

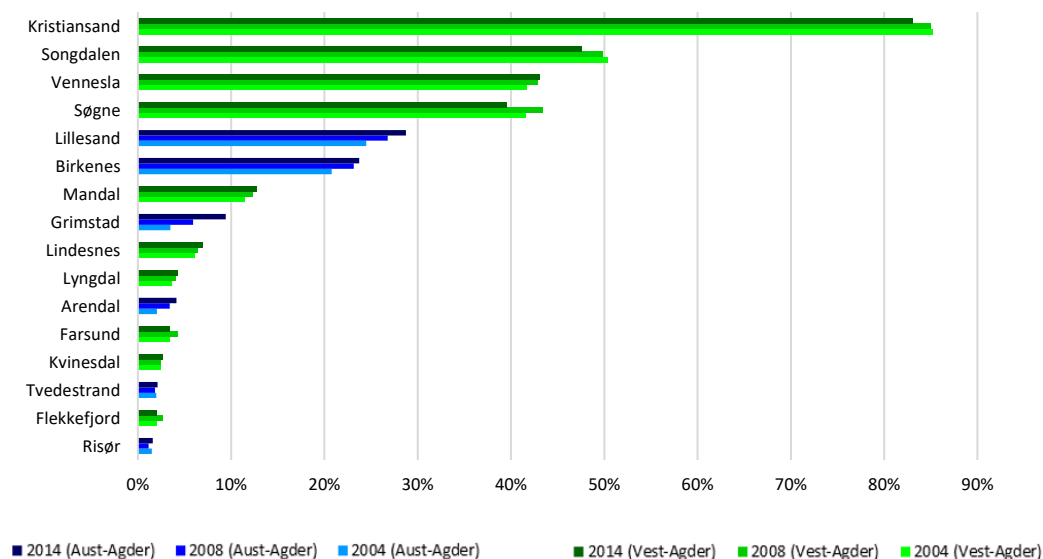


Figur 15: Sammenlikning av utvikling i nettoverdiskaping per sysselsatt mellom kommuner i hovedstudieregionen og deres næringsmessige speilbilde. Andreaksen måler millioner kroner i faste gjennomsnittspriser mellom 1999 to 2014

I mine økonomiske regresjonsanalyser går jeg rimelig bredt ut i letingen etter produktivitetsvirkninger fra veiinvesteringer med en rekke robusthetstjekker, jamfør redegjørelsen for empirisk strategi. Til tross for at flere store veiåpninger fant sted på Sørlandskysten i løpet av studieperioden er det ingen tegn til produktivitetsimpulser fra økt markedstilgang i noen næringsgrener, verken idet åpningene finner sted eller gradvis i årene som følger. Det er heller ingen tegn til produktivitetsimpulser på næringsnivå gjennom omstrukturering innad i næringene i retning av mer produktive virksomheter.

Heller ikke nettoringsvirkninger i form av sammensetningseffekter mellom næringer ser ut til å gjøre seg gjeldende. Det er noen mindre robuste tegn på at enkelte næringer restruktureres etter veiåpningene, som detaljhandel. Like fullt er det ikke uten videre mulig å spore disse tendensene til reallokeringsmønstre som bidrar til høyere produktivitet på regionalt nivå. Høyere konkurranse i områder med lav konkurranse kan i prinsippet lede til høyere konsumentoverskudd fremfor høyere produsentoverskudd. Likevel støtter ingen av mine empiriske undersøkelser en slik hypotese.

Når det gjelder regionale sammensetningseffekter, finner jeg imidlertid klare indikasjoner på at regional integrasjon gjennom ny veibygging bidrar til høyere pendling til by fra land, i hvert fall tilfellet E18 med integrasjon mellom Kristiansand og nabokommunene langs kysten av Aust-Agder. Dette mønsteret er illustrert i Figur 16 under. Likevel er virkningene relativt beskjedne i den store sammenhengen med en samfunnsgevinst på mindre enn 10 millioner kroner i faste gjennomsnittspriser fra 1999 til 2014.



Figur 16: Pendling til Kristiansand fra de øvrige kommunene langs Sørlandskysten og rundt Kristiansand i 2004, 2008 og 2014

Til sammen hadde de tre veiprosjektene E18 Kristiansand til Grimstad, E39 Flekkefjord til Lyngdal og fylkesvei 465 en negativ nettonytte på 269,4 millioner kroner, ifølge de tilhørende nytte-kostnadsanalyser. For at prosjektene skulle ha gått i null i nettonytte som følge av produktivitetsimpulser fra økt markedstilgang måtte agglomerasjonselastisiteten ligge i sjiktet 0,003 til 0,004. Mine undersøkelser viser at dette ikke er i nærheten av å være tilfellet.

Referanser

- Acheampong, R. A., & Silva, E. (2015). Land use–transport interaction modeling: A review of the literature and future research directions. *Journal of Transport and Land Use*, 8(3).
- Ackerberg, D. A., Caves, K., & Frazer, G. (2015). Identification properties of recent production function estimators. *Econometrica*, 83(6), 2411–2451.
- Afriat, S. N. (1967). The construction of utility functions from expenditure data. *International economic review*, 8(1), 67–77.
- Ahlfeldt, G. M., & Feddersen, A. (2018). From periphery to core: measuring agglomeration effects using high-speed rail. *Journal of Economic Geography*, 18(2), 355–390.
- Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of econometrics*, 6(1), 21–37.
- Andersson, M., Dehlin, F., Jørgensen, P., & Pädam, S. (2015). Wider economic impacts of accessibility: a literature survey. *Working papers in Transport Economics*, (2015: 14).
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The review of economic studies*, 58(2), 277–297.
- Arnot, R. J., & Stiglitz, J. E. (1981). Aggregate land rents and aggregate transport costs. *The Economic Journal*, 91(362), 331–347.
- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of monetary economics*, 23(2), 177–200.
- Australian Transport (2021). The Australian Transport Assessment and Planning (ATAP) Guidelines.
- Baum-Snow, N. (2007). Did highways cause suburbanization? *The quarterly journal of economics*, 122(2), 775–805.
- Baum-Snow, N. (2010). Changes in transportation infrastructure and commuting patterns in US metropolitan areas, 1960–2000. *The American economic review*, 100(2), 378.
- Baum-Snow, N., Brandt, L., Henderson, J. V., Turner, M. A., & Zhang, Q. (2017). Roads, railroads, and decentralization of Chinese cities. *Review of Economics and Statistics*, 99(3), 435–448.
- Behrens, K., Duranton, G., & Robert-Nicoud, F. (2014). Productive cities: Sorting, selection, and agglomeration. *Journal of Political Economy*, 122(3), 507–553.
- Bernard, A. B., Moxnes, A., & Saito, Y. U. (2019). Production networks, geography, and firm performance. *Journal of Political Economy*, 127(2), 639–688.
- Berndt, E. R., & Christensen, L. R. (1973). The translog function and the substitution of equipment, structures, and labor in US manufacturing 1929–68. *Journal of econometrics*, 1(1), 81–113.
- Blomgren, A., Quale, C., Austnes-Underhaug, R., Harstad, A. M., Fjose, S., Wifstad, K., Mellbye, C., Amble, I. B., Nyvold, C. E., Steffensen, T., Viggen, J. R., Inglebæk, F., Arnesen, T., & Hagen, S. E. (2015). *Industribyggerne 2015. En kartlegging av ansatte i norske petroleumsrelaterte virksomheter, med et særskilt fokus på leverandørbedriftenes ansatte relatert til eksport*, IRIS-rapport 2015/031.
- Blundell, R., & Bond, S. (2000). GMM estimation with persistent panel data: An application to production functions. *Econometric reviews*, 19(3), 321–340.
- Boge (2006). *Votes Count but the Number of Seats Decides. A Comparative Historical Case Study of 20th Century Danish, Swedish and Norwegian Road Policy*, Series of Dissertations 4/2006, BI Norwegian School of Management Department of Innovation and Economic Organization.
- Bond, S., & Söderbom, M. (2005). Adjustment costs and the identification of Cobb Douglas production functions. *Economics department working paper*, Oxford, W04.

- Bruvoll, A., Espelien, A., Holmen, R. B., Pedersen, S., & Dolbu, S. V. (2017a). NHOs kommune-VM, Menon-publikasjon nr. 54/2017.
- Bruvoll, A., Vennemo, H., Magnussen, K., & Haavardsholm, O. (2017b). Veiledning om nettoringvirkninger i Håndbok V712. Vista Analyse. Rapport nummer 2017/02
- Bull-Berg, H., Volden, G.H., & Grindvoll, I. L. T. (2014). Ikke-prissatte virkninger i samfunnsøkonomisk analyse. Praksis og erfaringer i statlige investeringsprosjekter, Concept rapport nr. 38.
- Börjesson, M., Isacsson, G., Andersson, M., & Anderstig, C. (2019). Agglomeration, productivity and the role of transport system improvements. *Economics of Transportation*, 18, 27-39.
- Carlsen, F., Rattsø, J., & Stokke, H. E. (2016). Education, experience, and urban wage premium. *Regional Science and Urban Economics*, 60, 39-49.
- Caves, D. W.; Christensen, L. R. & Diewert, E. W., 1982a, 'The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity,' *Econometrica*, 50 (6), 1393–1414.
- Chandra, A., & Thompson, E. (2000). Does public infrastructure affect economic activity?: Evidence from the rural interstate highway system. *Regional Science and Urban Economics*, 30(4), 457-490.
- Charnes A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. L. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Christensen, L. R. & Jorgenson, D. W. (1969). The measurement of US real capital input, 1929–1967. *Review of Income and Wealth*, 15(4), 293-320.
- Cobb, C. W., & Douglas, P. H. (1928). A theory of production. *The American Economic Review*, 18(1), 139-165.
- Combes, P. P. & Gobillon, L. (2015). The empirics of agglomeration economies, *Handbook of Urban and Regional Economics*, edited by G. Duranton, V. Henderson and W. Strange, vol 5. Elsevier.
- Combes, P. P., Duranton, G., Gobillon, L., Puga, D., & Roux, S. (2012). The productivity advantages of large cities: Distinguishing agglomeration from firm selection. *Econometrica*, 80(6), 2543-2594.
- Daraio, C., & Simar, L. (2005). Introducing environmental variables in nonparametric frontier models: A probabilistic approach. *Journal of Productivity*.
- Daraio, C., & Simar, L. (2007). Conditional nonparametric frontier models for convex and nonconvex technologies: A unifying approach. *Journal of productivity analysis*, 28(1-2), 13-32.
- Datta, S. (2012). The impact of improved highways on Indian firms. *Journal of Development Economics*, 99(1), 46-57.
- Dehlin, F., Halseth, A. & Samstad, H. (2012). Samferdselsinvesteringer og verdiskaping. *Samfunnsøkonomen*, 126, 38-44.
- Department for Transport (2021). Transport analysis guidance, United Kingdom, Published 29 October 2013, Last updated 30 July 2021.
- Dijkstra, E. W. 1959. A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1(1), 269-271.
- Donaldson, D., & Hornbeck, R. (2016). Railroads and American economic growth: A 'market access' approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(2), 799-858.
- Duranton, G., & Overman, H. G (2008). Exploring the detailed location patterns of UK manufacturing industries using microgeographic data, *Journal of Regional Science*, 48 (1), 213-43.
- Duranton, G., & Overman, H. G. (2005). Testing for localization using micro-geographic data. *The Review of Economic Studies*, 72(4), 1077-1106.
- Duranton, G., & Puga, D. (2004). Micro-foundations of urban agglomeration economies. *Handbook of regional and urban economics*, 4, 2063-2117.

