



Infrastruktur og Danmarks internationale konkurrenceevne et strategisk oversigtssrudie

Sievertsen, Hans Henrik; Kveiborg, Ole

Publication date:
2010

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Sievertsen, H. H., & Kveiborg, O. (2010). *Infrastruktur og Danmarks internationale konkurrenceevne: et strategisk oversigtssrudie*. DTU Transport. Rapport / DTU Transport No. 7:2010

General rights

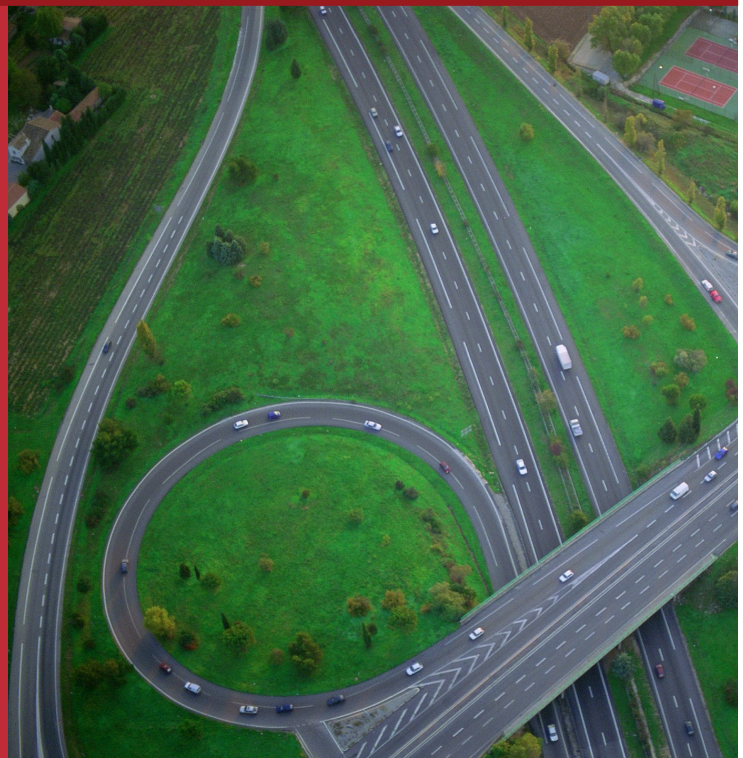
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Infrastruktur og Danmarks internationale konkurrenceevne

- et strategisk oversigtsstudie



Hans Henrik Sievertsen
Ole Kveiborg

December 2010

DTU Transport
Institut for Transport

Infrastruktur og Danmarks internationale konkurrenceevne

Hans Henrik Sievertsen
Ole Kveiborg

December 2010

Infrastruktur og Danmarks internationale konkurrenceevne

Rapport 7, 2010
December 2010

Af Hans Henrik Sievertsen og Ole Kveiborg

Copyright: Hel eller delvis gengivelse af denne publikation er tilladt med kildeangivelse
Forsidefoto: Colourbox

Udgivet af: DTU Transport
Bygningstorvet 116 Vest
2800 Kgs. Lyngby

Rekvireres via: www.transport.dtu.dk (elektronisk) eller transport@transport.dtu.dk (trykt) uden beregning

ISSN: 1601-9458 (Elektronisk udgave)

ISBN: 978-87-7327-212-1 (Elektronisk udgave)

ISSN: 1600-9592 (Trykt udgave)

ISBN: 978-87-7327-213-8 (Trykt udgave)

Forord

Et argument, der høres igen og igen, er at Danmarks konkurrenceevne ville blive styrket, hvis der gennemførtes flere investeringer i infrastruktur. At der eksisterer en sådan sammenhæng, er der ikke mange, der er uenige om, men hvordan sammenhængen egentlig er, og hvor stor effekten af infrastrukturen på konkurrenceevnen er, er ikke noget, der fylder så meget. Og hvad siger den videnskabelige litteratur egentlig om koblingen.

Denne rapport sammenfatter et omfattende litteraturstudie gennemført af DTU Transport i løbet af 2010. Studiet har søgt efter videnskabeligt tekster og analyser, der kunne dokumentere en sammenhæng mellem infrastrukturinvesteringer og regional konkurrenceevne. Studiet er gennemført for midler fra Karl Pedersens og Hustrus Industrifond.

Arbejdet er udført af Hans Henrik Sievertsen og Ole Kveiborg; arbejdets resultater har været diskuteret i en følgegruppe bestående af repræsentanter fra DI Transport, Transportministeriet og Professor Christian Wichmann Matthiessen, Geografisk Institut Københavns Universitet.

Lyngby, december 2010

Camilla Brems
Vicedirektør

Indhold

Forord	
Indhold	
Sammenfatning	1
1 Indledning.....	13
2 Definitioner og afgrænsning	17
2.1 Infrastruktur	17
2.2 Danmarks internationale konkurrenceevne.....	18
2.3 Afgrænsning	19
3 Søgeprocessen.....	21
3.1 Kvantifikation af studier	22
4 Identifikation	23
4.1 Identifikation af infrastruktur	23
4.2 Identifikation af konkurrenceevne.....	24
5 Teori	29
5.1 Overblik over mekanismer.....	29
5.2 Infrastruktur – en tilstrækkelig betingelse?.....	31
5.3 Fra teori til empiri.....	32
6 Den empiriske litteratur	33
6.1 Tilgange i litteraturen.....	33
6.2 Tekniske udfordringer.....	40
6.3 Kvantitativ evaluering af den empiriske litteratur.....	44
7 Infrastruktur i Danmark	51
7.1 Nationalt niveau.....	51
7.2 Infrastruktur og vækst på regionalt niveau	55
8 Effekter af infrastrukturinvesteringer, hvad ville vi gerne vide	59
9 Konklusion.....	65
Litteratur.....	67

Sammenfatning

At infrastrukturinvesteringer forbedrer landets konkurrenceevne, tages ofte for givet. Infrastrukturens tilstand anvendes ofte som mål for et områdes attraktivitet og bruges ofte som indikator for et givent områdes konkurrenceevne. Denne rapport gennemgår et større litteraturstudie af, hvad vi ved om infrastrukturens betydning for konkurrenceevnen. Studiet baserer sig på den videnskabelige litteratur i form af videnskabeligt publicerede artikler og videnskabelige rapporter.

Alle virksomheder og mennesker er i berøring med transportinfrastrukturen. Hvad enten det drejer sig om indkøb, fritidsaktiviteter, ferie eller arbejde, indebærer det en form for transport. Virksomheder er afhængige af at kunne få leveret produkter fra underleverandører, at kunne rekruttere kvalificeret arbejdskraft og til sidst at kunne levere et færdigt produkt til markedet. Et produkt, der kører rundt på landevejene, eller transporttiden til arbejde gavner hverken forbrugeren eller virksomheden. Transport medfører også direkte omkostninger for alle aktører. En reduktion af tid og omkostninger ved transport vil derfor umiddelbart gavne både virksomheder og forbrugere. Denne tid og disse omkostninger kan reduceres ved at forbedre de rammevilkår, transporten agerer under: herunder transportinfrastrukturen. Det er derfor ikke overraskende, at der ofte argumenteres for investeringer i transportinfrastruktur ud fra dennes positive effekt på økonomisk udvikling.

Betydningen af infrastrukturen vil variere i forhold til mange specifikke og lokale geografisk lokale forhold og politiske systemer mv. I et land som Danmark, hvor infrastrukturen er veludbygget, er effekten af et nyt stykke transportinfrastruktur i mange tilfælde mindre end i lande, hvor forskellige områder er væsentligt ringere indbyrdes forbundet. Det er derfor interessant at få belyst, om investeringer i infrastruktur rent faktisk påvirker den økonomiske vækst, og/eller om væksten samlet set bliver større, eller om der blot er tale om en geografisk omfordeling af den samme aktivitet.

Nærværende studie er ikke enestående. Det er ikke første gang, disse sammenhænge er forsøgt belyst og sammenfattet. Idet en række internationale studier fra bl.a. England, New Zealand og Holland har set på de samme effekter. Nærværende studie er dog første gang, et dansk forsøg på at skabe et overblik er gennemført, og denne rapport fokuserer endvidere på, hvordan resultaterne i (den internationale) litteratur kan have betydning for Danmark, idet der er gennemført bemærkelsesværdigt få (for ikke at sige ingen) studier med fokus på Danmark.

Litteraturstudiet

Den i studiet gennemførte litteratursøgning tager primært udgangspunkt i bogen af Bannister og Berechman (2000) for dels at gennemgå henvisningerne heri og de tekster, der refererer til bogen. Dernæst undersøges referencer i disse afledte tekster og referencernes referencer osv. Dette har ført til 276 identificerede videnskabelige tekster, der fordeler sig med 65 % empiriske studier (i alt 176), 11 % teoretiske studier, 14 %, der beskæftiger sig med begrebet *konkurrenceevne*, 3 %, der har fokus på identifikation af infrastruktur og endelig 7 % oversigtsstudier. Grundet det meget store antal fundne studier giver det ikke mening at beskrive dem enkeltvis. I stedet er der derfor lavet en kvantificering efter de enkelte teksters hovedkonklusioner.

Definitioner

Udgangspunktet for analyserne er sammenhængen mellem *transportinfrastruktur* og *konkurrenceevne*. Men disse begreber er ikke nemme at definere jf. nedenstående, hvorfor vi i højere grad benytter begrebet *økonomisk udvikling*. *Økonomisk udvikling* dækker over faktorer som vækst i produktionen, øget produktivitet og lav arbejdsløshed. Med andre ord er *økonomisk udvikling* et overordnet begreb for en række økonomiske udviklingstendenser, som har en positiv effekt på samfundet. Denne kan naturligt nok ikke måles entydigt. I den offentlige debat hører vi ofte begrebet (*regional*) *konkurrenceevne*. Investeringer i infrastruktur siges ofte at kunne forbedre Danmarks internationale konkurrenceevne. Men hvad dækker begrebet konkurrenceevne egentlig? I et makroøkonomisk perspektiv måles konkurrenceevne typisk ved den effektive valutakurs, hvor den nominelle valutakurs korrigeres med forskelle i prisniveauet. Hvis denne skal forbedres strukturelt, kræver det, at danske virksomheder bliver i stand til at producere produkter ved lavere omkostninger end i de lande, der handles med. Dette kan ske ved, at prisen på arbejdskraft eller realkapital holdes lavt. Et alternativ er at sikre lave eksterne omkostninger, for eksempel igennem reducerede transportomkostninger. Derudover er der muligheder for en række dynamiske gevinster af transportinfrastruktur, som kan påvirke den private sektors produktion positivt.

Infrastruktur

Infrastruktur består af mange elementer. I nærværende studie anvendes definitionen, der også er benyttet af Infrastrukturkommissionen i forbindelse med dennes arbejde (Infrastrukturkommissionen, 2006): *Trafikbærende infrastruktur*, hvilket således omfatter vej-, bane-, søfarts- og luftfartsinfrastrukturen.

Infrastruktur kan måles på flere måder. For at kunne evaluere effekten af infrastruktur er det nødvendigt at kunne måle og sammenligne bestanden og udviklingen i infrastruktur. Uafhængigt af den valgte definition er der en række udfordringer forbundet med målingen. I tabel 0.1. sammenfattes fire forskellige tilgange til måling, deres fordele og ulemper.

Tabel 0.1 Måling af infrastruktur

	Værdien af infrastruktur	Mængden af infrastruktur	Trængsel	Tilgængelighed
Måles ved	Akkumulerede investeringer. Korrigeret for afskrivning.	Længde eller antal.	Vej per trafikarbejde eller tilsvarende.	Rejsetiden mellem to punkter. Antal aktiviteter, der kan nås indenfor en given afstand/ tidsrum
Fordele	+ Datatilgængelighed + Sammenligneligt på tværs af regioner + Aggregering af infrastrukturformer	+ Fortolkning + Datatilgængelighed + Præcision + Utvetydigt	+ Fortolkning + Behovsrelateret + Præcision	+ Fortolkning + Behovsrelateret + Aggregering af infrastruktur
Ulemper	– Aggregeret – Upræcis – Diskutabel værdisætning.	– Aggregering er vanskelig – Kvalitet	– Aggregering er vanskelig. – Sammenlignelighed på tværs af regioner.	– Uklar sammenhæng. – Sammenlignelighed på tværs af regioner.

Det kan på baggrund af studiet ikke konkluderes, at der er et entydigt godt mål for infrastruktur, men at det altid skal være en afvejning af fordelene og ulemperne ved det konkrete studie, og at forskeren såvel som samfundsplanlæggeren skal være klar over begrænsningerne ved de anvendte mål.

Konkurrenceevne

Som for infrastruktur er det heller ikke enkelt at finde en entydig og klar definition af begrebet *konkurrenceevne*. Som udgangspunkt i oversigtsstudiet beskriver vi *konkurrenceevne* som:

”Konkurrenceevne som begreb dækker over virksomhedernes muligheder for at afsætte varer og ydelser internationalt på nye markeder og i større omfang på eksisterende markeder.”

Definitionen tydeliggør, at begrebet er rettet mod virksomheder og ikke mod regioner eller lande. Definitionen er derfor ikke særligt rammende. Dog vil virksomheder i en region eller et land blive påvirket af de handlinger og rammer, som den politiske ledelse gennemfører. Dette indvirker på virksomhedernes lokalisering og deres muligheder for at handle. Ved at forbedre rammerne forbedres derfor også virksomhedernes muligheder for at handle i forhold til virksomheder, der er lokaliseret under andre rammevilkår.

De fleste definitioner er ikke særligt præcise. Til gengæld har OECD også peget på kriterier for, hvordan konkurrenceevne optimalt set burde måles:

“Ideally, measures of competitiveness should satisfy three basic criteria: first, they should cover all the sectors exposed to competition, i.e. represent all goods traded or tradable that are subject to competition and only those goods; second, they should encompass all the markets open to competition;

and, third, they be constructed from data that are fully comparable internationally” (Durand & Giorno, 1987)

Men selv med dette råd er vi langt fra en anvendelig definition, hvilket også konkluderes i den videnskabelige litteratur:

“there is no agreed definition of national competitiveness either within or across the academic disciplines[. . .] The concept is essentially normative” (Thompson, 2003)

I den mere populærvidenskabelige litteratur findes dog en række sammenligninger af regioners konkurrenceevne (f. eks. WorldEconomicForum, 2009). Også Økonomi- og Erhvervsministeriet har udarbejdet en ”populær” liste i form af ”konkurrenceevneredegørelsen” (OEM, 2009), ligesom DI har opstillet 188 indikatorer for konkurrenceevnen. Disse studier præsenterer en slags rangliste over de meste konkurrencedygtige regioner og giver dermed et letforståeligt billede af, hvor den bedste konkurrenceevne findes. Men disse lister er ikke baseret på en solid teori eller økonomisk viden.

Den manglende definition af begrebet konkurrenceevne har ført til, at vi i litteratursøgningen efter effekter af infrastrukturinvesteringer har fokuseret på begrebet ”økonomisk udvikling”. Dette er ikke et direkte synonym, men vi finder det bedst dækkende, da begrebet konkurrenceevne som nævnt er forbundet med en del debat.

Mekanismer fra infrastruktur til økonomisk vækst

Enkelte studier har beskæftiget sig med den teoretiske forklaring af sammenhængen mellem infrastruktur og påvirkningen af markedet. Denne sammenhæng er forsøgt sammenfattet i figur 0.1.

Figur 0.1 Teoretiske mekanismer for sammenhængen mellem infrastruktur og økonomisk udvikling.

Adfærd	Påvirkning fra infrastruktur på	Litteratur
Samarbejds-partnere Arbejds-kraft Underlever-andører	(i) <i>Dynamiske effekter:</i> agglomeringseffekter, forbedret arbejdsudbud, øget konkurrence blandt underleverandører.	Ideen om agglomeringseffekter refereres ofte til (Marshall, 1890). Diskuteres i teorien om Ny Økonomisk Geografi (e.g. Zhang 2007; Krugman 1991).
↓ ↓ ↓	(ii) <i>Direkte effekter:</i> Transporttid/omkostning	Effekter på arbejdsudbud og den nødvendige lønkompensation. Se (Gibbons & Machin ,2006) for en diskussion.
Virksomhed	(iii) <i>Indirekte effekter:</i> Virksomhedsstruktur	Optimal virksomhedsstruktur (e.g. Burmeister & Colletis-Wahl 1997)
↓	(iv) <i>Direkte effekter:</i> Transporttid/driftssikkerhed	Ny økonomisk geografi, markedsadgang og kendskab.
Marked	(v) <i>Indirekte effekter:</i> Markedskendskab.	

De centrale mekanismer inddeles i fem grupper, afhængigt af hvor i processen de påvirker den private sektors produktion. En stor del af disse mekanismer kan beskrives ved teorierne om Ny Økonomisk Geografi (Krugman 1991). De fem mekanismer i figur 0.1 er beskrevet i flere detaljer nedenfor.

- (i) Teoriene om *Ny Økonomisk Geografi* (se for eksempel Zhang 2007 og Krugman 1991) beskriver, hvordan der kan opstå Kerne-Periferi-strukturer, centralisering og agglomeration afhængigt af transportomkostninger. Grundtanken er, at virksomheder vil samle sig, hvor markedet er størst for at minimere transportudgifter. Markedet vil være størst, hvor produktudvalget er størst (en cirkulær sammenhæng). Periferien (udkantsområder) serviceres fra kernen, så længe transportomkostningerne ikke er for høje (eller lig nul). I denne kerne kan virksomheder nyde godt af agglomereringseffekter såsom vidensdeling og opbygning (Maskell & Malmberg 1995), øget arbejdskraftudbud (Puga 1998) og flere underleverandører (Fujita & Thisse 1996). Alle disse effekter er dynamiske, idet de er en følgevirkning og ikke en direkte effekt af en infrastruktureforbedring.
- (ii) En direkte effekt er en ændring af den transporttid og de omkostninger, som arbejdskraft, underleverandører og samarbejdspartnere er udsat for, når de skal i kontakt med virksomheden. Arbejdskraft kan rekrutteres fra et større opland, hvilket fører til større arbejdsudbud (og reduceret arbejdsløshed) (Pilegaard & Fosgerau 2008). Flere studier har vist, at virksomheder kompenserer for arbejdskraftens rejseomkostninger i form af højere lønninger (Ommeren & Rietveld 2002). Disse mekanismer vil have en direkte effekt på den private sektors omkostninger.
- (iii) Lave transportomkostninger giver virksomhederne flere frihedsgrader i valg af intern struktur (Burmeister & Colletis-Wahl 1997). Kerne-periferi-strukturen, der er forklaret i *Ny Økonomisk Geografi*, er et resultat deraf. Virksomheder kan vælge at koncentrere produktionen, hvor udgifter til denne er lavest, og servicere markedet derfra. Med god infrastruktur i form af lave transportomkostninger og hurtig og sikker levering er virksomheder ikke nødsaget til at fordele produktionen ud på hele markedet. Ved centralisering af aktiviteter kan virksomheder udnytte stordriftsfordele. Outsourcing er i og for sig et eksempel på separation af planlægning, produktion og levering i virksomhedsstrukturen og et resultat af (blandt andet) reducerede transportomkostninger.
- (iv) Virksomhederne oplever en direkte omkostningsreducerende effekt af forbedret infrastruktur i form af kortere, billigere og sikrere adgang til afsætningsmarkedet. Dette gør sig både gældende for klassiske produktionsvirksomheder, som leverer et produkt (som transporteres) og servicevirksomheder, som har kundekontakt (hurtigere og billigere kundekontakt). For produktionsvirksomheder kan en bedre infrastruktur reducere transporttiden og omkostningerne ved levering af produkter og derved forbedre virksomhedens position. En servicevirksomhed er afhængig af at tiltrække kunder, og af at disse ikke skal kompenseres for rejsetid og omkostninger. Disse direkte effekter reducerer virksomhedens omkostninger (Oosterhaven & Knaap 2003).
- (v) Markedskendskabet forbedres i form af tættere kontakt til afsætningsmarkedet. Dette gør, at virksomheder kan operere med mindre lagerbeholdninger (Shirley & Winston 2004), sørge for hurtigere leverancer og bedre markedsføringen, som en indirekte effekt af infrastruktur.