- Duranton, G., & Turner, M. A. (2011). The fundamental law of road congestion: Evidence from US cities. *American Economic Review*, 101(6), 2616-52.
- Duranton, G., & Turner, M. A. (2012). Urban growth and transportation. *Review of Economic Studies*, 79(4), 1407-1440.
- Duranton, G., Morrow, P. M., & Turner, M. A. (2014). Roads and Trade: Evidence from the US. *Review of Economic Studies*, 81 (2), 681-724.
- Eliasson, J., Börjesson, M., Odeck, J., & Welde, M. (2015). Does benefit–cost efficiency influence transport investment decisions? *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 49(3), 377-396.
- Elvik, R. (1995). Explaining the distribution of State funds for national road investments between counties in Norway: Engineering standards or vote trading? *Public Choice*, 85, 371-388.
- Engebretsen, Ø., & Gjerdåker, A. (2010). Regionforstørring: Lokal virkninger av transportinvesteringer. TØI-rapport 1057/2010.
- Faber, B. (2014). Trade integration, market size, and industrialization: evidence from China's National Trunk Highway System. *Review of Economic Studies*, 81(3), 1046-1070.
- Finansdepartementet (2021). Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser. Rundskriv R., Nr. R-109. Vår ref. 21/2720-8, Dato 25.06.2021.
- Fjose, S., & Grünfeld, L. (2012). Ringvirkningsmetodikk til bruk for næringsstudier i forvaltningsplanarbeidet. Håndbok og bakgrunnsrapport. Menon rapport 46/2012.
- Fridstrøm, L., & Elvik, R. (1997). The barely revealed preference behind road investment priorities. *Public Choice*, 92, 145–168.
- Fujita, M. (1988). A monopolistic competition model of spatial agglomeration: Differentiated product approach. *Regional Science and Urban Economics*, 18(1), 87-124.
- Fujita, M., & Thisse, J. (1996). Economics of agglomeration. *Journal of the Japanese and international economies*, 10(4), 339-378.
- García-López, M. À., Holl, A., & Viladecans-Marsal, E. (2015). Suburbanization and highways in Spain when the Romans and the Bourbons still shape its cities. *Journal of Urban Economics*, 85, 52-67.
- Geurs, K. T., & Van Wee, B. (2004). Land-use/transport interaction models as tools for sustainability impact assessment of transport investments: review and research perspectives. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 4(3), 333-355.
- Ghani, E., Goswami, A. G., & Kerr, W. R. (2016). Highway to success: The impact of the Golden Quadrilateral project for the location and performance of Indian manufacturing. *The Economic Journal*, 126(591), 317-357.
- Gibbons, S., & Machin, S. (2008). Valuing school quality, better transport, and lower crime: Evidence from house prices. *Oxford Review of Economic Policy*, 24(1), 99-119.
- Gibbons, S., Lyytikäinen, T., Overman, H. G., & Sanchis-Guarner, R. (2019). New road infrastructure: the effects on firms. *Journal of Urban Economics*, 110, 35-50.
- Graham, D. J., & Gibbons, S. (2019). Quantifying Wider Economic Impacts of Agglomeration for Transport Appraisal: Existing Evidence and Future Directions. *Economics of Transportation*, 19, 100121.
- Graham, D. J., Gibbons, S., & Martin, R. (2010). The spatial decay of agglomeration economies: estimates for use in transport appraisal. Final Report, Department for Transport.
- Graham, D. J., Melo, P. S., Jiwattanakupaisarn, P., & Noland, R. B. (2010). Testing for causality between productivity and agglomeration economies. *Journal of Regional Science*, 50(5), 935-951.
- Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis*. Pearson Education India.

- Gregersen, F. A., & Gundersen, F. (2016). Arbeidsplasser, arbeidstakere og avstand – hvilke arbeidsplasser gir de lengste reisene? TØI Rapport, 1545/2016.
- Griliches, Z., & Jorgenson, D. W. (1966). Sources of measured productivity change: Capital input. *The American Economic Review*, 56(1/2), 50-61.
- Griliches, Z., & Mairesse, J. (1995). Production functions: The search for identification (No. w5067). National Bureau of Economic Research.
- Grünfeld, L. A., & Fjose, S. (2012). Ringvirkningsmetodikk til bruk for næringsstudier i forvaltningsplanarbeidet. Håndbok og bakgrunnsrapport. Menon rapport 46/2012.
- Gundersen, F., & Juvkam, D. (2013). Inndeling i senterstruktur, sentralitet og BA-regioner, Norsk institutt for by- og regionforskning, NIBR rapport 2013:1.
- Gundersen, F., Holmen, R. B., & Hansen, W. (2019). Inndeling i BA-regioner 2020. TØI rapport 1713/2019.
- Hagen, K. P., Pedersen, K. R. & Tveter, E. (2014). Ringvirkninger av samferdselsinvesteringer. Samfunns- og næringslivsforskning. Rapport 11/14.
- Halse, A. H. (2016). More for everyone: The effect of local interests on spending on infrastructure. *European Journal of Political Economy*, 43, 41-56.
- Halse, A. H., & Fridstrøm, L. (2018). Explaining low economic return on Norwegian road projects (in Norwegian). TØI Report 1630/2018.
- Haukås, K. (2021). Impact of Flight Network Expansion on Firm Trade. Impact Working Paper, Institute of Transport Economics.
- Helland, L., & Sørensen, R. J. (2009). Geographical redistribution with disproportional representation: A politico-economic model of Norwegian road projects, *Public Choice* 2009; Volume 139. (1-2) p. 5-19.
- Heum, P., Norman, E. B., Normann, V. D. & Orvedal, L. (2011). Tørrskodd på jobb: Arbeidsmarkedsvirkninger av ferjefritt samband Bergen – Stavanger 33/12.
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø., & Uteng, T. P. (2014). Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 – nøkkelrapport. TØI rapport 1383/2014.
- Holl, A. (2004). Manufacturing location and impacts of road transport infrastructure: empirical evidence from Spain. *Regional Science and Urban Economics*, 34(3), 341-363.
- Holl, A. (2016). Highways and productivity in manufacturing firms. *Journal of Urban Economics*, 93, 131-151.
- Holmen, R. B. (2020a). Fixed Capital Estimation: Utilization of Macro Data to Account for Capital Heterogeneity at Firm Level. *Beta – Scandinavian Journal of Business Research*. Forthcoming.
- Holmen, R. B. (2020a). Introduction: Productivity as the Patient and Mobility as the Cure. Chapter 1 in *Productivity and Mobility* by Holmen, R. B. (2020). A dissertation submitted to BI Norwegian Business School for the degree of PhD. PhD specialization: Economics. Series of Dissertations 7/2020.
- Holmen, R. B. (2020b). Heterogeneity in Fixed Capital Estimation: Implications for Productivity Estimation. Chapter 4 in *Productivity and Mobility* by Holmen, R. B. (2020). A dissertation submitted to BI Norwegian Business School for the degree of PhD. PhD specialization: Economics. Series of Dissertations 7/2020.
- Holmen, R. B. (2020b). Productivity Impulses from Regional Integration: Lessons from Road Openings. Chapter 6 in *Productivity and Mobility* by Holmen, R. B. (2020). A dissertation submitted to BI Norwegian Business School for the degree of PhD. PhD specialization: Economics.
- Holmen, R. B., & Hansen, W. (2021). The Scientific Foundation for Impacts Estimation in Transportation Appraisal: A Literature Review. *Journal of Transport Economics and Policy*. Forthcoming.

Holmen, R. B., Biesinger, B., & Hindriks, I. (2020). Impacts from Transportation Measures in National Appraisal Guidelines: Coverage and Practices. Chapter 3 in *Productivity and Mobility by*

Høydahl, E. (2020). Sentralitetsindeksen. Oppdatering med 2020-kommuner. Publisert 27. februar 2020. Statistisk sentralbyrå. Notat 2020/4.

Isacsson, G., Börjesson, M., Andersson, M., & Anderstig, C. (2015). The impact of accessibility on labor earnings. CTS Working Paper 2015:18.

Jedwab, R., & Moradi, A. (2016). The permanent effects of transportation revolutions in poor countries: evidence from Africa. *Review of economics and statistics*, 98(2), 268-284.

Johansson, E., Camporeale, R., & Palmqvist, C. W. (2020). Railway network design and regional labour markets in Sweden. *Research in Transportation Economics*, 83, 100921.

Jondrow, J., Lovell, C. A. K., Materov, I. S., & Schmidt, P. (1982). On estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of Econometrics* 19:233–238.

Jorgenson, D. W. (1963). Capital theory and investment behavior. *The American Economic Review*, 53(2), 247-259.

Jorgenson, D. W., & Griliches, Z. (1967). The explanation of productivity change. *The Review of Economic Studies*, 34(3), 249-283.

Kanemoto, Y. (2013a). Pitfalls in estimating “wider economic benefits” of transportation projects. National Graduate Institute for Policy Studies.

Kanemoto, Y. (2013b). Second-best cost–benefit analysis in monopolistic competition models of urban agglomeration. *Journal of Urban Economics*, 76, 83-92.

Kmenta, J. (1967). On estimation of the CES production function. *International Economic Review*, 8(2), 180-189.

Knowles, R. D. (2012). Transit oriented development in Copenhagen, Denmark: from the finger plan to Ørestad. *Journal of transport geography*, 22, 251-261.

Knudsen, M. A., & Rich, J. (2013). Ex post socio-economic assessment of the Oresund Bridge. *Transport policy*, 27, 53-65.

Kopp, R. J., & Diewert, W. E. (1982). The decomposition of frontier cost function deviations into measures of technical and allocative efficiency. *Journal of Econometrics*, 19(2-3), 319-331.

Krugman, P. R. (1991). Increasing Returns and Economic Geography. *The Journal of Political Economy*, 99(3), 483-499.

Kumbhakar, S. C., & Lovell, C. K. (2003). *Stochastic frontier analysis*. Cambridge university press.

Kuosmanen, T. (2006): *Stochastic Nonparametric Envelopment of Data: Combining Virtues of SFA and DEA in a Unified Framework*, MTT Discussion Paper No. 3/2006.

Kuosmanen, T., & Fosgerau, M. (2009). Neoclassical versus frontier production models? Testing for the skewness of regression residuals. *Scandinavian Journal of Economics*, 111(2), 351-367.

Kuosmanen, T., & Kortelainen, M. (2012). Stochastic non-smooth envelopment of data: semi-parametric frontier estimation subject to shape constraints. *Journal of productivity analysis*, 38(1), 11-28.

Laird, J. J., & Mackie, P. J. (2014). Wider economic benefits of transport schemes in remote rural areas. *Research in Transportation Economics*, 47, 92-102.

Leknes, E., Grünfeld, L. A., Holmen, R. B., Blomgren, A., Bayer, S. B., Harstad, A. H., Theie, M. G., & Espelien, A. (2016). Drivkrefter for vekst i små og mellomstore byregioner. Rapport nr. IRIS - 2016/130, Rapport nr. Menon - 2016/38.