Illustrationen her er kun et forsøg på at beskrive de mekanismer, der er i spil. I praksis er mængden af faktorer og sammenhænge langt større.

De ovennævnte effekter kan opdeles i direkte (effekt *ii* og *iv*) og indirekte effekter. Det interessante er at undersøge, om infrastrukturforbedringer i sig selv er nok til at føre til såvel direkte som indirekte effekter. I den forbindelse har Banister & Berechman (2001) en interessant betragtning, idet de opstiller tre betingelser, der skal være opfyldt for, at infrastruktur kan medføre økonomisk udvikling ud over de nævnte direkte effekter:

- i. Eksistens af underliggende positive eksternaliteter. For at de dynamiske effekter kan opstå, skal der være et (uudnyttet) økonomisk potentiale til stede.
- ii. Investeringsvilje og muligheder. Projekter skal have den rette størrelse og være placeret i et passende netværk.
- iii. Politisk vilje: Der skal være vilje til at gennemføre projektet og de tilknyttede/relaterede projekter for at kunne opleve dynamiske effekter. Det vil sige, at politiske institutioner på alle niveauer må understøtte projektet og for eksempel muliggøre virksomhedsinvesteringer og tilflytning af arbejdskraft.

Hvis ikke disse tre aspekter er opfyldt, vil infrastrukturprojekter ikke føre til økonomiske gevinster ud over de direkte effekter (Banister & Berechman, 2001).

Det næste skridt i en analyse er at komme fra de teoretiske overvejelser, som de f.eks. antydes i figur 0.1, til den empiriske test. Der anvendes typisk to tilgange i litteraturen. Den ene er en estimering af en mikroøkonomisk sammenhæng af en enkelt eller blot få af de nævnte sammenhænge. Den anden tilgang er en makroøkonomisk tilgang, hvor der fokuseres på de overordnede konsekvenser af infrastruktur: er infrastruktur gavnlig?

I gennemgangen her er der set på begge typer studier.

Forskellige empiriske-metodiske tilgange

I den empiriske litteratur anvendes hovedsageligt tre forskellige (hoved)tilgange: en *produktionsfunktionstilgang*, en *omkostningsminimeringstilgang* samt forskellige *mikroøkonomiske studier*.

Udgangspunktet for *produktionsfunktionstilgangen* er, at vi observerer en samlet produktion i den private sektor. I perioden, hvor denne produktion er opstået, har den private sektor anvendt arbejdskraft og benyttet sig af realkapital, dvs. bygninger og maskiner. En produktionsfunktion specificerer en sammenhæng mellem disse.

Aschauer (1989) er i dag den mest citerede artikel, der har set på sammenhængen mellem offentlige investeringer i infrastruktur og økonomisk vækst. Aschauer benyttede netop en produktionsfunktionstilgang og var med sit studie banebrydende for en række opfølgende studier, der prøvede at forbedre den metodiske tilgang på basis af samme data og/eller anvendte samme tilgang på basis af andre data.

Den beskrevne produktionsfunktionstilgang er uden tvivl den lettest tilgængelige makroøkonomiske måde til at undersøge sammenhængen mellem infrastruktur og økonomisk udvikling, men den er ikke

uden kritik. Sammenhængen er ligefrem, men ikke altid intuitiv. Problemet er, at metoden specificerer en teknisk relation, mens det relevante er at betragte de adfærdsmæssige effekter. Altså hvordan påvirker infrastrukturen den private sektors adfærd. De to typiske tilgange til en adfærdsrelation er: (1) Virksomhederne minimerer omkostningerne til en givet ønsket produktionsmængde. (2) Virksomhederne maksimerer profitten.

I *omkostningsminimeringen* er det virksomhedernes faktiske adfærd, der forsøges anvendt. Den enkelte virksomhed antages at tage prisen på både input- og outputfaktorer for givet og vælger derfor den kombination af faktorer, der fører til de laveste omkostninger og sikrer den ønskede produktion. I modsætning til produktionsfunktionstilgangen afhænger produktionsmængden ikke direkte af mængden af offentlig infrastruktur. Til gengæld vil mængden af anvendt realkapital og arbejdskraft afhænge af offentlig infrastruktur. Problemet ved tilgangen er, at den kræver mere viden om forskellige variable end f.eks. produktionsfunktionstilgangen.

De *mikroøkonomiske studier* er meget individuelle i deres tilgang. Dette skyldes primært, at det er forskellige hypoteser – eller dele af de sammenhænge, der er beskrevet i figur 0.1 – der analyseres. Ofte vil de mikroøkonomiske studier have egentlige policy-anbefalinger som output, idet teori (en opstillet model/hypotese) og empiri er knyttet tæt sammen.

Tekniske/metodiske udfordringer

Evaluering af om infrastrukturinvesteringer fører til øget økonomisk udvikling er ikke enkel. I litteraturen fokuseres på tre væsentlige problemer:

- (i) Kausalitet
- (ii) Ikke-stationaritet
- (iii) Målefejl

Kausalitet er primært relateret til om det er infrastrukturforbedringer, der leder til øget vækst, eller om det er den økonomiske vækst, der fordrer yderligere investeringer i infrastruktur. I litteraturen forsøges problemet løst ved bl.a. instrumentvariable. Ideen ved denne metode er at estimere den del af infrastrukturen, som er ukorreleret med fejlleddet. Metoden er anerkendt og populær, men kræver, at der findes en variabel, der kan anvendes til at estimere denne eksogene del af infrastrukturen. Denne variabel skal være eksogen, ellers øges problemet. En anden kendt metode er at opstille en vektor-autoregressiv (VAR) model, hvor man estimerer alle variable på hinanden og derpå lader data afgøre, hvilke sammenhænge, der er eksisterende. En tredje metode er at anvende paneldata, hvor variationen over såvel tid som sted udnyttes.

Ikke-stationaritet opstår, når en observeret tidsserie har en tidstrend, dvs. at den er voksende over tid. Det betyder, at man ikke kan antage, at forskellige observationer af en variabel kommer fra den samme statistiske fordeling. Dette kan føre til en række fejlagtige estimater (f.eks. såkaldte *spurious regressions*). For at løse dette problem benytter man bl.a. at medtage en tidstrend i estimaterne. En anden metode er at estimere modellerne på differencer i stedet for på de faktiske niveauer.

Sammenfattende kan problemerne beskrives som vist i Tabel 0.2.

Tabel 0.2 De to hovedudfordringer i den empiriske litteratur		
	Kausalitet (endogenitet)	Ikke stationaritet
Problem	Hvis kausalitetsretningen er omvendt, kan det medføre et endogenitetsproblem og derved inkonsistente estimater.	Serier observeret over tid er ofte ikke stationære, hvilket er et krav for at normal inferens er valid.
Løsningsmuligheder	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Instrumentvariabel (set ved blandt andet Aschauer, 1989c og Morrison & Schwartz, 1996a) ✓ VAR model (set ved blandt andet Otto & Voss, 1996 og Ligthart, 2000) ✓ Strukturel model (set ved blandt andet Cadot et al., 1999 og Kemmerling & Stephan, 2002) ✓ Paneldatametoder (set hos blandt andet Holtz-Eakin, 1994 og Picci, 1999) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Første differencer (set hos Tatom 1991 og Mofidi & Stone 1990) ✓ Cointegration (set hos Lynde & Richmond, 1993 og Luoto, 2010)

Det sidste problem opstår i forbindelse med måling af de variable, der indgår i modellerne. Der findes ikke systematiske måder til løsning af dette problem, men man gør sig dog anstrengelser for at undgå problemstillingen i forbindelse med selve dataindsamlingerne.

Systematiske sammenhænge mellem metoder og konklusioner

De mange undersøgte studier er som nævnt klassificeret efter metoder til opgørelse af infrastruktur, økonomisk vækst, økonometrisk metode m.fl. For at kunne afgøre, om eventuelle konklusioner om sammenhænge er afhængige af disse forskellige tilgange, er de undersøgte empiriske studier opstillet i en række tabeller. Tabellerne kan findes i kapitel 6 og skal læses således, at der først fordeles på antallet (nogle tabeller benytter andelen) af studier, der benytter en given tilgang (kolonne 1), derefter på fordelingen af studier, der afviser hypotesen, at infrastruktur fremmer vækst mellem disse tilgange (kolonne 2), og endelig på samme fordeling for studier, der bekræfter hypotesen (kolonne 3).

På næste side er et enkelt eksempel vist. I Tabel 0.3 vises fordelingen mellem studiernes måder at opgøre infrastruktur på.

Tabel 0.3 Anvendte mål for infrastruktur

		Alle	Afviser	Bekræfter
Offentlig infrastruktur	Indeholder vej-, bane-, luft- og søfartsinfrastrukturen såvel som forsyningsinfrastrukturen (kloakering, energi og vand). Derudover offentlige bygninger, men ikke kapital tilhørende forsvaret.	50	10 (20 %)	40 (80 %)
Kerneinfrastruktur	Indeholder vej-, bane-, luft- og søfartsinfrastrukturen såvel som forsyningsinfrastrukturen (kloakering, energi og vand).	35	5 (14 %)	30 (86 %)
Vej/baner	Mængden af et specifikt infrastrukturelement, for eksempel motorveje.	51	12 (24 %)	39 (76 %)
Andre		8	2 (25 %)	6 (75 %)
Sum		144	29 (20 %)	115 (80 %)
Værdi	Infrastruktur er målt ved værdi, typisk ud fra investeringer.	117	27 (23 %)	90 (77 %)

Gennemgangen af studierne viser, at 80% af dem med større eller mindre sikkerhed bekræfter hypotesen. Som det fremgår af tabellen, er der ikke markante variationer mellem bekræftelse og afvisning af hypotesen og den samlede fordeling. Dette peger alt andet lige på, at det ikke er den metode, som infrastruktur opgøres efter, der har betydning for konklusionen.

Tilsvarende finder vi heller ikke, at det er opgørelsesmetoden for økonomisk vækst, der har betydning for konklusionerne.

Når vi ser på de rent metodemæssige tilgange, er billedet en anelse mere broget om end ikke i en sådan grad, at det kan konkluderes, at metoden spiller afgørende ind. Sammenfatningen af disse analyser kan ses i Tabel 0.4. Mest bemærkelsesværdigt er det, at næsten 60 % af studierne ignorerer problemet med ikke-stationaritet. Forskellene er dog så relativt små, at vi ikke kan konkludere entydigt.

Tabel 0.4 Anvendte metoder i de empiriske studier

		Alle	Afviser	Bekræfter
Ikke stationaritet*	Første differencer	16 % (52)	33 % (13)	11 % (39)
	Cointegration	15 % (20)	7 % (2)	17 % (18)
	Ignorerer problemet	58 % (76)	61 % (12)	46 % (64)
Endogenitet	Instrument variabel	20 % (29)	24 % (7)	19 % (22)
	Strukturelt system	8 % (11)	3 % (1)	9 % (10)
	VAR	11 % (16)	10 % (3)	11 % (13)
	GMM	7 % (10)	0 % -	9 % (10)
	Panel data	36 % (60)	48 % (25)	32 % (35)
	Ignorerer problemet	30 % (43)	21 % (6)	32 % (37)

Bemærk: Antal i parentes, 144 studier medtaget. Der er overlap mellem metoderne, hvorfor der ikke kan summeres til 100 %

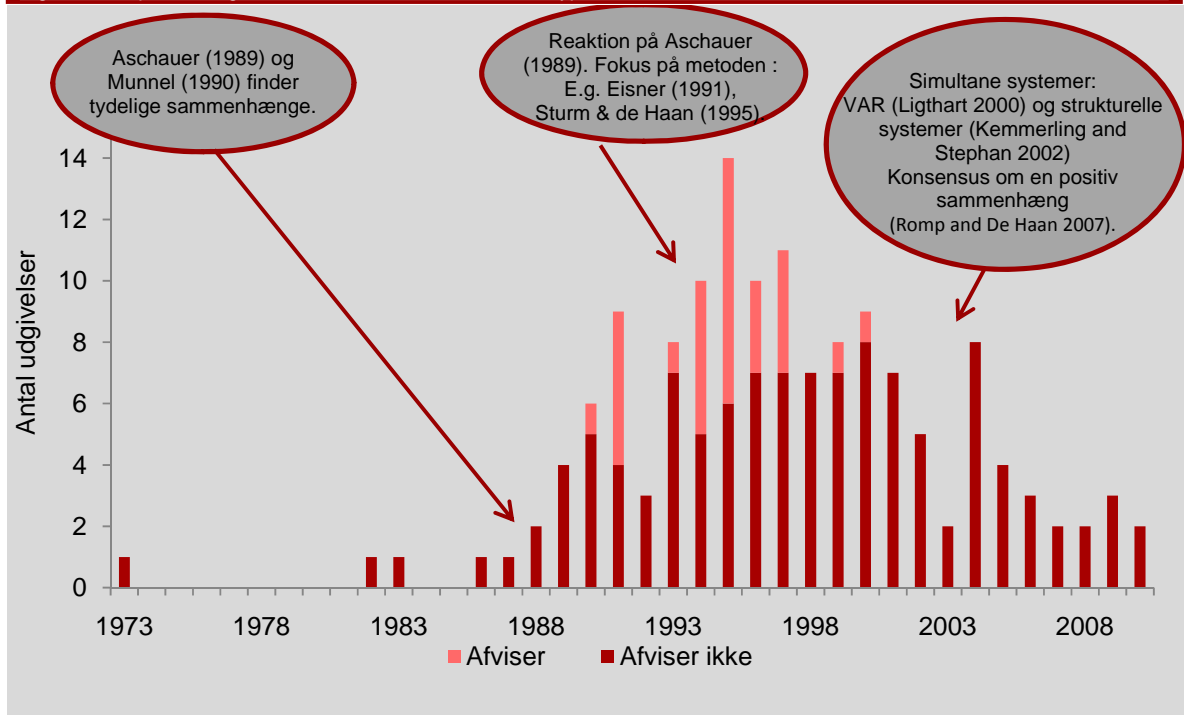
* For studier med en tidsdimension.

Man kunne også forvente, at geografien spiller en rolle for, om hypotesen kan bekræftes eller afvises. Derfor er der også set på andelen ved forskellige typer af opdelinger (se tabel 6.5). Andelen, der anvender amerikanske data, er væsentligt større for studier, der afviser (7 %), end for studier, der bekræfter (43 %). Ingen af studierne udført på udviklingslande kan afvise hypotesen. Andelen, der evaluerer hypotesen på nationalt niveau, er lidt større blandt studier, der bekræfter, end blandt studier, der afviser. Det omvendte gør sig marginalt gældende for studier på lokalt niveau. Der er en vis evidens i litteraturen om, at jo mindre et område der evalueres, des mindre er effekten. Intuitionen er, at når kun et lille område undersøges, medtages ikke alle effekter.

Opsummering

Vi har evalueret 144 empiriske studier. Af dem bekræfter 80 % med større eller mindre sikkerhed infrastrukturhypotesen – at øget infrastruktur fører til økonomisk udvikling – mens de resterende 20 % afviser hypotesen med større eller mindre sikkerhed. Kvantificeringen af litteraturen har vist, at der ikke er systematiske forskelle i metoder, data og definitioner. Den manglende konsensus kan derfor ikke tilskrives forskellige tilgange.

Figur 0.2 Empiriske udgivelser, der evaluerer infrastrukturhypotesen side 1973



Figuren viser også, at forskningsaktiviteten har fulgt en vis tidsafhængig trend. Efter Aschauers (1989) studie er aktiviteten øget. En del af denne aktivitet var at efterkontrollere netop dette studies tilgang og resultater. Frem til slutningen af 90'erne fandt nogle studier, at der ikke var nogen sammenhæng. Det seneste årti har dog ikke ifølge vores undersøgelser leveret analyser, der har kunnet afvise hypotesen om sammenhæng mellem infrastrukturforbedringer og økonomisk vækst.

Hvilke studier kan gennemføres på danske forhold

Vi har lavet et mindre studie på danske data, hvor vi har forsøgt at estimere sammenhængen ud fra en produktionsfunktionstilgang og har gennemført nogle af de i teorien foreslåede justeringer for at kontrollere for nogle af de væsentligste problemer med denne tilgang. Resultaterne af dette lille studie er ikke entydige. Vi kan ikke umiddelbart fastlægge en stærk sammenhæng mellem infrastrukturforbedringer. Resultaterne minder om Achauers (1989) resultater, men den statistiske styrke af resultaterne er ikke stor.

Det lille studie peger dog på, at det er relevant at fortsætte analysen for at kontrollere for nogle af de problemer, der som nævnt er peget på i litteraturen og også fundet i de danske data.

Udover dette kan vi pege på yderligere 5 projekter, det kan være interessant og relevant at igangsætte.

1. *Effekten af infrastrukturinvesteringer i Danmark på den private sektors produktivitet.* Den evaluerede internationale litteratur præsenterer flere mulige tilgange, hvormed infrastrukturens effekt på den økonomiske udvikling kan evalueres. Det er oplagt at udføre et sådant studie på

danske data. Som udgangspunkt kan den traditionelle produktionsfunktionstilgang anvendes, som i så fald bør udvides til mere realistiske modeller, der for eksempel estimerer infrastrukturens påvirkning på graden af inefficiens i produktionsprocessen.

2. *Nødvendige betingelser for at infrastrukturinvesteringer kan medføre økonomisk udvikling.* På et teoretisk plan har Banister & Berechman (2001) benævnt tre nødvendige betingelser for, at infrastrukturinvesteringer kan medføre økonomisk udvikling. Det ville være fordelagtigt og relevant for policy-design, hvis man kunne identificere disse nødvendige betingelser empirisk. På regionalt niveau kan det undersøges, hvilke faktorer der skal være opfyldt, for at en region kan opleve øget økonomisk aktivitet som følge af infrastrukturinvesteringer. Især for infrastrukturforbedringer mellem regioner er det relevant at spørge, hvad der skal være opfyldt for at regionerne kan opleve en positiv udvikling som følge heraf.
3. *Dekomponering af makroøkonomiske effekter.* Et kombineret studie, der dissaggregerer makroøkonomiske effekter af infrastrukturinvesteringer i de mikroøkonomiske mekanismer. Den samlede effekt af infrastruktur på økonomisk vækst estimeres som udgangspunkt. Denne effekt forsøges derefter opdelt i deleffekter. For eksempel kan et bidrag til økonomisk vækst opdeles i vækst igennem øget beskæftigelse, øgede virksomhedsinvesteringer og reducerede transportomkostninger.
4. *Effekten af infrastrukturinvesteringer på grundpriser.* Grundpriser kan anvendes som indikatorvariabel for velfærd. Øgede grundpriser opstår som resultat af øget attraktivitet. Såfremt infrastrukturinvesteringer fremmer den økonomiske udvikling, bør infrastrukturinvesteringer også påvirke grundpriserne. Det er derfor interessant at estimere alt-andet-lige effekten af infrastrukturinvesteringer på grundpriser for at få en idé om effekten af infrastruktur på den generelle velfærd.
5. *Fra infrastruktur til tilgængelighed til økonomisk udvikling.* Måling af infrastruktur ved tilgængelighed har – som diskuteret i afsnit 4 – nogle åbenlyse fordele. For at dette mål skal kunne anvendes til at evaluere effekten af infrastruktur, er det dog nødvendigt at identificere sammenhængen mellem infrastruktur og tilgængelighed.
6. *Regional konkurrenceevne.* Dette projekt vil undersøge, hvorfor begrebet konkurrenceevne er så populært, dets kommunikative fordele, og om det er muligt at opnå bedre mål for konkurrenceevne end ved tilfældige indikatorer. Muligvis kan indikatorer anvendes som mål, hvis der kan argumenteres for dem teoretisk.

1 Indledning

At infrastrukturinvesteringer forbedrer landets konkurrenceevne, tages ofte for givet. Infrastrukturens tilstand anvendes ofte som mål for et områdes attraktivitet. For eksempel har EU besluttet, at infrastruktur skal spille en vigtig rolle i et benchmarksystem for EU landenes konkurrenceevne (Romp & De Haan 2007). Men hvad ved vi egentlig om infrastrukturens rolle for konkurrenceevnen?