- Levinsohn, J., & Petrin, A. (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *The Review of Economic Studies*, 70(2), 317-341.
- Li, H., & Li, Z. (2013). Road investments and inventory reduction: Firm level evidence from China. *Journal of Urban Economics*, 76, 43-52.
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*. 140: 1–55.
- Lucas, R. E., & Rossi-Hansberg, E. (2002). On the internal structure of cities. *Econometrica*, 70(4), 1445-1476.
- Lædre, O., Volden, G. H. & Haavaldsen, T. (2012). Levedyktighet og investeringstiltak. Erfaringer fra kvalitetssikring av statlige investeringsprosjekter, Concept rapport nr. 29. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Malikov, E., Kumbhakar, S. C., & Tsionas, M. G. (2016). A cost system approach to the stochastic directional technology distance function with undesirable outputs: The case of US banks in 2001–2010. *Journal of Applied Econometrics*, 31(7), 1407-1429.
- Manning, A. (2003). *Monopsony in motion: Imperfect competition in labor markets*: Princeton University Print.
- Marshall, A. (1890). *Principles of economics*, revised 1920. London: Mac-Millan.
- Martin, P., & Rogers, C. A. (1995). Industrial location and public infrastructure. *Journal of international Economics*, 39(3-4), 335-351.
- Matouschek, N., & Robert-Nicoud, F. (2005). The role of human capital investments in the location decision of firms. *Regional Science and Urban Economics*, 35(5), 570-583.
- Meeusen, W., & van Den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International economic review*, 435-444.
- Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695-1725.
- Melitz, M. J., & Ottaviano, G. I. (2008). Market size, trade, and productivity. *The Review of Economic Studies*, 75(1), 295-316.
- Melo, P. C., Graham, D. J., & Brage-Ardao, R. (2013). The productivity of transport infrastructure investment: A meta-analysis of empirical evidence. *Regional Science and Urban Economics*, 43(5), 695-706.
- Melo, P. C., Graham, D. J., & Noland, R. B. (2009). A meta-analysis of estimates of urban agglomeration economies. *Regional Science and Urban Economics*, 39(3), 332-342.
- Melo, P. C., Graham, D. J., & Noland, R. B. (2010). Impact of Transport Infrastructure on Firm Formation: Evidence from Portuguese Municipalities. *Transportation Research Record*, 2163(1), 133-143.
- Michaels, G. (2008). The effect of trade on the demand for skill: Evidence from the interstate highway system. *The Review of Economics and Statistics*, 90(4), 683-701.
- Neyman, J. (1923). *Sur les applications de la theorie des probabilités aux expériences agricoles: Essai des principes*. Master's Thesis (1923). Excerpts reprinted in English, *Statistical Science*, Vol. 5, 463–472. D. M. Dabrowska, & Speed, T. P., Translators.
- Nyborg, K. & Spangen, I. (1996): Politiske beslutninger om investeringer i veger. Intervjuer med medlemmene i Stortingets samferdselskomité, TØI notat 1026/1996, O
- Odeck, J. (1996). Ranking of regional road investment in Norway: Does socioeconomic analysis matter? *Transportation*, 23, 123–140.
- Odeck, J. (2010). What determines decision-makers' preferences for road investments? Evidence from the Norwegian road sector, *Transport Reviews*, 30 (4), 473-494.

- Olley, G. S., & Pakes, A. (1996). The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry, *Econometrica* 64 (6) p. 1263–1297.
- Oosterhaven, J. A., & Knaap, T. H. (2003). Spatial economic impacts of transport infrastructure investments. In A. Pearman, P. Mackie, & J. Nellthorp (Hrsg.), *Transport Projects, Programmes and Policies: Evaluation Needs and Capabilities* (S. 87-105). Ashgate Publishing.
- Partridge, M. D., & Rickman, D. S. (1998). Regional computable general equilibrium modeling: a survey and critical appraisal. *International Regional Science Review*, 21(3), 205-248.
- Petersen, T. (2011). Accessibility and productivity: A cost function microdata panel approach. In thesis: Production econometrics and transport demand modelling in Southern and Northern Sweden. KTH, School of Architecture and the Built Environment.
- Prosent (2020). Hvordan bruke sammensatte ord. Tilgjengelig fra: <https://www.prosent.no/skole-utdanning/hvordan-bruke-sammensatte-ord/>, besøkt 7. september 2021.
- Rasmussen, I., Haldal, N., Homleid, T., Ibenholt, K., Skjelvik, J.M., & Vennemo, H. (2010). På vei til kvalitet? Evaluering av KS1 i transportsektoren. Vista Analyse, Rapport Nr. 2010/10.
- Read, L. E., & Thanassoulis, E. (2000). Improving the identification of returns to scale in data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 51(1), 102-110.
- Redding, S. J. (2010). The empirics of new economic geography. *Journal of regional science*, 50(1), 297-311.
- Redding, S. J., & Turner, M. A. (2015). Transportation costs and the spatial organization of economic activity. In *Handbook of Regional and Urban Economics* (Vol. 5, 1339-1398). Elsevier.
- Rice, P., Venables, A. J., & Patacchini, E. (2006). Spatial determinants of productivity: Analysis for the regions of Great Britain. *Regional Science and Urban Economics*, 36(6), 727-752.
- Robson, E. N., Wijayaratna, K. P., & Dixit, V. V. (2018). A review of computable general equilibrium models for transport and their applications in appraisal. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 116, 31-53.
- Rosenthal, S. S., & Strange, W. C. (2004). Evidence on the nature and sources of agglomeration economies. *Handbook of regional and urban economics*, 4, 2119-2171.s
- Rødseth, K. L., Holmen, R. B., Førund, F. R., & Kittelsen, S.A.C. (2019). Effektivitet og produktivitet i norsk veibygging 2007-2016. Concept rapport nr 57. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Rødseth, K. L., Holmen, R. B., Kuosmanen, T., & Schøyen, H. (2021). Market Access and Seaport Performance: The Case of Container Handling in Norway. Working Paper. Institute of Transport Economics.
- Sager, T. Ø. (2016). Why don't cost-benefit results count for more? The case of Norwegian road investment priorities. *Urban, Planning and Transport Research*, 4(1), 101-121.
- Samferdselsdepartementet (2021). Meld. St. 20 (2020–2021). Melding til Stortinget. Nasjonal transportplan 2022–2033. Tilråding fra Samferdselsdepartementet 19. mars 2021, godkjent i statsråd samme dag. (Regjeringen Solberg).
- Schneider, U., & Wagner, M. (2012). Catching growth determinants with the adaptive lasso. *German Economic Review*, 13(1), 71-85.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999). An investigation of returns to scale in data envelopment analysis. *Omega*, 27(1), 1-11.
- Sevtsuk, A., & Mekonnen, M. (2012). Urban network analysis. *Revue Internationale de Géomatique*—n, p. 287-305.

- Shirley, C., & Winston, C. (2004). Firm inventory behavior and the returns from highway infrastructure investments. *Journal of Urban Economics*, 55(2), 398-415.
- Simar L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of productive efficiency." *Journal of Econometrics*, 136, 31-64.
- Simar, L. (2007). How to improve the performances of DEA/FDH estimators in the presence of noise? *Journal of Productivity Analysis*, 28(3), 183-201.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (1998). Sensitivity analysis of efficiency scores: how to bootstrap in nonparametric frontier models. *Management Science* 44, 49-61.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (1999). Estimating and bootstrapping Malmquist indices. *European Journal of Operations Research* 115(3), 459-471.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2000). Statistical inference in nonparametric frontier models: the state of the art. *Journal of Productivity Analysis* 13, 49-78.
- Simar, L., & Zelenyuk, V. (2011). Stochastic FDH/DEA estimators for frontier analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 36(1), 1-20.
- Skogstrøm, J.F, Ulstein, H., Holmen, R.B., Iversen, E.K., Høiseth-Gilje, K., Gulbrandsen, M.U., & Grünfeld, L. (2013). Investering i vei – blir næringslivet mer produktivt? Menon-publikasjon 36/2013.
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*. 39 (3): 312–320.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2012). *Introduction to econometrics* (Vol. 3). New York: Pearson.
- Strand, A. (1983). Riksvegbevilgningenes fylkesvise fordeling. *Samferdsel*, 5/1983.
- Strand, A. (1993). Satsing på samferdsel – bypolitikk eller distriktspolitikk? *Regionale trender*, 1/93
- Strand, A., Olsen, S., Leiren, M. D., & Halse, A. H. (2015). Norsk vegplanlegging: Hvilke hensyn styrer anbefalingene, Concept rapport nr. 43. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Strebulaev, I. A., & Whited, T. M. (2013). Dynamic corporate finance is useful: A comment on Welch. Available at SSRN 2194680.
- Tveter, E. (2017). The effect of airports on regional development: Evidence from the construction of regional airports in Norway. *Research in Transportation Economics*, 63, 50-58.
- Tveter, E. (2018). Using impacts on commuting as an initial test of wider economic benefits of transport improvements: Evidence from the Eiksund Connection. *Case Studies on Transport Policy*, 6(4), 803-814.
- Tveter, E. (2021). Transport network improvements: The effects on wage earnings. *Regional Science Policy & Practice*, 13(3), 478-491.
- Tveter, E., & Mørkrid, G. V. (2018). Beregningsmetodikk for nettoringsvirkninger av samferdselsinvesteringer. Gjennomgang av tidligere forskning og anvendelser samt anbefaling av metode. Møreforskning, COWI og Høgskolen i Molde. Rapport Nr. 1813.
- Tveter, E., Welde, M., & Odeck, J. (2017). Do fixed links affect settlement patterns: a synthetic control approach. *Research in Transportation Economics*, 63, 59-72.
- 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*, Vol. 41, 173-188.
- Wangsness, P. B., Rødseth, K. L., & Hansen, W. (2017). A review of guidelines for including wider economic impacts in transport appraisal', *Transport Reviews*, 7 (1), 94-115.
- Weisbrod, G., & Weisbrod, B. (1997). Measuring economic impacts of projects and programs. *Economic Development Research Group*, 10, 1-11.
- Welch, I. 2013. A Critique of Recent Quantitative and Deep-Structure Modeling in Capital Structure and Beyond. *Critical Finance Review* 2: 131–172.

Welde, M., Eliasson, J., Odeck, J., & Börjesson, M. (2013). Planprosesser, beregningsverktøy og bruk av nytte-kostnadsanalyser i vegsektor En sammenligning av praksis i Norge og Sverige, Concept rapport nr. 33. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Welde, M., Tveter, E., & Mork, A. G. (2020). Vegprosjekter, verdiskaping og lokale mål. Concept-rapport nr. 62. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Wheaton, W. C. (2004). Commuting, congestion, and employment dispersal in cities with mixed land use. *Journal of Urban Economics*, 55(3), 417-438.

Wikipedia (2021). Særskrivning. Språk: Norsk (bokmål). Tilgjengelig fra: <https://no.wikipedia.org/wiki/S%C3%A6rskrivning>, besøkt 7. september 2021.

Wooldridge, J. M. (2009). On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. *Economics Letters*, 104(3), 112-114.

A. Ex-post-metodikk

I dette appendikset tar jeg for meg hvordan man kan måle nettoringsvirkninger i produksjonssektoren med fokus på produktivitetsvirkninger. Jeg starter med å gjennomgå selve produktivitetsmålingen. Deretter går jeg over til effektmålingen av økt markedstilgang, forårsaket av bedret transportinfrastruktur.

A.1 Produktivitetsmåling

Produktivitet kan defineres som hvor mye som produseres per produksjonsinnsats, målt i volumer. Produktivitet utgjør et viktig konsept innenfor økonomifaget, fordi det indikerer forskjeller i hvor mye produksjon man får ut av produksjonsinnsatsen over tid og enheter. Kunnskap om hva som forklarer disse forskjellene kan bidra til at man får mer ut av produksjonsinnsatsen og dermed stimulere til produktivitetsvekst. Produktivitetsvekst er en forutsetning for økonomisk vekst og dermed bedre levestandarder over tid. I det følgende vil jeg behandle produksjonsprosessens bestanddeler og målingen av dem. Deretter gjennomgår jeg alternative prosedyrer for produksjons- og kostnadsestimering med tilhørende konsepter.

Måling av produksjonsfunksjonens komponenter

Selv om produktivitet som konsept er nokså enkelt og forståelig for de fleste, kan det samme neppe sies om målingen. Målingen av produktivitet handler om to ting. For det første må man ta stilling til hvordan man optimalt avgrenser hva som omfattes av produksjonen og produksjonsinnsatsen. For det andre handler det om å måle produksjonen og produksjonsinnsatsen riktig.