Alle virksomheder og mennesker er i berøring med transportinfrastrukturen. Hvad enten det drejer sig om indkøb, fritidsaktiviteter, ferie eller arbejde, indebærer det en form for transport. Virksomheder er afhængige af at kunne få leveret produkter fra underleverandører, at kunne rekruttere kvalificeret arbejdskraft og til sidst at kunne levere et færdigt produkt til markedet. Et produkt, der kører rundt på landevejene eller transporttiden til arbejde, gavner hverken forbrugeren eller virksomheden. Transport medfører også direkte omkostninger for alle aktører. En reduktion af tid og omkostninger ved transport vil derfor umiddelbart gavne både virksomheder og forbrugere. Denne tid og disse omkostninger kan reduceres ved at forbedre de rammevilkår, som transporten agerer i: herunder transportinfrastrukturen. Det er derfor ikke overraskende, at investeringer i transportinfrastruktur ofte argumenteres på basis af deres positive effekt på økonomisk udvikling.

I et udviklet land som Danmark er infrastrukturen veludbygget og med få manglende forbindelser. Investeringer vedrører ofte vedligeholdelse og udbygninger. Medfører disse investeringer også økonomisk udvikling? Hvad ved vi egentlig om effekterne af investeringer i infrastruktur på økonomisk udvikling i et land som Danmark?

På internationalt niveau findes der en række større studier, der prøver at belyse sammenhængen. For den engelske økonomi redegør Eddington-studiet for infrastrukturens rolle og udfordringer for økonomisk udvikling (Eddington, 2006). For den irske økonomi undersøges dette i Goodbody Economic Consultants (2003). Jiang (2001) giver et overblik over eksisterende viden om den Canadiske økonomi, mens O'Fallon (2003) leverer tilsvarende om den New Zealandske økonomi. På et mere generelt plan opsummeres sammenhængene mellem transport og infrastruktur på den ene side og økonomisk vækst på den anden i Banister & Berechman (2000) samt i Gramlich (1994), Button (1998) og Banister & Berechman (2001), Bhatta & Drennan (2003) og Romp & De Haan (2007). Disse studier forsøger at opsummere den eksisterende forskning og drage generelle konklusioner. Udfordringen er imidlertid, at den eksisterende viden er meget heterogen, både med hensyn til metode, definitioner og konklusion. En række studier har derfor forsøgt sig med et metastudie, hvor den eksisterende viden sammenfattes i én model. Denne fremgangsmåde er set hos blandt andet Button (1998), men i en langt mere udførlig form hos Bom & Ligthart (2008). Hvor de rene oversigtsstudier har vanskeligt ved at opsummere den eksisterende litteratur på grund af den store variation, er udfordringen for disse metastudier, at ikke al heterogenitet – især ikke-kvantificerbar – medtages. Vi forsøger derfor at tage en mellemvej, hvor vi dels kvantificerer viden fra de mange studier (metatilgangen) og dels prøver at give et overblik.

Hvor står denne eksisterende viden i forhold til Danmark, og kan vi bruge den internationale viden til at sige noget om effekten af infrastrukturinvesteringer i Danmark? Eller mangler vi viden? Og i så fald hvilken viden er der tale om?

Infrastrukturprojekter i Danmark gennemføres ofte med et grundigt forarbejde i form af studier af disse projekters samfundsøkonomiske effekter og miljøpåvirkning. Disse studier er ofte baseret på traditionelle metoder, hvor det som udgangspunkt ofte kun er de kvantificerbare effekter der medregnes. Tendensen er dog, at der medtages stadig flere dynamiske effekter i sådanne studier, senest ved forarbejdet til Femern Bælt-forbindelsen (se for eksempel Copenhagen Economics, 2004). Selv om disse projekter gennemføres på baggrund af grundigt forarbejde, er der således tale om evaluering af gevinster af konkrete projekter. I den offentlige debat hører vi dog ofte generelle udtalelser om, at infrastrukturinvesteringer fører til økonomisk udvikling. Med andre ord betegnes disse investeringer som et homogent værktøj til at sikre økonomisk vækst. Men kan dette begrundes ved videnskabelig forskning og viden?

Betragtes udviklingen i og uden for Danmark, får man nemt øje på sammenhængen mellem transportinfrastruktur og økonomisk aktivitet, eksempelvis i trekantområdet eller hovedstadsområdet, hvor vi ser et veludbygget transportnetværk og høj økonomisk aktivitet. Det er dog vanskeligt at identificere årsagssammenhængen. Er der blevet investeret meget i infrastruktur i disse områder, fordi der er høj aktivitet? Eller er der høj aktivitet, fordi der er blevet investeret i infrastrukturen? For at infrastrukturinvesteringer kan benyttes som instrument til at sikre strukturel vækst på sigt, skal økonomisk aktivitet være til stede. Kan vi identificere en sådan kausal effekt fra infrastruktur til økonomisk udvikling?

Begrebet økonomisk udvikling dækker over faktorer som vækst i produktionen, øget produktivitet og lav arbejdsløshed. Med andre ord er økonomisk udvikling et overordnet begreb for en række økonomiske udviklingstendenser, som har en positiv effekt på samfundet. Denne kan naturligt nok ikke måles entydigt. I den offentlige debat hører vi ofte begrebet (*regional*) *konkurrenceevne*. Investeringer i infrastruktur siges ofte at kunne forbedre Danmarks internationale konkurrenceevne. Men hvad dækker begrebet konkurrenceevne egentlig over? I et makroøkonomisk perspektiv måles konkurrenceevne typisk ved den effektive valutakurs, hvor den nominelle valutakurs korrigeres med forskelle i prisniveauet. Hvis denne skal forbedres strukturelt, kræver det, at danske virksomheder bliver i stand til at producere produkter ved lavere omkostninger end de lande, der handles med. Dette kan ske ved, at prisen på arbejdskraft eller realkapital holdes lavt. Et alternativ er at sikre lave eksterne omkostninger, for eksempel igennem reducerede transportomkostninger. Derudover er der muligheder for en række dynamiske gevinster af transportinfrastruktur, som kan påvirke den private sektors produktion positivt. Men hvordan måler vi disse effekter? Hvad er definitionen på regional konkurrenceevne?

I nærværende rapport prøver vi at identificere viden, der kan hjælpe med at besvare spørgsmålene:

- Hvad ved vi om infrastrukturens rolle for konkurrenceevnen?
- Medfører investeringer i Danmarks infrastruktur økonomisk udvikling? Og hvad ved vi om disse sammenhænge i Danmark?
- Kan vi benytte den internationale viden til at sige noget om betydningen af infrastrukturinvesteringer for den økonomiske udvikling i Danmark?
- Har vi den viden vi har behov for, eller hvilken manglende viden kan vi identificere?

- Kvalitativt er der enighed om, at investeringerne fører til økonomisk vækst, men hvad siger den videnskabeligelitteratur om dette?
- Hvilken vej går kausaliteten? Er det infrastrukturinvesteringer, der fører til mere økonomisk vækst, eller investerer vi i infrastruktur, fordi der er økonomisk vækst? Med andre ord: kan vi identificere kausaliteten?
- Hvordan definerer og måler vi begreber som *infrastruktur* og *konkurrenceevne*?

I denne rapport redegør vi for den internationale viden om den kausale sammenhæng mellem infrastrukturinvesteringer og konkurrenceevne. I næste afsnit præciseres begreberne, før vi i tredje afsnit præsenterer, hvordan vi har fremskaffet viden. Som nævnt er begrebet konkurrenceevne langt fra entydigt defineret og let målbart. I fjerde afsnit præsenterer vi den viden, der findes om anvendelsen af begrebet regional konkurrenceevne, og om hvordan det kan måles. I femte afsnit præsenteres den internationale viden om de mulige teoretiske sammenhænge mellem infrastruktur og økonomisk udvikling, hvorefter den empiriske viden præsenteres. Til sidst ser vi kort på udviklingen i Danmark og identificerer den manglende viden. Endelig konkluderes dette studie.

2 Definitioner og afgrænsning

Til trods for, at både infrastruktur og konkurrenceevne ved første øjekast fremstår som relativt præcise og veldefinerede termer, ændres denne opfattelse relativt hurtigt efter et kort blik på litteraturen om dette emne. For hvad er infrastruktur, hvordan måles infrastruktur, og hvordan sammenligner vi infrastruktur på tværs af geografiske områder? Konkurrenceevne er et letforståeligt begreb, når det anvendes til at beskrive en virksomheds evne til at afsætte et produkt på markeder, men når termen benyttes til at beskrive en region – som ikke direkte afsætter varer – er begrebet langt mere flydende. Igen kan man spørge: hvordan måles konkurrenceevne? Er det overhovedet et relevant begreb, når det anvendes til at beskrive en region?

I det følgende beskrives de definitioner af de to begreber, som er blevet benyttet som udgangspunkt i dette oversigtstudie. Men da ingen af begreberne er entydige, er det nødvendigt med en mere udførlig beskrivelse og diskussion. De følgende afsnit vil derfor også kort behandle, hvordan infrastruktur og konkurrenceevne kan måles og er blevet målt i litteraturen.

2.1 Infrastruktur

Det er nyttigt at tage udgangspunkt i en ordbogsdefinition af begrebet infrastruktur:

”betegnelse for det samlede transport- og kommunikationssystem i et bestemt område, der bl.a. inkluderer vejnet, havne, lufthavne, jernbaner, telekommunikationssystemer og energiforsyning” (Henning Bergenholtz, 2010)

Denne definition er noget bredere, end den vi har valgt at arbejde med i dette studie. Formålet med studiet er at belyse viden om effekten af investeringer i infrastruktur på økonomisk vækst og/eller konkurrenceevnen gennem påvirkningen af transporten af gods og mennesker. I den forbindelse er det nærliggende at lægge sig op ad definitionen i en af de største internationale udgivelser om dette emne:

”Infrastructure is the durable capital of the city, region, and the country and its location is fixed. In the transport sector it includes roads, railways, canals, ports, airports, communications (e.g. air traffic control) and terminals (or other inter-changes).” (Banister & Berechman, 2000)

Vi holder os derved til den del af infrastrukturen, som Banister og Berechman refererer til som infrastrukturen for transportbranchen. Et mere retvisende begreb er ”trafikbærende infrastruktur”.¹ Vores definition af *infrastruktur* er derfor i tråd med Infrastrukturkommissionens definition (Infrastrukturkommissionen, 2006) og omfatter vej-, bane-, søfarts- og luftfartsinfrastrukturen.

I de efterfølgende afsnit vil vi diskutere, hvordan man kan måle infrastruktur, og det vil fremgå, at der i internationale studier ofte anvendes en bredere definition, der er mere på linje med ordbogsdefinitionen nævnt ovenfor. Man kunne argumentere for, at disse studier helt skulle udelades af dette oversigtsstudie. Et problem i den internationale debat om emnet er netop, at studier, hvor definitioner af

¹ Tak til Professor Christian W. Mathiessen for afklaring af begreber.

infrastruktur er meget forskellige, sammenlignes. For at medtage denne problematik finder vi det fordelagtigt også at medtage disse studier, men samtidigt at fokusere på problematikken omkring dette.

2.2 Danmarks internationale konkurrenceevne

Som udgangspunkt i oversigtsstudiet beskriver vi *konkurrenceevne* som:

"Konkurrenceevne som begreb dækker over virksomhedernes muligheder for at afsætte varer og ydelser internationalt på nye markeder og i større omfang på eksisterende markeder."

Af formuleringen fremgår det, at konkurrenceevne vedrører virksomheder og ikke regioner. Men da formålet med projektet er at belyse viden om effekterne på *Danmarks* internationale konkurrenceevne, skal begrebet overføres til en region. Danmark producerer som land ikke varer, men virksomheder, der er lokaliseret i Danmark, producerer varer. Disse virksomheder opererer under nogle rammeforhold, som de ikke selv kan bestemme. Det vedrører blandt andet skattelovgivning, arbejdsmarkedsreguleringer og infrastruktur. Disse rammeforhold kan påvirke virksomhedernes evne til at afsætte varer på markeder. Og da virksomhederne ikke selv kan bestemme disse rammeforhold, vil de vælge at lokalisere sig der, hvor disse er mest fordelagtige. En samfundsplanlægger, der ønsker at øge den økonomiske aktivitet, vil have som mål at forbedre disse rammeforhold for at tiltrække virksomheder. Regional konkurrenceevne kan derved forbedres ved at optimere de rammeforhold, som virksomheder agerer under.

For at komme begrebet konkurrenceevne – som beskrivelse af en økonomi – nærmere, har vi set på, hvordan andre aktører behandler begrebet. Når man evaluerer den økonomiske udvikling, er det vanskeligt at komme uden om en organisation som OECD, som definerer konkurrenceevne som:

"the degree to which an economy can under free and fair market conditions, produce goods and services which meet the test of international markets, while simultaneously maintaining and expanding the real incomes of its people over the longer run." (OECD, 1992)

Udfordringen ved denne definition er, at den åbner for flere spørgsmål, end den giver svar. Den indebærer nemlig flere upræcise termer, som må defineres, før den kan anvendes. Hvad menes for eksempel med "meet the test of international markets", og hvordan måles dette? Hvordan kan man rede sig ud af, om den reale indkomst bevares og øges på langt sigt? Hvordan afgøres det, om forholdene er frie og fair? Og igen peges på, at det er den samlede økonomi, der agerer.

OECD's definition giver derfor ikke noget direkte svar på, hvordan vi kan måle konkurrenceevne. I et ældre studie diskuterer OECD, hvordan man optimalt kan måle konkurrenceevne, og der gives følgende råd:

"Ideally, measures of competitiveness should satisfy three basic criteria: first, they should cover all the sectors exposed to competition, i.e. represent all goods traded or tradable that are subject to competition and only those goods; second, they should encompass all the markets open to competition;

and, third, they be constructed from data that are fully comparable internationally” (Durand & Giorno, 1987)

Der skal altså findes et mål, som er internationalt sammenligneligt, og som dækker alle brancher og sektorer, som er udsat for konkurrence. Igen er vi langt fra en anvendelig ide om, hvordan vi måler konkurrenceevne. At en organisation som OECD ikke er i stand til at komme med en mere præcis definition på (regional) konkurrenceevne, er en god indikator på det, der flere gange konkluderes i den videnskabelige litteratur, nemlig at:

“there is no agreed definition of national competitiveness either within or across the academic disciplines[. . .] The concept is essentially normative” (Thompson, 2003)

Trods denne manglende entydige definition og målbarhed af konkurrenceevne, er følgende et meget populært begreb, der ofte anvendes i den offentlige debat:

“It tends to be taken for granted that some cities have lost their competitive edge, although it is less obvious what variables demonstrate this” (Begg, 1999)

Begrebets popularitet kan skyldes de mange sammenligninger af konkurrenceevne (f. eks. WorldEconomicForum, 2009). Også Økonomi- og Erhvervsministeriet har udarbejdet en ”populær” liste i form af ”konkurrenceevneredegørelsen” (OEM, 2009). Disse studier præsenterer en slags rangliste over de meste konkurrencedygtige regioner og giver dermed et letforståeligt billede af, hvor den bedste konkurrenceevne findes. Men som det vil fremgå af den senere diskussion, er disse lister ikke baseret på en solid teori eller på en økonomisk viden.

Den manglende definition af begrebet konkurrenceevne har ført til, at vi i litteratursøgningen efter effekter af infrastrukturinvesteringer har fokuseret på begrebet ”økonomisk udvikling”. Dette er ikke et direkte synonym, men vi finder det bedst dækkende, da begrebet konkurrenceevne som nævnt er forbundet med en del debat. Ydermere har vi koncentreret os om anvendelsen af begrebet regional konkurrenceevne mere generelt, om de problemer som begrebet medfører og om den kritik, der er af anvendelsen af begrebet konkurrenceevne.

2.3 Afgrænsning

Dette oversigtsstudie har til formål at kortlægge den eksisterende viden om sammenhængen mellem infrastruktur og konkurrenceevne. For at gøre dette vil vi belyse den eksisterende teoretiske og empiriske viden. For at kunne overføre denne viden til danske forhold, er det nødvendigt at gøre rede for, om de fundne resultater er universelt gældende, om der har været udviklingstendenser i transportarbejdet, som gør, at historisk observerede sammenhænge ikke længere er gældende. Som resultat af dette vil studiet udmunde i et antal relevante projekter og analyser, som foreslås udført for at øge den eksisterende viden.

Infrastrukturprojekter har ofte en sådan størrelsesorden, at de medfører større forstyrrelser for omverdenen - ikke kun i etableringsfasen, men også den efterfølgende drift. I forbindelse med større projek-

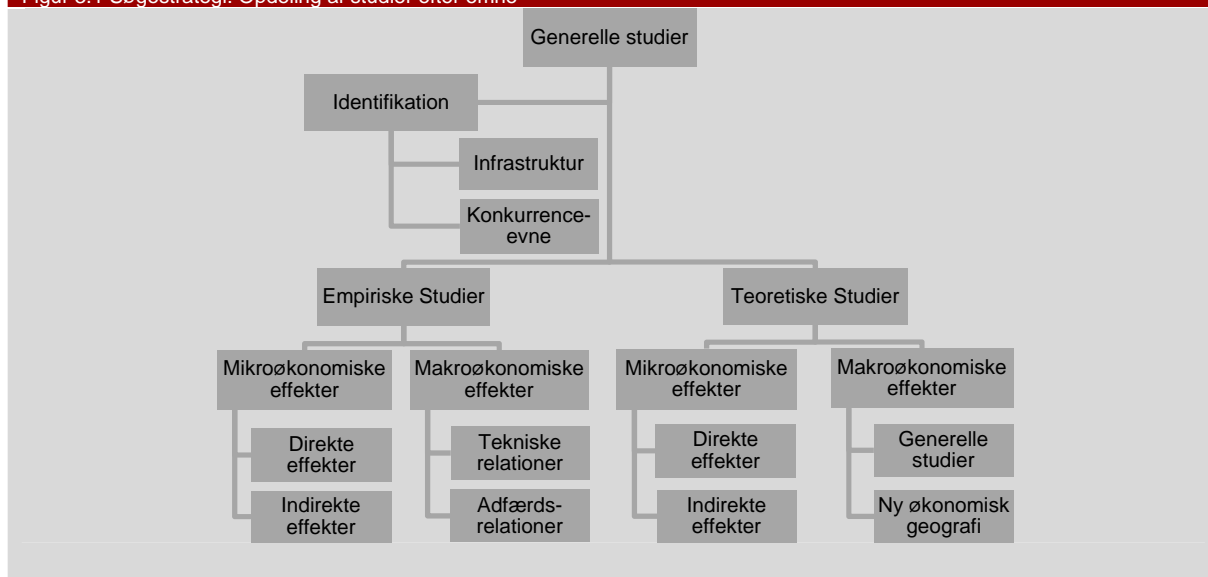
ter gennemføres der ofte evaluering af disse gener, som for eksempel ved etableringen af Femern Bælt-forbindelsen. I dette overblikstudie har vi fokuseret på de økonomiske effekter af infrastrukturinvesteringer. Det vil i princippet sige de langsigtede effekter, der kan findes, når midlertidige variationer og tilpasninger har fundet sted. Enkelte miljøeffekter kan også have økonomiske effekter, men mange vil ikke være medregnet i økonomiske mål. Disse effekter af infrastrukturinvesteringer er ikke i fokus i dette overblikstudie, men kan indgå som indirekte effekter.

Da vi i studiet har koncentreret os om studier, der evaluerer økonomiske effekter, har vi heller ikke set på direkte velfærdseffekter. En kortere og billigere transporttid til fritidsaktiviteter kan medføre en nyttegevinst for forbrugeren. Disse gevinster vil ikke nødvendigvis indgå i de økonomiske effekter og er heller ikke i fokus af dette studie. Studier af økonomiske effekter forsøger ofte i videst muligt omfang at medtage alle indirekte effekter. Øget velfærd vil for eksempel gøre et område mere attraktivt og tiltrække velkvalificeret arbejdskraft, hvilket igen vil være til gavn for virksomheder og påvirke økonomiske variable.