Når det gjelder valg av mål for produksjon og produksjonsinnsats, tar man vanligvis utgangspunkt i enten fysiske mål eller realøkonomiske mål. De observerte målene i økonomien er for det meste verdimål, hvilket innebærer at de er målt i løpende priser. I måling av produktivitet bør produksjonen og produksjonsinnsatsen måles i volum, hvis ikke fanger man opp utviklingstrekk for prismarginene i tillegg til produktiviteten. Enhetlige fysiske volummål er det man ideelt etterstreber å fange opp ved produktivitetsmåling, da disse ligger tett opp mot den konseptuelle definisjonen av produktivitet. I praksis vil det som regel være vanskelig å finne gode fysiske mål for produksjonen og produksjonsinnsatsen. I de tilfellene man finner presise fysiske mål på noen størrelser, vil man typisk ikke ha det for alle de andre variablene.

Når man ikke har volumtall tilgjengelig, bruker man derfor deflatorer til å deflatere de ulike økonomiske størrelsene fra løpende til faste priser. Ved deflatering bør hver komponent av en sammensatt variabel (med ulik prisutvikling) deflateres separat for å unngå at volumet feilvurderes som følge av forskjeller i sammensetningen. I tillegg vil heterogenitet innad variablene som måles kunne gi misledende resultater om den ikke er tatt høyde for, fordi heterogeniteten som oftest vil reflektere kvalitetsforskjeller.

En utfordring med deflatering er at produksjonskomponentene som skal deflateres i realiteten består av ulike delkomponenter, uten at man klarer å fange opp denne heterogeniteten i målingen av prisindeksen og/eller verdikomponentene. I praksis varierer prisutviklingen over komponenter, næring og lokasjoner i tillegg til immobile innsatsfaktorer. Så lenge de ulike produksjonskomponentene har forskjellig prisutvikling, vil en spesifikasjon med faste effekter heller ikke være tilstrekkelig til å håndtere problemstillingen. En annen utfordring er at det kan være vanskelig å skille mellom volumendringer og prisendringer for varer som er gjenstand for kvalitetsforbedringer, som igjen kan knytte seg til produktet, produksjonsprosessen, organiseringen eller markedsføringen av produktet. Kvalitetsforbedringer kan også være forbundet med håndteringen av endrede kontekstuelle forhold eller utvidelse av produktspekteret. I praksis tas kvalitetsforskjeller typisk i varierende grad høyde for i prisindeksene som står til rådighet som deflatorer.

Realøkonomisk variabel	Relasjon til regnskapet
<i>Bruttoproduksjon</i>	... tilsvarer omsetning utenom endringer i kundefordringer og poster som reelt sett representerer finansielle transaksjoner eller kostnader. Ved fratrekk av intern produktinnsats innad i en gruppering får man nettoproduksjonen.
– <i>Vareforbruk</i>	... summer seg til produktinnsatsen. Tjenesteforbruket i regnskapet inkluderer energikostnader.
– <i>Tjenesteforbruk</i>	
= <i>Bruttoprodukt</i>	... utgjør et utbredt mål for intern bruttoverdiskaping for en enhet. Nasjonalt summerer bruttoprodukt seg til bruttonasjonalproduktet.
– <i>Kapitalslit</i>	... i realøkonomisk forstand tilsvarer av- og nedskrivninger i regnskapet.
= <i>Nettoprodukt</i>	 utgjør et mål for intern nettoverdiskaping for en enhet.
= <i>Lønnskostnader</i>	... lønnstakernes del av verdiskapingen
+ <i>Nettodriftsresultat</i>	... tilsvarer kapitaleiernes ressursavkastning og EBIT ⁸ i regnskapet, der kapitalslitet er beregnet ut ifra realøkonomiske fremfor regnskapstekniske hensyn. Legger man til kapitalslitet, får man bruttodriftsresultat, som utgjør det realøkonomiske motstykket til EBITDA ⁹ i regnskapstermologi.

Tabell 2: Realøkonomiske nøkkeltall relevant for produktivitetmålingen og deres relasjon til resultatregnskapet og hverandre

Når det gjelder realøkonomiske mål for produksjon og produktinnsats, er de nært relatert til resultatregnskapene til virksomhetene på mikronivå og til

⁸ Forkortelse for engelsk betegnelse: Earnings Before Interest and Taxes

⁹ Forkortelse for engelsk betegnelse: Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization

nasjonalregnskapet på makronivå. I Tabell 2 har jeg vist nøkkelstørrelsene i resultatregnskapet og relaterte verdiskapingsmål som typisk ligger til grunn for denne formen for produktivitetsmåling.

Produksjonen måles gjerne ved bruttoproduksjonen, bruttoproduktet eller nettoproduktet. Bruttoproduksjonen omfatter hele produksjonen for hver enhet og tar hensyn til produktinnsatsen. Dette produksjonsmålet involverer imidlertid et problem med dobbelttelling av produktinnsats når man måler produktiviteten til flere enheter aggregert, hvilket vil være spesielt fremtredende ved konsolidering av enhetene. I prinsippet kunne man isteden benyttet nettoproduksjon som produksjonsmål, der internleveranser innad i en næring, region eller annen gruppering er justert bort. Data for nettoproduksjon er imidlertid sjeldent tilgjengelig og krever at man definerer hva som utgjør de interne enhetene. Bruttoproduktet og nettoproduktet måler kun merproduksjonen til enheten man ser på, og står derfor ikke overfor de samme aggregeringsutfordringene som bruttoproduksjonen. Fra et teoretisk ståsted utgjør nettoproduktet et mer presist verdiskapingsmål enn bruttoproduktet, ettersom kapitalslit visselig er en kostnad. I praksis er likevel bruttoprodukt et mer anvendt mål, fordi man gjerne ikke har presise tall for det reelle kapitalslitet.

Anvendelse av sammensatte produksjonsmål (som for eksempel brutto- eller nettoverdiskaping) medfører fare for målefeil ved deflatering. Ved å bruke en felles deflator for både produksjonskomponenten og innsatskomponenten (såkalt *enkeltdeflatering*), vil man generelt systematisk feilvurdere produktiviteten for virksomheter. Dersom prisene på produksjonskomponenten øker mer enn prisene på innsatskomponenten, vil produktiviteten i høyproduktive selskaper undervurderes i forhold til lavproduktive selskaper. Det motsatte vil være tilfellet om prisene på produksjonskomponenten øker mindre enn prisene for innsatskomponenten. Det er derfor ønskelig at komponentene deflateres hver for seg ved såkalt *dobbeldeflatering* eller *multideflatering*. En relatert utfordring vedrører simultane volumer. Hvis realiseringen av et infrastrukturprosjekt induserer et positivt og neglisjert regionalt sjokk i priser for innsatskomponenten, vil en eventuell produktivitetsimpuls bli undervurdert. Tilsvarende vil et positivt og neglisjert sjokk i priser for produksjonskomponenten lede til at en eventuell produktivitetsimpuls blir overvurdert.

På faktorinnsatsen er de vanligste målene for produksjonsinnsats arbeidskraft og realkapital. I begge tilfeller ønsker man å ta hensyn til kvalitetsforskjeller innad i vedkommende form for produksjonsinnsats. Når det gjelder arbeidskraft, skiller man gjerne mellom ulike grader av humankapital, som lavt og høyt utdannede, samt eventuelt ulike utdanningsprofiler, ulik grad av erfaring og forskjellig helsetilstand. Videre omfatter realkapitalen bygg, anlegg, oppbygde tomter, maskiner, utstyr, transportmidler, immateriell kapital og kultiverte biologisk ressurser. Andre produksjonsressurser inkluderer produktinnsatsen, som kan dekomponeres i vareforbruk, tjenesteforbruk og eventuelt energibruk. Andre mål for produksjonsinnsatsen inkluderer ulike former for infrastruktur, landarealer og andre naturressurser.

I målingen av realkapitalens produksjonsbidrag vil den samlede kapitalbeholdningen typisk gi et misvisende bilde, fordi den naivt legger sammen alle de ulike kapitalformene til én variabel. Typisk vil de mobile kapitalformene innbefatte høyere depresieringsrater og lavere prisvekst enn de immobile kapitalformene. Dette medfører at mobil kapital typisk må kaste mer av seg i året enn immobile kapitaler for å forsvare den samme verdien på kapitalbeholdningen. Følgelig er det vanlig å måle realkapitalen ved kapitaltjenester (jamfør Jorgenson og Griliches (1967) og Christensen og Jorgenson (1969)), der de ulike kapitalformene er vektet ut i fra både deres verdi i faste priser og deres årlige brukerkostnad (se Jorgenson 1963). I prinsippet kan lønnsindekser benyttes tilsvarende for arbeidskraft. Det er likevel noe mindre vanlig og mer problematisk av endogenitetshensyn, i og med at lønnskostnadene også representerer den delen av verdiskapingen som arbeidstakerne mottar.

Prosedyrer for produksjons- og kostnadsestimering med tilhørende konsepter

Den enkleste formen for produktivetsmåling er enkeltfaktorproduktivitet, som sier noe om hvor mye produksjon man får ut av en enkelt innsatsfaktor i produksjonen. Slike mål er appellerende, fordi de er enkle å forstå, og fordi de ofte gir god innsikt i hovedtrekkene i produktivetsutviklingen. Vi skiller mellom snevre enkeltproduktivetsmål – som kun tar for seg produksjonen knyttet til vedkommende innsatsfaktor – og brede enkeltproduktivetsmål – som tar seg for en større del av eller hele produksjonen. Eksempler på snevre enkeltfaktorproduktivetsmål er lønn per sysselsatt for arbeidskraften og avkastning per investert krone for den finansielle kapitalen. Eksempler på brede enkeltfaktorproduktivetsmål er verdiskaping per sysselsatt og verdiskaping per kapitalkrone.

Om man studerer utviklingen i brede enkeltfaktorproduktivetsmål bør man skue til endringen i intensiteten av en andre innsatsfaktoren. Slik kan man avgjøre om endringene skyldes en underliggende produktivetsendring eller bare er et uttrykk for endret faktorsammensetning. I studier av snevre enkeltfaktorproduktivetsmål er ikke denne problemstillingen like sentral, jo mindre en faktor «kaprer» avkastning fra andre gjennom forhandlingsstyrke. Deres fremste svakhet er at de ikke fanger opp hele produksjonen. Det er heller ikke gitt at den overordnede produktivetsutviklingen er symmetrisk med utviklingen for hver enkelt faktor.

For å få et mer helhetlig inntrykk av produktivetsutviklingen og ta hensyn til innsatsen av flere produksjonsfaktorer samtidig, måler man gjerne produksjonsbidragene til flere innsatsfaktorer i produksjonen samtidig. Dette kan gjøres ved mål for multifaktorproduktivitet eller totalfaktorproduktivitet (TFP), der man tar hensyn til henholdsvis flere eller alle innsatsfaktorer.

En velkjent dualitet innen produksjonsteori er at maksimering av profitten gitt kostnadsstrukturen og minimering av kostnadene gitt produksjonsstrukturen gir de samme optimale volumene og prisene. Tilsvarende kan produktivetsmålingen enten være produksjonsorientert ved å ta for seg produktfunksjonen med

produksjonen som venstresidevariabel eller være innsatsorientert ved å ta for seg kostnadsfunksjonen med kostnadene som venstresidevariabel. Som oftest vil ønsket om å begrense dimensjonalitet og beholde flest mulig frihetsgrader være avgjørende for hva man velger; i praksis ved at man velger den orienteringen som gir færrest utfallsvariable.