3 Søgeprocessen

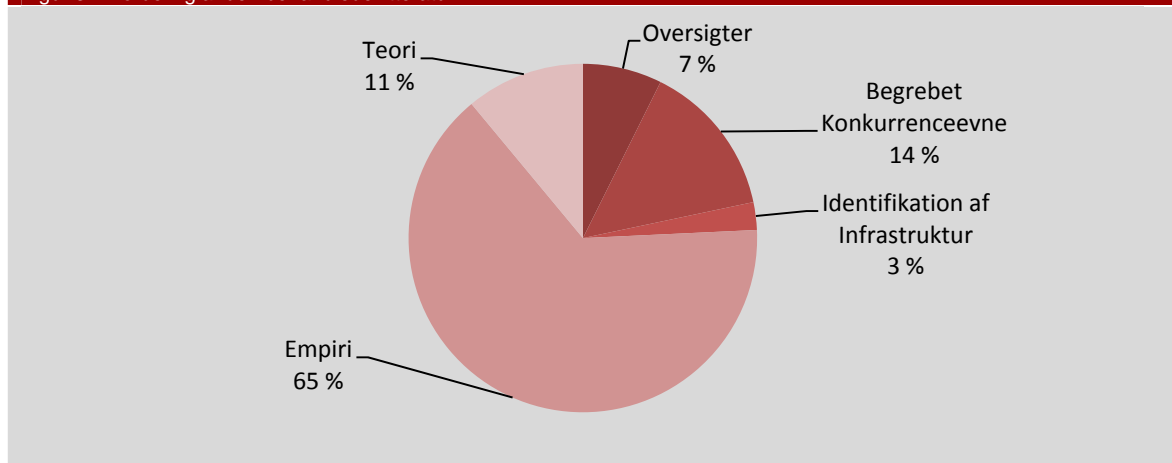
Hovedformålet med dette overblikstudie er at give et overblik over den eksisterende viden. Det fundamentale element i dette er derfor søgeprocessen, som afgør hvilken viden der medtages. Som nævnt findes der et større internationalt studie om infrastrukturinvesteringer og økonomisk udvikling: "Transport Investment and Economic Development" (Banister & Berechman, 2000). Vi har valgt at tage udgangspunkt i dette studie og anvende den såkaldte "snowball method" i litteratursøgningsprocessen. Ideen er følgende: først noteres alle relevante referencer i bogen. Dette resulterer i X nye referencer, så vi nu har $X+1$ referencer i alt. Alle X referencer undersøges, og referencerne noteres. Dette giver Y_x nye referencer for hver X reference, hvilket giver $1+XY_x$. Denne proces fortsættes, indtil der ikke opstår nye relevante referencer. Dernæst startes processen omvendt. Ved hjælp af en søgemaskine finder man de relevante referencer, der har citeret Banister & Berechman (2000) og andre relevante studier. De fundne studier klassificeres efter type og følger i grove træk det i figur 3.1 præsenterede skema.

Figur 3.1 Søgestrategi: Opdeling af studier efter emne



Dette resulterer i en omfattende database med relevante studier. Efter frasorteringen af de mindst relevante studier, består databasen af 272 studier. Disse fordeler sig som vist i figur 3.2.

Figur 3.2 Fordeling af den behandlede litteratur



Ved klassificeringen opstår der en række naturlige overlap. Således beskæftiger mange studier sig både med definitioner, teori og empiri. I sådanne tilfælde har vi klassificeret studierne efter den største vægt i studiet. Den store overvægt af empiriske studier skyldes to forhold. (1) Der er en stor overvægt af empiriske studier, og (2) vi har haft ekstra fokus på dette område.

3.1 Kvantifikation af studier

Da antallet af studier, der er undersøgt, er så omfattende, at det ikke er muligt verbalt at give et overblik, har vi valgt at kvantificere de empiriske studier. Denne kvantificering vil blive anvendt i de følgende afsnit til at give *indikationer* over litteraturen og derved give læseren en ide om sammensætningen af disse studier.

Ud af de 176 empiriske studier har vi måttet frasortere 32 studier, da de enten ikke er på et niveau, der er videnskabeligt forsvarligt at sammenligne med de øvrige studier, da de er udført på et sprog, der gør os ude af stand til at evaluere papirerne præcist, eller fordi de af anden grund ikke kan kvantificeres fuldstændigt.

Mange studier anvender flere metoder og kommer til flere konklusioner. I sådanne tilfælde har vi måttet klassificere dem ifølge deres hovedkonklusion. For at undgå subjektiv indflydelse, har vi sammenlignet vores klassificering med den, der er anvendt i andre litteraturoversigter (e.g. Banister & Berechman, 2000; Bhatta & Drennan, 2003; Bom & Ligthart 2008). Det er dog umuligt at opnå en 100 % repræsentativ kvantificering, hvorfor det skal betones, at kvantificeringen kun bør anvendes til indikation.

4 Identifikation

I afsnit 2 præsenterede vi definitionerne for konkurrenceevne og infrastruktur. Som det fremgik af diskussionen, er disse begreber ikke uproblematisk. I dette afsnit ser vi nærmere på disse problemer, men belyser også, hvordan de gennemgåede studier har behandlet målingen af infrastruktur og økonomisk udvikling.

4.1 Identifikation af infrastruktur

For at kunne evaluere effekten af infrastruktur er det nødvendigt at kunne måle og sammenligne bestanden og udviklingen i infrastruktur. Uafhængigt af den valgte definition er der en række udfordringer forbundet med målingen. Tages der udgangspunkt i den formulerede definition, skal vi finde et mål for vej-, bane-, luft- og søfartsinfrastrukturen. Ved evalueringen af den empiriske litteratur fremgår det, at de anvendte fremgangsmåder for evaluering af infrastruktur varierer meget. Disse er sammenfattet i tabel 4.1, hvoraf der fremgår, at der er fordele og ulemper ved alle typer af måling af infrastruktur. Tabellen medtager kun de metoder til opgørelse, hvor vi også har kunnet finde kvantitative studier, der anvender netop disse opgørelser. Et begreb, der ofte anvendes som mål for infrastruktur, er *mobilitet*. Mobilitet er dog i denne sammenhæng et begreb, der ikke er kvantificerbart. Mobilitet er derfor – ligesom *konkurrenceevne* – mere et begreb, der anvendes som en generel betegnelse for sammenhængen og mulighederne for brugerne af transportsystemet. *Mobilitet* er derfor ikke medtaget i tabellen.

Tabel 4.1 Måling af infrastruktur				
	Værdien af infrastruktur	Mængden af infrastruktur	Trængsel	Tilgængelighed
Måles ved	Akkumulerede investeringer. Korrigeret for afskrivning.	Længde eller antal.	Vej per trafikarbejde eller tilsvarende.	Rejsetiden mellem to punkter. Antal aktiviteter, der kan nås inden for en given afstand/ tidsrum
Fordele	+ Datatilgængelighed + Sammenligneligt på tværs af regioner + Aggregering af infrastrukturformer	+ Fortolkning + Datatilgængelighed + Præcision + Utvetydigt	+ Fortolkning + Behovsrelateret + Præcision	+ Fortolkning + Behovsrelateret + Aggregering af infrastruktur
Ulemper	– Aggregeret – Upræcis – Diskutabel værdisætning.	– Aggregering er vanskelig – Kvalitet	– Aggregering er vanskelig. – Sammenlignelighed på tværs af regioner.	– Uklar sammenhæng. – Sammenlignelighed på tværs af regioner .
Set i	(Aschauer, 1989c; Munnell & Cook 1990; Berndt & Hansson, 1992)	(Aschauer, 1990a; Canning & Fay, 1993)	(Fernald, 1999)	(Johansson & Klaesson ,2010; Ozbay et al., 2006)

En oplagt metode til at måle bestanden er ved dets monetære værdi. Det muliggør aggregering af forskellige infrastrukturformer, indarbejdelse af kvalitet og kan sammenlignes på tværs af sted og tid. Ofte

er målet dog uigennemskueligt aggregeret, indarbejdelsen af afskrivninger er standardiseret og opgørelsen i værdi er derfor ikke nødvendigvis optimal. Som forsker må man gøre sig klart, hvilket mål man ønsker. En god pointe, der nævnes af blandt andre Johansson (2007) er, at hvis vi forestiller os, at der opføres én km motorvej i to regioner på samme tid og med de samme effekter på samfundet, men at konstruktionen af (samme mængde) motorvej var dyrere i den ene region (e.g. øgede administrative udgifter, naturlige udfordringer). Ved en analyse, hvor infrastruktur medtages ved dennes værdi, vil motorvejen have en meget lavere samfundsøkonomisk effekt i den økonomi, hvor udgifterne er størst, selvom effekten i realiteten er den samme. Er det dette mål man ønsker?

Denne udfordring kan afklares ved at måle infrastruktur ved kvantitet. Dette åbner imidlertid for nye problemer, for hvordan vælger man at inddrage kvalitet, og hvordan aggregerer man jernbane og veje for slet ikke at tale om lufthavne? En løsning er at måle infrastruktur ved trængsel eller tilgængelighed, idet man beregner rejsetiden mellem to punkter, eller en agents mulige interaktionspunkter inden for en bestemt rejsetid. Dette giver samtidig et mål for "god" infrastruktur. I modsætning til måling af infrastruktur ved værdi og kvantitet, medfører dette mål nemlig, at etablering af infrastruktur uden for netværket har en effekt. Men på den anden side er det diffust, hvordan infrastrukturinvesteringer påvirker tilgængelighed og trængsel. Dermed ikke sagt, at der ikke er en effekt, men for at studiet skal have relevans for samfundsplanlæggeren, er det nødvendigt at vide, i hvilket omfang infrastrukturforbedringer påvirker tilgængeligheden og derigennem den økonomiske udvikling.

På baggrund af den behandlede litteratur konkluderer vi derfor, at der ikke findes et entydigt godt mål for infrastruktur, men at det altid skal være en afvejning af fordelene og ulemperne ved det konkrete studie, og at forskeren såvel som samfundsplanlæggeren skal være klar over begrænsningerne ved de anvendte mål.

4.2 Identifikation af konkurrenceevne

Som nævnt findes der hverken en eksakt definition eller et eksakt mål for konkurrenceevne. Vi vil nu se på, hvorfor begrebet er så populært, og på hvilke alternative løsninger der er blevet anvendt i den empiriske litteratur.