Produktivitetsvekst måles gjerne ved produksjonsendringen som ikke kan tilskrives innsatsfaktorene, den såkalte Solow-residualen. I den neoklassiske tradisjonen måles produktivitet enten ved vekstregnskap (jamfør Solow 1957) eller ved økonometriske regresjoner. I vekstregnskapet beregnes et anslag på totalfaktorproduktiviteten gitt en antatt produksjonsteknologi (typisk Cobb-Douglas med konstant skalautbytte, jamfør Cobb-Douglas 1928), basert på den delen av endringen i produksjonen som ikke tilskrives endringer i innsatsfaktorer. Basert på logikken i vekstregnskap har det også blitt utviklet indekstilnærminger for produktivetsberegninger, der produktiviteten avledes fra volum- og prisindekser (se for eksempel Caves, Christensen og Diewert 1982).

Neoklassisk estimering av produksjonsfunksjonen (eller kostnadsfunksjonen) under Cobb-Douglas-teknologi kan skje ved hjelp av lineær minste kvadraters metode, som ved en paneldataregresjon med faste effekter. Estimeringseffektiviteten kan økes ved å inkludere interaksjonsledd mellom innsatsfaktorene i en såkalt transcendental logaritmisk produksjonsfunksjon (forkortet translog, jamfør Berndt og Christensen 1973). Cobb-Douglas-produksjonsteknologien forutsetter en substitusjonselastisitet lik én mellom innsatsfaktorene. Teknologien kan generaliseres til en produksjonsteknologi med konstant substitusjonselastisitet (CES)¹⁰ med åpning for andre substitusjonselastisiteter med lineær produksjonsteknologi (perfekte substitutter med substitusjonselastisitet lik én) og Lieontief produksjonsteknologi (perfekte komplementær med substitusjonselastisitet lik null) som ytterpunkter. CES-teknologien kan estimeres ved ikke-lineære minste kvadraters metode og andre ikke-lineære estimeringsmetoder, eller lineære regresjoner etter Taylor ekspansjon av CES-funksjonen (jamfør Kmenta 1967). I senere år har også maskinlæring blitt anvendt i produktivtetsestimering, der avvik fra typiske utfall tillegges mindre vekt, men slik metodikk har vært mindre utbredt så langt (Schneider og Wagner 2012).

Lenge har man vært klar over at produktivtetsestimaterne kan være forventningsskjevne, ettersom innsatsfaktorene til dels kan justeres i tråd med produktivtetsfluktuasjonene og dermed blir endogene. Tidligere tilnærminger for å løse simultanitetsskjevheten forbundet med innsatsfaktorene inkluderer spesifikasjoner med faste effekter og utnyttelse av profittmaksimeringsproblemets førsteordensbetingelser, der stabile kostnadsandeler gjenspeiler produksjonsinnsatsens elastisiteter (se Griliches og Mairesse 1995 for en oversikt). Det første tilfellet hviler imidlertid på en

¹⁰ *Engelsk*: Constant elasticity of substitution.

forutsetning om at utfordringen er tidsinvariant, hvilket man kan sette spørsmålsteget ved. I det andre tilfellet vil produksjonsinnsatsen i volum instrumenteres med tilhørende priser. Tilnærmingen forutsetter at prisene ikke er endogene, hvilket de typisk vil være i tilfeller med kvalitetsforskjeller eller fallende tilbudskurver.

For å få bukt med estimeringsskjevheten knyttet til at innsatsfaktorene bestemmes simultant med produksjonen har det vokst fram en annen form for produksjonsestimeringsprosedyrer, såkalte **kontrollfunksjonsprosedyrer**. Fellesnevneren for disse tilnærmingene til produksjonsestimering er at de justerer for endogeniteten i faktorinnsatsen ved hjelp av en kontrollfunksjon, der samvariasjonen mellom endringen i produktivitet og faktorinnsatsen justeres bort ved hjelp av en proxy for produktivitetsjokket.

I den første generasjonen av kontrollfunksjonsprosedyrer skjer estimeringen i to sekvensielle steg, der fokuset på endogenitet er rettet mot kapitalinnsatsen. Produktivitetsutviklingen følger typisk en førsteordens Markov-prosedyrer, der fremtidige utfall kun avhenger av nåværende status og ikke hvordan man kom dit. I den første kontrollfunksjonsprosedyren benytter Olley og Pakes (1996) bruttoinvesteringer som proxy for produktivitetssjokk. Levinsohn og Petrin (2003) foreslår isteden å bruke produktinnsats som proxy, ettersom bruttoinvesteringene ofte er null og i enkelte tilfeller også kan være negative. I første steg i begge prosedyrene estimeres produksjonsfunksjonens regresjonskonstant, produksjonselastisiteten til arbeidskraft og eventuelt andre innsatsfaktorer som antas å ikke være endogene. Kapitalinnsatsen er ikke-parametrisk tilnærmet, typisk ved hjelp av et tredjegradspolynom. I andre steg estimeres regresjonskoeffisienten til realkapitalen ved hjelp av generaliserte momenter metode og forutsetningen om uavhengige momenter.

I tillegg til å behandle simultanitet utfordringen forbundet med endogen kapitalinnsats foreslår Olley og Pakes (1996) et grep for å håndtere seleksjonsfeil ved at det ikke er tilfeldig hvilke virksomheter som går ut av markedet. Konkret foreslår de at realiserte produktivitetsnivåer ut over noen terskler vil utløse utgang av markedet og at sannsynligheten for å forbli i markedet forhåndsestimeres i en diskret valgmodell på et polynom av fast kapital og proxyen.

Den andre generasjonen av kontrollfunksjonsprosedyrer behandler svakheter i Olley og Pakes og Levinsohn og Petrins sine estimeringsprosedyrer. Bond og Söderbom (2005) påpeker at kollinearitet mellom de frie variablene og proxyene kan føre til at koeffisientene ikke blir identifiserbare under prosedyrenes forutsetning om at virksomheter kan tilpasse seg produktivitetssjokk øyeblikkelig. Utfordringen er generell, men er særlig kritisk ved bruk av Levinsohn og Petrins estimeringsprosedyrer når bruttoproduksjon brukes som produksjonsmål og produktinnsats brukes som proxy. Videre kan andre innsatsfaktorer i produksjonen lide av tilsvarende endogenitetsutfordringer som den faste realkapitalen. Estimering i to steg involverer også redusert estimeringseffektivitet.

For å øke estimeringseffektiviteten foreslår Wooldridge (2009) å estimere produksjonsfunksjonen og kontrollfunksjonen simultant. Ved å utnytte at produktivitet følger en Markov -prosess omformulerer han momentbetingelsene til de to alternative likninger for produksjonsvariabelen, der kontrollfunksjonen baseres på inneværende eller forrige periodes variabler. Akerberg, Caves og Frazer (2015) foreslår isteden å invertere kontrollfunksjonen på valg av innsatsen av arbeidskraft, der man utnytter Blundell og Bond (2000) sin dynamiske panelestimator. I første trinn estimeres kontrollfunksjonen ikke-parametrisk. Deretter estimeres alle regresjonskoeffisientene ved generaliserte momenter metode, der egenskapene ved Markov-kjeder og momentbetingelsene utnyttes.

Håndteringen av svakhetene ved den første generasjon av prosedyrene for kontrollfunksjonsestimering innebærer at den andre generasjonen av prosedyrene for kontrollfunksjonsestimering er mer komplekse. Følgelig hender det at disse prosedyrene fungerer dårligere på små datasett. En mer generell svakhet med kontrollfunksjonstilnærminger er at det er begrenset hvor mange variabler som kan være med i regresjonen, hvilket blant annet hindrer bruk av faste enhetseffekter som fanger opp særegne stabile karakteristika. Følgelig forhåndsestimerer man gjerne produktiviteten, før man ser på hvordan ulike forhold påvirker den. Svakhetene med denne praksisen er at en tottrinns estimeringsprosedyre innebærer et effektivitetstap og fare for en dempningsskjevhet.

Både neoklassiske og kontrollfunksjonsbaserte estimeringsprosedyrer for produksjons- og kostnadsfunksjoner er former for **ikke-frontbasert estimering**. Dette innebærer at man under estimeringen fokuserer på gjennomsnittsproduktiviteten, uten å vie oppmerksomhet til variasjoner i hvor effektiv hver observasjonsenhet er til å utnytte produksjonsteknologien. Motstykket til dette er **frontbasert estimering**. Frontestimeringsprosedyrer er estimeringsprosedyrer, der man skiller mellom den teknologiske fronten som representerer beste praksis (*teknologinivået*) og hvor effektiv hver observasjonsenhet er i forhold til den beste praksisen (*teknisk effektivitet*) (se Kopp og Diewert 1982).

Studier av produktivitet som benytter seg av ikke-frontestimering fokuserer stort sett på faktorproduktivitet, der produksjonsteknologien legges til grunn. Studier av produktivitet som benytter frontestimering tar i større grad for seg *teknisk produktivitet*, som i tillegg til faktorproduktivitet tar hensyn til utnyttelsen av produksjonens skalaegenskaper (*skalaeffektivitet*) og tilpasningen av sammensetningen av produksjon og produksjonsressurser til de tilhørende prisene (*allokeringseffektivitet*). Kuosmanen og Fosgerau (2009) har utviklet en test for å avgjøre hvor alvorlig skjevheten i effektiviteten er i forhold til forutsetningen om et normalfordelt restledd i regresjonsanalysen. Basert på evalueringen av skjevheten gir testen en anbefaling om hvorvidt man skal velge ikke-front- eller front-basert estimering.

Tradisjonelt har produktivitetsforskningen som benytter frontestimering vært dominert av to ulike leire, avhengig av metodisk tilnærming; de som benytter

stokastisk front analyse (SFA)¹¹ og de som benytter **ikke-parametrisk datainnhyllingsanalyse (DEA)**.¹² SFA ble lansert av Aigner, Lovell og Schmidt (1977) og Meeusen og van den Broeck (1977). SFA skiller seg fra produktivetsmålingens lineære regresjonsoppsett for produksjons- og kostnadsfunksjonen ved at man operer med et todelt restledd, der den ene delen fanger opp støy og den andre delen fanger opp teknisk ineffektivitet (der ineffektivitet defineres som den inverse av effektiviteten). SFAs håndtering av både ineffektivitet og støy er også prosedyrens fremste fordel. Mens støyledet representerer hvit støy, forutsettes ineffektivitetsscoren å følge en ensidig fordeling som er begrenset nedad til én for effektive selskaper (hvilket impliserer en effektivitetsscore på mellom 0 og 1 og en ineffektivitetsscore på mellom 1 og uendelig). Deretter avledes ineffektivitetsscorer for hver enkelt enhet ved hjelp av gjennomsnittet eller eventuelt typetallet av ineffektivitetsleddenes fordeling, betinget på de estimerte ineffektivitetsleddene (som skissert av Jondrow med flere 1982).

Mye anvendte fordelinger for ineffektivitetsleddet inkluderer avkortet normalfordeling, halv normalfordeling, eksponentiell fordeling og gammafordeling. I SFAs første steg estimeres parameterne i produksjons- eller kostnadsfunksjonen ved å maksimere den logaritmiske sannsynlighetsmaksimaliseringsfunksjonen.¹³ I paneldataanvendelser benyttes ineffektivitetsleddet til å håndtere tidsavhengighet og heterogenitet og til å inkludere tilfeldige og faste effekter. Leddet brukes også til å håndtere forskjeller i kontekstuelle forhold (se Kumbhakar og Lovell 2003 for detaljer).

DEA utgjør den andre av de to hovedretningene innen frontanalysene. Prosedyren er en lineær programmeringstilnærming og ble opprinnelig utviklet av Charnes, Cooper og Rhodes (1978), basert på Farrells forståelse av effektivitetskonseptet. Den fremste fordel ved DEA er at prosedyren er ikke-parametrisk og med det ikke avhenger av forutsetninger om formen til produksjonsteknologien. I prosedyren maksimeres effektiviteten, gitt standardforutsetninger om produksjonsteknologien, nærmere bestemt Afriat (1967) sine betingelser for konkavitet og monotonisitet. Ettersom DEA ikke har et eget støyledd, er prosedyren sårbar i forhold til hvilke observasjoner som definerer teknologifronten. Vanligvis benyttes såkalt radial DEA, der innsatsfaktorene og produktene er antatt å endres proporsjonalt, mens det gjenværende slakket i utfallet ikke er redegjort for i effektivitetsscoren. Ikke-radial DEA håndterer derimot slakk for innsatsfaktorene, og produktene behandles hver for seg og uavhengig av hverandre når effektivitetsscoren beregnes (se Färe og Lovell 1994 og Färe, Grosskopf og Lovell 1994).

¹¹ *Engelsk:* Stochastic frontier analysis

¹² *Engelsk:* Data envelopment analysis

¹³ *Engelsk:* Logarithmic likelihood-function

Effektivitetsscoren ved DEA kan måles ved konstant, ikke-økende, variabelt og ikke-reduserende skautbytte. Mens variabelt skautbytte kan tolkes som den forutsetningen som ligger nærmest den sanne teknologien, tar konstant skautbytte med skalaeffektivitet i effektivitetsscoren og ligger dermed nærmere teknisk produktivitetsskonseptet. Konstant skautbytte kan i prinsippet også beregnes ved parametriske estimeringsprosedyrer gjennom normalisering ved å dele på en av innsatsfaktorene eller produksjonsvariablene (se for eksempel Seiford og Zhu 1999 og Read og Thanassoulis 2000).

I moderne bruk av prosedyren benyttes gjerne bootstrapping for å ta høyde for seleksjonsfeil knyttet til mulig ikke-observerte utfall (Simar og Wilson 1998, 1999 og 2000), særlig i studier av små datasett. Dette innebærer at man konstruerer syntetiske observasjoner basert på ulike delutvalg av de faktiske observasjonene med den konsekvens at teknologifronten forflyttes utover. I tillegg benyttes gjerne prosedyrer for å filtrere bort ekstremobservasjoner som sannsynligvis reflekterer støy. En sentral form for DEA er såkalt tostegs-DEA, der man i tillegg til produksjonsfunksjonen estimerer hvordan effektivitet påvirkes av kontekstuelle variabler i en separat likning. For å sikre estimeringseffektivitet bør dette skje ved at en separat likning for kontekstuelle innflytelser beregnes simultant med hovedlikningen (Simar og Wilson 2007), eller ved at estimeringen betinges på de kontekstuelle variablene ved en såkalt betinget frontestimeringsmodell (Daraio og Simar 2005 og 2007).

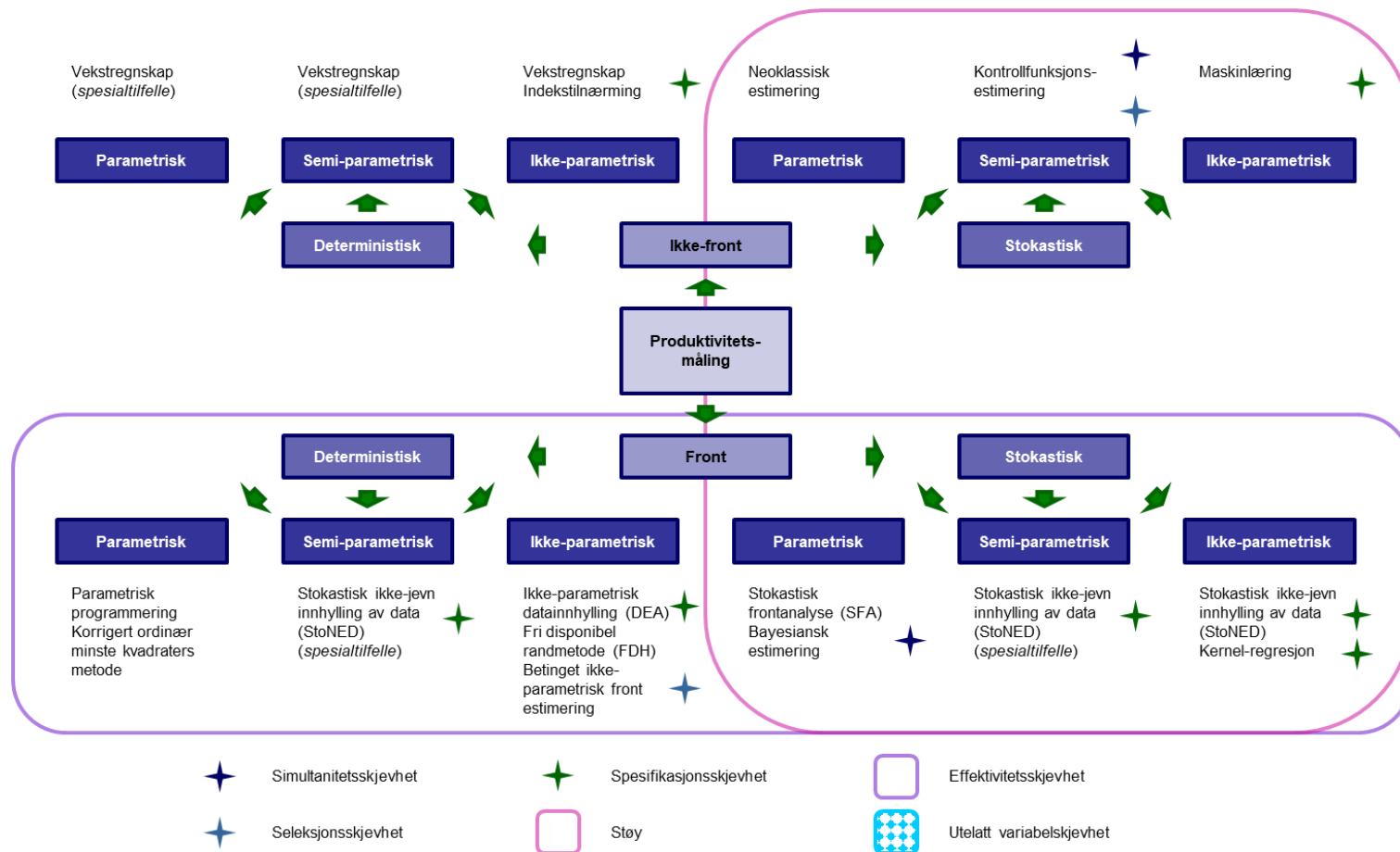
I flere tiår har forskere forsøkt å komme med en frontestimeringsprosedyre som kombinerer ikke-parametrisk teknologi fra DEA med støybegrepet fra SFA. En form for tilnærming som gjør nettopp dette er kernel-estimeringsprosedyrer (se for eksempel Simar 2007 og Simar og Zelenyuk 2011). Stokastisk ikke-jevn innhylling av data (StoNED)¹⁴ generaliserer både DEA og StoNED og gjennomføres over flere simultane estimeringssteg (se for eksempel Kuosmanen 2006 og Kuosmanen og Kortelainen 2012). Den enkleste varianten av frontestimering er korrigert minste kvadrats metode, der feilleddet i regresjonen representerer teknisk effektivitet i form av avvik fra beste praksis. Parametrisk programmering er hakket mer avansert, men fremdeles en deterministisk og parametrisk estimeringsprosedyre. Fri disponibel randmetode (FDH)¹⁵ fjerner DEAs forutsetning om konveks produksjonsteknologi ved å isteden basere produksjonsteknologien på observasjonenshetenes produksjonsutfall. En annen frontbasert estimeringstilnærming som er verdt å nevne er Bayesiansk frontestimering. Nylig har kausalitet mottatt noe mer fokus innen frontestimering, blant annet ved det Bayesianske bidraget til Kumbhakar og Tsionas (2016).

Utover det konseptuelle hovedskillet mellom ikke-frontestimeringsprosedyrer og frontestimeringsprosedyrer, deles gjerne estimeringsprosedyrene inn etter hvorvidt de er deterministiske eller stokastiske, og etter hvorvidt de er

¹⁴ *Engelsk*: Stochastic Non-Smooth Envelopment of Data

¹⁵ *Engelsk*: Free disposal hull

parametriske, semi-parametriske eller ikke-parametriske. En overordnet oversikt over de ulike prosedyrene er gitt i Figur 17.



Figur 17: Klassifisering av prosedyrer for produktivitetsestimering med angivelse av deres håndtering av ulike estimeringsutfordringer

I figuren har jeg også gitt en oversikt over hvordan de ulike prosedyrene for produktivitetsestimering utfordrer ulike estimeringsutfordringer, skjønt avvik kan forekomme. Kategoriseringen av prosedyrene dekker håndtering av to estimeringsprosedyrer, nærmere bestemt håndteringen av effektivitetsskjevheter og stokastikk i restleddet. Håndtering av enkelte andre utfordringer er markert med stjerner, inkludert simultanitetsskjevheter knyttet til endogene innsatsfaktorer, seleksjonsskjevheter knyttet til utvalg og spesifikasjonsskjevheter knyttet til forutsetninger i teknologien. I tillegg vil skjevheter knyttet til utelatte variabler utgjøre bekymringer som kan tas opp av de fleste tilnærminger.

Argumentene for å benytte frontestimering er gjerne at man både har flere produkter og produksjonsfaktorer, og at effektivitetsleddet som bidrar til restleddet i produksjonsfunksjonen ikke er normalfordelt. Videre er frontestimeringprosedyrene mer egnet til å håndtere kontekstuelle forhold og til å dekomponere produktivitetsutviklingen i teknologisk framgang og ulike effektivitetsforbedringer. Avveiningen mellom DEA og SFA handler i stor grad om hva som er viktigst – å åpne for ikke-parametrisk produksjonsteknologi eller å åpne for tilfeldig støy i restleddet. StoNED kan håndtere begge deler, men er som oftest vanskelig å implementere når antall observasjoner, variabler og restriksjoner overskrider et visst nivå. I mange tilfeller er det ikke åpenbart hvilke estimeringsprosedyrer man bør velge. I så fall kan man foreta sine valg basert på testing eller på triangulering i form av bruk av flere alternative estimeringsprosedyrer.

I tilfeller med store datasett med mange observasjoner og variabler vil ikke-frontestimering gjerne være å foretrekke, ettersom kravene til prosessorkraft og dataminne er mer overkommelige. Gjennom kontrollfunksjonsmetodene er ikke-frontestimeringsmetodene bedre rustet til å håndtere simultanitet i innsatsfaktorene og seleksjonsutfordringer knyttet til utgang fra markedet. Kausalitet er også mer fokus i ikke-front-analyser, selv om temaet også tas opp i front-litteraturen. Egnetheten av ulike produktivetsprosedyrer avhenger dermed av hvilken case det dreier seg om, og hva slags data man har for å belyse caset.

I undersøkelser av produktivitetsimpulser fra markedsadgang for virksomheter, vil man vanligvis jobbe med store paneldatasett med mange observasjonseenheter. I en slik setting vil det som regel være best å benytte kontrollfunksjonsprosedyrer i produktivitetsestimeringen for å korrigere for skjevheter knyttet til simultanitet og seleksjon. Eventuelt kan man benytte neoklassiske estimeringsprosedyrer som referanser til kontrollfunksjonsprosedyrene for å belyse estimeringens robusthet og avhengighet av målefeil. Skulle det være grunn til å tro at effektivitetsleddet fører til betydelige skjevheter i restleddet, fins det også alternative paneldataprosedyrer innenfor frontestimering.

I studier av nettoringsvirkninger møter man imidlertid også på mindre paneldatasett. Dette er for eksempel tilfellet i studien av produktivitetsimpulser på havner, ikke-markedsrettede tjenester og i studier av mindre og avgrensede markeder. I slike analyser står man ofte overfor flere produksjonsvariabler, samtidig som det kan være vesentlige effektivitetsforskjeller blant observasjonsenheterne. Frontestimering er gjerne å foretrekke ved denne formen for datastruktur. Utfordringer med kausalitet og simultane innsatsfaktorer kan i så fall løses ved instrumentering eller bruk av proxier av mønster av kontrollfunksjonsposedyrene.

I noen tilfeller kan man også støte på tversnittdata. Her vil kontrollering av kontekstuelle variabler være essensielt, siden man ikke lenger kan ha faste effekter per observasjonsenhet. Et eksempel på dette er produktivitet relatert til bygging av infrastruktur. I og med at det tar flere ti år mellom hver gang infrastruktur oppgraderes, vil slike datasett typisk ha en tversnittstruktur. I små datasett vil det være viktig å beholde tilstrekkelig mange frihetsgrader og hindre dimensjonalitetens forbannelse. Egnede frontestimeringsprosedyrer i disse tilfellene inkluderer klassisk SFA, simultant estimert tottrinns-DEA med bootstrapping av teknologifronten, StONED og betinget ikke-parametrisk estimering.

A.2 Effektmåling

Det ligger utenfor rammene av dette temaheftet å gi en innføring i standard økonometrisk metodikk. Like fullt vil det være ønskelig å si noen ord om effektmålingen, herunder kausal identifikasjon og økonomisk modelloppsett (se for eksempel Stock og Watson 2003 og Greene 2009 for henholdsvis en detaljert innføring og ytterligere fordypning i økonometrisk metodikk).

Kausal identifikasjon

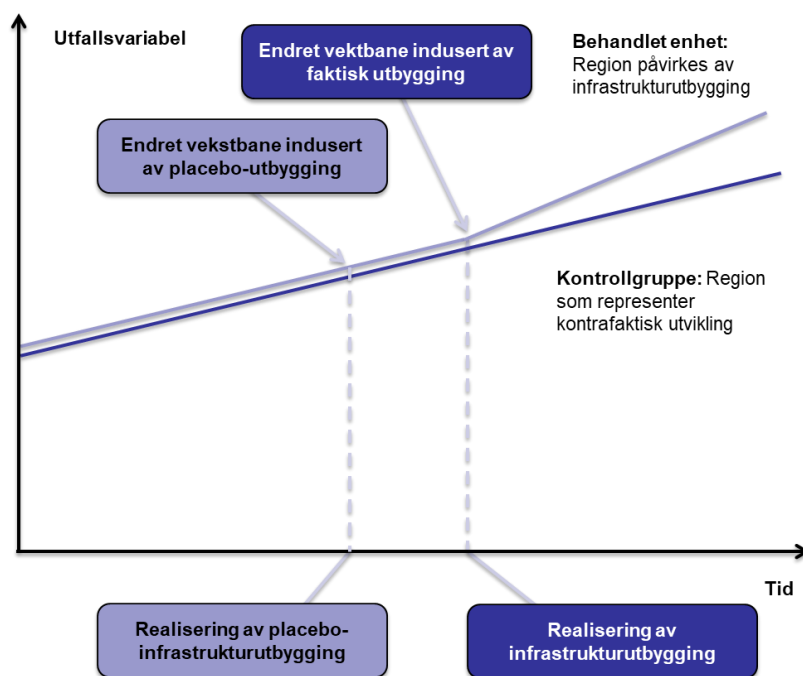
Når man skal undersøke om regional integrasjon gjennom bedrede transportmuligheter gir impulser på produktivitet og andre utfall, holder det ikke å se om variablene er korrelerte. Overordnet møter man på to grunnleggende identifikasjonsutfordringer under kausal identifikasjon ved økonometriske studier. Den første utfordringen går på hvorvidt den kausale virkningen helt eller delvis går den andre veien enn det som er antatt. Dette fenomenet er kjent som motsatt kausalitet. For eksempel kan observert sammenheng mellom utbyggingen av en infrastruktur og produktivitet skyldes at man prioriterer å bygge ut infrastruktur i områder med høy produktivitetsvekst, snarere enn at infrastrukturen stimulerer til økt produktivitet.

Den andre utfordringen går på at bakenforliggende variabler forklarer både variabelen som skal forklare og variabelen som skal forklares, slik at en eventuelt tilsynelatende påvist kausal sammenheng mellom de to variablene vil være spuriøs. Man står overfor en estimeringsskjevhet knyttet til utelatte

variabler. For eksempel kan regionaløkonomiske sjokks innvirkning på produktivitet feilaktig tilskrives en infrastrukturbygging dersom man ikke tar høyde for slike sjokk. Videre kan veiutbygginger både bidra til reduserte ulykkestall og økt produktivitet i næringslivet rundt veiene. Dermed kan endringene i variablene være korrelerte, uten at det er noe kausal sammenheng mellom dem. Kort oppsummert må man altså forsikre seg om at kausaliteten går riktig vei og ikke skyldes bakenforliggende forhold. En studie uten en sterk identifikasjonsstrategi som tar hånd om disse estimeringsutfordringene står i fare for å konkludere feilaktig med at infrastrukturinvesteringene helt eller delvis driver observerte produktivitetsgevinster.

Det fundamentale problemet ved kausal inferens er at man kun kan se et utfall for en observasjonsenhet om gangen. Rubins kausalitetsmodell innebærer at en kontrollenhet blir benyttet for å fremvise den kontrafaktiske utviklingen til den behandlede enheten. I en ideell verden ville man utført eksperimenter der man behandler en gruppe individer og lar en annen gruppe utgjøre en kontrollgruppe, der begge gruppene av individene i utgangspunktet er like, og utfallsvariabelen ikke påvirkes av andre forhold enn forklaringsvariabelen. Innen samfunnsøkonomi og samfunnsvitenskapelige anvendelser for øvrig er det sjeldent at man står overfor noe i nærheten av slike sterile naturlige eksperimenter. Videre er laboratorieeksperimenter gjerne dyre og krevende å gjøre realistiske. I studier av hva som skjer i økonomien og samfunnet for øvrig forsøker man derfor å kontrollere for forholdene som skiller de behandlede enhetene og de potensielle kontrollenhetene. For at en enhet skal kunne fungere som en god kontroll, bør den inneha sammenliknbare utviklingstrekk og egenskaper som den behandlede enheten, før hendelsen man studerer inntreffer, og når behandlingsperioden starter, og ikke utsettes for andre sjokk (jamfør Neyman 1923).

For å sikre at man drar riktige konklusjoner bør man også undersøke den interne gyldigheten til regresjonsresultatene. Dette kan for eksempel gjøres ved en placebo-test, der man sjekker om den behandlede enheten var gjenstand for en underliggende trend før behandlingen inntraff, sammenliknet med kontrollenheten. I slike placebo-tester later man typisk som om sjokket man undersøker inntraff på et tidligere tidspunkt og undersøker forskjeller i utviklingen før behandlingsperioden. En illustrasjon av hovedtrekkene av Rubins kausalitetsmodell ved evalueringen av en infrastrukturinvestering og en tilhørende placebo-test er gitt i Figur 18.



Figur 18: Illustrasjon av Rubins kausalitetsmodell ved en infrastrukturutbygging inkludert en placebo-test

I tillegg bør man sjekke om funnene man kommer fram til er robuste overfor inkludering av alternative forklaringsvariabler, for eksempel bransjespesifikke og regionale sjokk. Ved lokasjonseleksjon knytter sammenhengen mellom geografi og økonomiske utfall seg til ulike valg av lokasjon fremfor virkninger av geografiske kjennetegn. Lokasjonseleksjon kan vedrøre virksomheter, produkter, sysselsatte, og andre mobile faktorer og utgjør en klassisk utfordring ved identifikasjon i studier med en regional dimensjon. Det fins flere metodiske grep man kan foreta for å håndtere denne problemstillingen. Vedvarende forskjeller kan behandles ved estimeringsprosedyrer, der seleksjonsfeilene kanselleres ut. Slike prosedyrer inkluderer lineære paneldatagresjoner med faste effekter, regresjoner på endringsform med såkalte forskjell i forskjeller og prosedyrer som matcher egenskapene mellom de behandlede enhetene og kontrollenhetene (for eksempel propensity score matching eller syntetisk kontrollmetode).

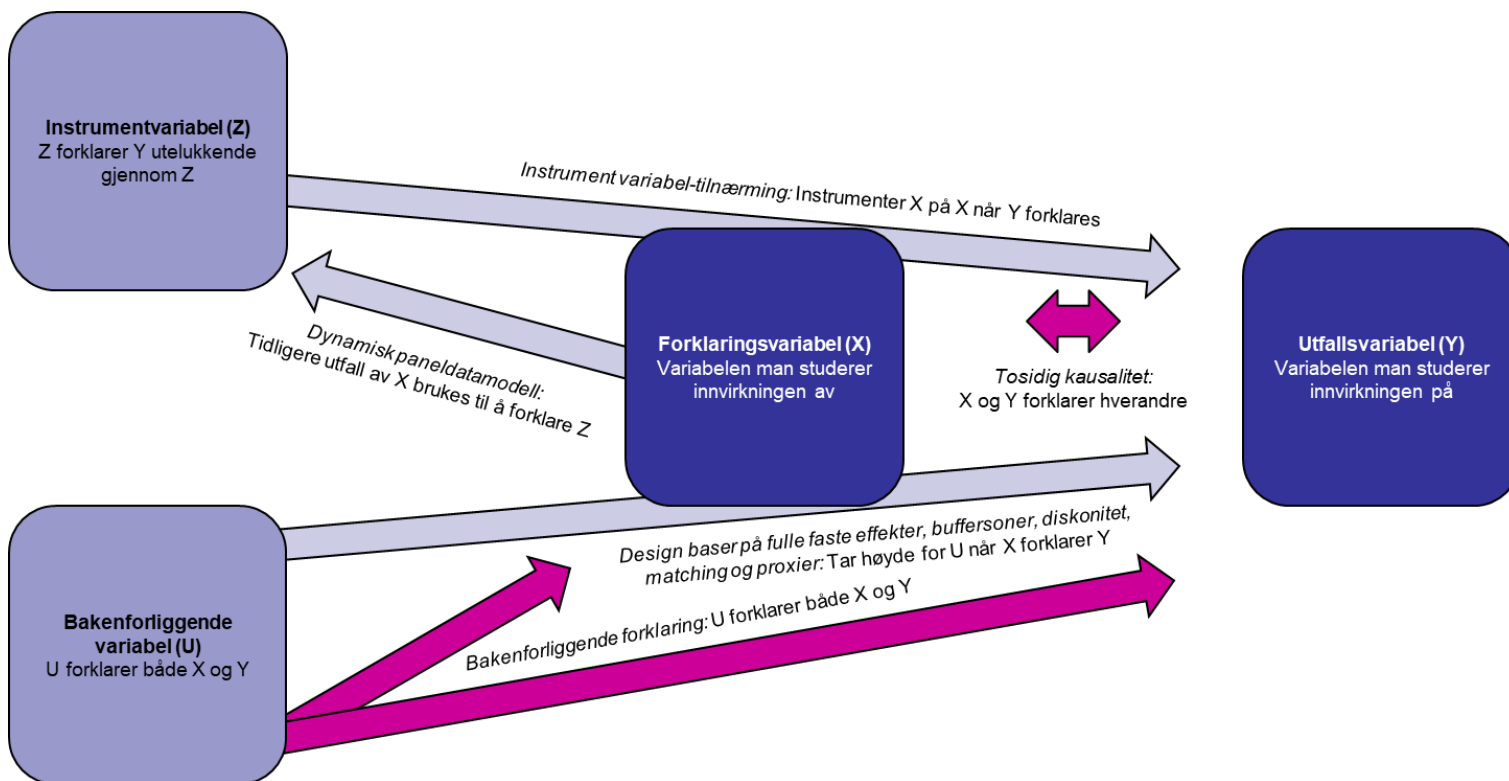
Flytting av aktører og aktivitet vil også kunne by på utfordringer. I studier med norske foretaks- og virksomhetsdata vil flytting av virksomheter i mange tilfeller være implisitt håndtert i dataene ved at organisasjonsnummeret til virksomheten endres (uten at det påvirker foretakets organisasjonsnummer). Som jeg redegjør for i delappendiks A.1 håndteres utfordringer med seleksjon knyttet til virksomheters utgang fra markeder implisitt ved estimering av

produktivitet ved kontrollfunksjonsprosedyrene. Andre muligheter er å benytte Heckman-korreksjon eller operere med ulike grupper av virksomheter med fokus på varige selskaper på gitte lokasjoner.

Det er flere måter å håndtere den tilbakevendende bekymringen om at tilsynelatende økonomiske impulser fra infrastrukturtiltak egentlig representerer motsatte årsakssammenhenger ved at investeringene motiveres av forbedrede markedsutsikter. I prinsippet kan det sjekkes ut ved bruk av endogenitetstester, skjønt endogenitet kan opptre i mange forskjellige varianter. Noen argumenter også for eksogenitet i sin studie basert på dokumentstudier eller argumentasjon om at studieobjektet ble behandlet ved en tilfeldighet. I Figur 19 har jeg illustrert viktige identifikasjonsutfordringer og mulige identifikasjonsstrategier ved kausal identifikasjon under økonometrisk estimering.

I tilfeller med påvist eller bekymringer om omvendt kausal identifikasjon er instrumentering en mye brukt medisin (for eksempel to-steps minste kvadrats metode eller generalisert momentmetode med instrumentering). I dette tilfellet beregner man instrumentets innvirkning på den endogene variabelen i det første trinnet, mens den instrumenterte variabelens innvirkning på utfallsvariablene estimeres i det andre trinnet. For å sikre estimeringseffektivitet bør de to trinnene estimeres simultant. For at instrumentet skal være gyldig, må det være korrelert med den endogene variabelen, men ikke feillemmet i hovedregresjonen. Sagt litt mindre teknisk ønsker man i søken etter et instrument å finne en variabel som samvarierer sterkt med den variabelen som man ønsker å måle effekten av, men som ikke påvirker utfallsvariablen på andre måter. Hvis flere variabler krever instrumentering, må man ha minst like mange instrumenter som antallet endogene variabler (ordrebetingelsen), og de må forklare hver av variablene for å bli instrumentert tilstrekkelig godt (rangbetingelsen).

I en paneldatasetting må antall perioder hver endogene variabel opptrer til sammen motsvares av antall perioder hvert instrument opptrer til sammen. Dette kan by på utfordringer, fordi en del potensielle instrumenter typisk vil være statiske av natur. For eksempel krever en endogen variabel som opptrer i fire perioder et gyldig dynamisk instrument som opptrer i samme perioder eller fire gyldige statiske instrumenter. Som regel vil det imidlertid være utfordrende nok å finne like mange statiske instrumenter som perioder den endogene forklaringsvariabelen opptrer. En løsning kan være å integrere den statistiske variabelen med tidsdummyer, hvilket forutsetter at forklaringsvariabelen har ulik innvirkning på forklaringsvariabelen over tid. Det vil da være viktig at rangbetingelsen holder, så man faktisk har spesifikasjon og ikke paneldatanalysen reduseres til en tversnittanalyse.



Figur 19: Identifikasjonsutfordringer og mulige identifikasjonsstrategier ved kausal identifikasjon under økonometrisk estimering

I noen tilfeller vil man ikke ha tilgang til brukbare instrumenter. Et alternativ er å benytte dynamiske paneldatamodeller isteden (se for eksempel Arellano og Bond 1991 eller Blundell og Bond 2000), der laggede variabler brukes for instrumentering. Hvis denne tilnærmingen også mislykkes, kan man bruke en full faste effekter-modell, der man prøver å isolere innenfor variasjon ved dummyer for alle former for faste effekter over observasjonsenheter og tid, eller ideelt sett interaksjonsvariabler mellom disse. Det er også mulig å korrigere for endogeniteten ved å justere forklaringsvariabelen med en proxy for den endogene komponenten. Dersom den forklaringsvariabelen kun er endogen lokalt i en gruppe av observasjonsenheter, vil et alternativ dessuten være mulig å holde variabelen konstant innad i denne gruppen i en såkalt buffersonetilnærming. Ytterligere et alternativ er å sammenlikne enhetene som akkurat ikke ble behandlet med enhetene som akkurat ble behandlet i et oppsett med såkalt regresjonsdiskontinuitet.

Å finne gode instrumenter kan ofte være vanskelig. Når det gjelder utbygging av transportinfrastruktur, har ofte historiske og geografiske forhold blitt benyttet for identifikasjon. Vi vil komme tilbake til instrumenter brukt i produktivitetsstudier i forbindelse med veiutbygging og agglomerasjon i delkapittel 5.1. Innenfor transportsektoren er det spesielt utfordrende å finne gode instrumenter (eller proxyer for produktivitetssjokket for den saks skyld) når infrastrukturen holdes stabil og tjenestetilbudet er svært fleksibelt, som for eksempel for lufthavner og sjøhavner. Ettersom fleksibel tjenesteyting sannsynligvis vil involvere motsatt kausalitet over tid, kan interne instrumenter også mislykkes. I så fall sitter man gjerne igjen med en full faste effekter-modell og matching-prosedyrer som de gjenværende alternativene.

Strukturell estimering versus estimering på redusert form

Et annet valg man må ta når man estimerer økonomiske impulser fra infrastruktur er hvorvidt man skal basere seg på en økonomisk modell eller ta en stilistisk økonometrisk tilnærming. Merk at en redusert form for et likningssystem fremkommer når man løser systemet, slik at de endogene variablene blir venstresidevariabler. Ved strukturell estimering estimeres derimot en teoretisk modell med strukturelle parametere basert på modellens fulle likningssystem.

Innenfor selskapsfinans har det relativt nylig rast en debatt om dette temaet, som jeg vurderer til å ha vesentlig overførbarhet til våre regional økonomiske anvendelser. I denne debatten kritiserer Welch (2013) strukturelle tilnærminger for modellenes avhengighet av forfatterens forutsetninger, dårlig håndtering av ikke-observerbare og økonometriske utfordringer og lave teststandarder. Strebulaev og Whited (2013) på den annen side argumenterer for at strukturelle modeller utgjør en forenkling av virkeligheten, rettet mot å fange noen bestemte mekanismer og ikke å håndtere uobserverte variabler. Videre hevder de at strukturelle tilnærminger faktisk har tilstrekkelig høye teststandarder og verktøy for å håndtere viktige økonometriske utfordringer.

Diskusjonen om estimering på redusert form eller strukturell form relaterer seg til valget mellom henholdsvis ren relasjonsbasert og modellbasert estimering, uten at estimeringstilnærmingen og modelltilknytningen må forveksles. Det er likevel en tett forbindelse mellom estimering på redusert form og ren relasjonsbasert på den ene siden og strukturell estimering på den andre siden, slik at argumentene for valg av fremgangsmåte til en viss grad er overførbare mellom de to valgene. En fordel med modellbaserte tilnærminger er at de gjerne fanger opp nasjonale generelle likevektsmekanismer, inkludert nettoringsvirkninger og forskyvningseffekter. Det er også enklere å foreta kalibreringer med kontrafaktiske analyser basert på de empiriske resultatene. En ren økonometrisk tilnærming gir derimot forskeren mer fleksibilitet i vurderingen av effekter over næringer og regioner, samt sammensetningseffekter. Generelt virker det mer rimelig å bruke et rent økonometrisk oppsett til å bestemme tilstedeværelsen av en impuls enn når man undersøker hvilken kanal impulsen virker gjennom.

Tradisjonelt har økonomiske modeller ofte blitt estimert strukturelt som likningssystemer. Ved bruk av virksomhetsdata har blant annet ulike avarter av Melitz (2003) sin modell vært populære i denne sammenhengen. En slik tilnærming kan kritiseres for å legge for stor tillit på spesifikasjonen av modellen, som kan oppfattes som virkelighetsfjern. På en annen side kan en ren økonometrisk tilnærming kritiseres for ikke å ta innover seg nyttige innsikter fra økonomisk teori og for å være partielle av natur. I enkelte nyere empiriske bidrag trekker man en enkelt likning på redusert form ut fra økonomisk modeller for estimering, for så å ta resultatene fra estimeringen tilbake til modellen og kjøre simuleringer (se for eksempel Donaldson og Hornbeck 2018). En slik tilnærming kan fremstå som et attraktivt mellomalternativ, men forutsetter samtidig at modellen estimeres på en måte som gjør det mulig å trekke ut en likning fra modellen og innbefatter i prinsippet også svakhetene ved de andre tilnærmingene.

En oppsummering av argumentene for estimering på redusert og strukturell form er gitt i Figur 20.



Figur 20: Oversikt over fordeler ved esimering på redusert form og strukturell form

Temahefter fra Concept-programmet

Nr.	Tittel	Forfatter	Utgitt
1	Fleksibilitet i prosjekter – et tveegget sverd	Nils Olsson	2009
2	På sporet av relevans og levedyktighet	Ole Jonny Klakegg	2010
3	Gjøre det selv eller betale andre for jobben – Byggherrens valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekt	Ola Lædre	2012
4	Kostnadsestimering under usikkerhet	Frode Drevland	2013
5	I riktig retning. Prosjekters mål og målstruktur	Knut Samset	2014
6	Prosess for kostnadsestimering under usikkerhet	Olav Torp, Frode Drevland og Kjell Austeng	2015
7	Mulighetsrommet. Utgangspunktet for et godt konseptvalg	Knut Samset	2016
8	Økonomisk verdsetting av liv og helse	Rune Elvik	2018
9	Fremsynsmetoder	Tore Sager og Knut Samset	2019
10	Mandater for KVV-arbeid	Knut Samset	2020
11	Problemanalysen	Knut Samset	2020
12	Tidlig involvering av entreprenør	Paulos Abebe Wondimu	2020
13	Prosjektevaluering	Knut Samset	2021
14	Vernede bygninger i konseptvalgutredninger. Vurdering av nytte og kostnad for kulturhistoriske bygninger.	Mari Oline Giske Stendebakken	2021
15	Utredninger og rapporter. Bedre beslutningsunderlag med mindre detaljer	Knut Samset	2021
16	Insentiver og statlig finansiering. Hvordan unngå perverse insentiver i investeringsprosjekter som initieres lokalt	Knut Samset	2021
17	Grunnlaget for ex ante-evalueringer av nettoringsvirkninger fra transportinvesteringer i Norge	Rasmus Bøgh Holmen	2021

Temahefter og andre publikasjoner fra Concept-programmet kan lastes ned fra programmets nettsider: www.ntnu.no/concept

Forskningsprogrammet Concept skal utvikle kunnskap som sikrer bedre ressurs-utnyttning og effekt av store statlige investeringer. Programmet driver følgeforskning knyttet til de største statlige investeringsprosjektene over en rekke år. En skal trekke erfaringer fra disse som kan bedre utformingen og kvalitetssikringen av nye investeringsprosjekter før de settes i gang.

Concept er lokalisert ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim (NTNU), ved Institutt for bygg- og miljøteknikk. Programmet samarbeider med ledende norske og internasjonale fagmiljøer og universiteter, og er finansiert av Finansdepartementet.



Concept-programmet
Institutt for bygg og miljøteknikk, NTNU, Høgskoleringen 7A, 7491 TRONDHEIM

Informasjon om Concept-programmet: www.ntnu.no/concept

ISSN: 1891-5620 (papirversjon)
ISSN: 1891-5655 (nettversjon)
ISBN: 978-82-8433-012-9 (papirversjon)
ISBN: 978-82-8433-013-6 (nettversjon)