Måling af konkurrenceevne ved indikatorer

Det nævnte citat af Begg (1999):

"It tends to be taken for granted that some cities have lost their competitive edge, although it is less obvious what variables demonstrate this" (Begg, 1999)

beskriver meget godt problematikken ved begrebet konkurrenceevne. Ikke kun i den offentlige debat, men også i videnskabelige artikler om byudvikling og bystruktur anvendes begrebet ofte, uden at der præsenteres et mål for det. Problemet er, at regional konkurrenceevne er en såkaldt latent variabel:

"The construct of national competitiveness is ultimately a latent variable in the sense that several disciplines, including geography, economics, and management, have long used this term for phenomena that are multidimen-

sional but nonmanifest in any unidimensionally measurable way” (Thompson, 2003)

For at drage en parallel, svarer det til et individs ”evner”, som ofte giver økonomer udfordringer, når for eksempel afkast af uddannelse estimeres. Evner, ligesom konkurrenceevne, er ikke endimensionelle og ikke observerbare, men man ved, at de har betydning. For eksempel kan en region have høj konkurrenceevne inden for én branche, men ikke inden for en anden (derfor ikke endimensionelt), ligesom en person kan have gode evner til at udføre én opgave, men ikke en anden. Forskere har forsøgt udvikle mål for evner, e.g. intelligenskvotienten, men der er også enighed om, at dette ikke er et optimalt mål. Tilsvarende har forskere forsøgt at udvikle mål for konkurrenceevne. Ligesom ved evner forsøger man at måle konkurrenceevne, ud fra hvordan en region klarer sig på en række områder, dvs. målt ved en række indikatorer. Udfordringen er blot, hvordan disse indikatorer skal vælges:

“The construction of indicators hinges on what aspect of competition it is sought to study.” (Durand & Giorno, 1987)

Populærvidenskabelige mål for konkurrenceevne

At begrebet regional konkurrenceevne er så populært, skyldes at der findes en lang række mål, der præsenterer ranglister over byer, regioner og landes konkurrenceevne. I den offentlige debat har dette en stor fordel, da det giver debattører et mål for regional udvikling som er endimensionelt og let at fortolke:

“The representation of the complexity which is urban living by a single value and rank is appealing in an era when politicians, media and public work with simple headlines. But by so doing, such ratings are open to challenge for offering simplicity at the expense of reflecting the multiple facets of a locality.” (Rogerson 1999)

I tabel 4.2 har vi listet de anvendte definitioner for konkurrenceevne fra et uddrag af de kendte ranglister af konkurrenceevne.

Tabel 4.2 Anvendte definitioner for konkurrenceevne		
Institution	Udgivelse	Definition
International Institute for Management Development	World Competitiveness Yearbook	“World Competitiveness is a field of economic theory, which analyzes the facts and policies that shape the ability of a nation to create and maintain an environment that sustains more value creation for its enterprises and more prosperity for its people” (IMD, 2009)
The Economist	Global Country Forecast	“[...] a business rankings model, which measures and ranks 82 countries on the quality of their overall business environment” (EIU, 2010)
World Economic Forum	World Competitiveness Report	“the set of institutions, policies, and factors that determine the level of productivity of a country” (WorldEconomicForum, 2009)
Økonomi og erhvervsministeriet	Konkurrenceevne-redegørelsen	“Vurdering af Danmarks præstation og rammevilkår på de områder, der er af afgørende betydning for fremtidens velstand og sammenhængskraft.” (OEM, 2009)
DI	Sådan ligger landet Globaliseringsredegørelse 2010	En analyse af Danmarks styrker og svagheder i et globalt perspektiv. Indeholder 88 indikatorer på konkurrenceevne. (DI, 2010)

Listen over udgivelser præsenteret i tabellen er langt fra udtømmende, men tabellen giver et meget godt indblik i problemet ved begrebet konkurrenceevne, idet det fremgår, at definitioner varierer meget

fra studie til studie. Blandt øvrige lister kan nævnes *Forbes* liste over "The Best Countries For Business" og *Lisbon Scorecard* udgivet af Centre for European Reform.

Problemet ved mange af disse rangeringer er, at valget af indikatorer ikke er baseret på en teori eller en bestemt model. Som Thompson (2003) bemærker, varierer antallet af indikatorer fra år til år ikke kun mellem institutioner, men også inden for institutioner. Således var *World Competitiveness Yearbook* baseret på 157 indikatorer i 1989, 381 i 1994, 220 i 1997 og 286 i 2002.² Dette er yderst problematisk, når disse lister anvendes til vurdering af et lands udvikling over flere år. Disse ændringer argumenteres med "refinements", eller som for det danske tilfælde:

"Årsagerne hertil er flere: Nye indikatorer er blevet udviklet, som bedre belyser Danmarks konkurrenceevne. Andre indikatorer foreligger der ikke opdaterede data for, hvorfor alternative indikatorer er inkluderet i stedet. Endelig kan en indikator være udgået som følge af, at de undersøgelser, der ligger til grund for den, ikke længere gennemføres." (OEM, 2009)

Det er ikke i sig selv problematisk, når en metode forbedres, men da valget af indikatorer som sagt ofte ikke er baseret på en teori eller en model, er det problematisk, når valget af indikatorer varierer så meget fra år til år. Dertil kommer, at disse populære ranglistesystemer holder deres metoder skjult, således at det ikke er muligt at følge og evaluere, hvordan de er opstået. Dette har ført til, at flere forskere har forsøgt at genskabe resultaterne af disse ranglister. For eksempel er the "The World Competitiveness Report" blevet undersøgt i flere omgange, og det er konstateret, at flere af de indikatorer, der er nævnt i rapporten, er overflødige, hvortil kommer, at de vægte, der anvendes for indikatorerne, varierer fra land til land (se Oral & Chabchoub, 1996 og Oral & Chabchoub, 1997).

Fra et videnskabeligt synspunkt er disse ranglister ikke brugbare, men som Rogerson (1999) nævner ovenfor, kan de benyttes af regioner og byer til selvpromovering. Konkurrenceevne kan i den forstand ses som indikation. For at komme nærmere et videnskabeligt mål for konkurrenceevne har forskere forsøgt at anvende faktoranalyse, hvor man har spurgt en række virksomhedsledere, hvilke faktorer der har påvirket deres lokaliseringsvalg, og derpå har evalueret en fælles korrelation (se Thompson, 2003 og Thompson, 2004). Problemet med denne metode er dog for det første, at sådanne spørgeskemaundersøgelser er problematiske, og for det andet at faktoranalyser altid indebærer, at forskeren har en relativt høj grad af kontrol over resultatet, hvilket gør objektiviteten tvivlsom.

Konklusion: Kvantificering af konkurrenceevne

Ud fra litteraturen om emnet regional konkurrenceevne kan vi konkludere at der ikke er konsensus om en definition eller et mål for infrastruktur. Som følge heraf har vi anvendt begrebet "økonomisk udvikling" i søgeprocessen. Ikke overraskende har ingen af de empiriske studier anvendt et mål for konkurrenceevne i evalueringen.

Krugmans kritik

Et yderligere akademisk problem ved anvendelsen af begrebet national konkurrenceevne er den videnskabelige kontrovers, som er relateret til brugen af konkurrenceevne. Som nævnt ovenfor, kan man som løsning på manglende konsensus vælge at lytte til de mest respekterede definitio-

² Tal i dette afsnit er fra (Thompson 2003).

ner. Økonomen Paul Krugman, som blandt andet har modtaget Nobelprisen i økonomi, udgør ligesom OECD en respekteret kilde. Hans holdning til anvendelsen af konkurrenceevne kan sammenfattes ved følgende citat:

“competitiveness is a meaningless word when applied to national economies.” (Krugman, 1994)

Normalt ville det være uproblematisk, når en forsker er uenig i brugen af et begreb. Men den såkaldte ”Ny Økonomisk Geografi”, som beskriver, hvordan økonomisk aktivitet lokaliserer sig og fordeler sig geografisk, er i stor udstrækning baseret på forskning af netop Paul Krugman (Brakman & Garretsen, 2006). Hvis man vil argumentere for, hvordan en region kan forbedre sin konkurrenceevne, vil man derfor højst sandsynligt anvende teorier af Krugman og derfor støde på hans kritik af begrebet. Krugmans argumentation kan sammenfattes ved, at han mener, at det er virksomheder og ikke nationer der konkurrerer. Virksomheder søger at øge profit, hvilket nationer ikke gør. Virksomheder ”go out of business”, hvilket nationer ikke gør.

Krugmans kritik har ført til forskning inden for relevansen af begrebet, hvor blandt andre Camagni (2002) har undersøgt, om kritikken er berettiget, og konkluderer, at for regioner og byer er Krugmans kritik ikke helt gældende, da disse konkurrerer om at tiltrække økonomisk aktivitet:

“In a globalising economy, territories and not just firms increasingly find themselves in competition with each other.” (Camagni, 2002)

Anvendte mål i litteraturen

Ovenstående diskussion har vist, at der ikke findes noget godt mål for konkurrenceevne, hvorfor det heller ikke er overraskende, at ikke en eneste af de behandlede empiriske studier har anvendt konkurrenceevne som mål. I søgningen efter empiriske studier har vi ligesom Banister & Berechman (2000) holdt os til udtrykket ”økonomisk udvikling”. De i de behandlede studier anvendte mål for økonomisk udvikling afhænger i høj grad af, hvilken tilgang forskeren har anvendt til at evaluere problemet. Tabel 4.3 sammenfatter de mest populære tilgange.

Tabel 4.3 Anvendte mål for økonomisk udvikling

	Vækst	Produktivitet/Produktion	Omkostninger/Profit	Virksomhedsadfærd
Måles ved:	Baseret på en vækstmodel estimeres effekterne på den strukturelle vækst.	Med udgangspunkt i en produktionsfunktion, beskrives produktionen som funktion af anvendt realkapital og arbejdskraft og infrastruktur.	Med udgangspunkt i en relation for virksomhedens adfærd i form af profitmaksimering eller omkostningsminimering.	E.g. investeringer, virksomhedsopstart, beskæftigelse.
Fordele:	+ Tilgængelighed + Fortolkning	+ Tilgængelighed + Fortolkning	+ Intuition	+ Fortolkning + Konkret
Ulemper:	- Teknisk relation - Forsimplet	- Teknisk relation - Forsimplet	- Data på priser - Komplexitet	- Partiel evaluering - Ad hoc.
Set hos bl.a.:	(Holtz-Eakin & Schwartz 1995b; Luoto, 2010)	(Aschauer 1989c; Munnell 1990)	(Berndt & Hansson 1992; Keeler & Ying 1988)	(Reynolds et al. 1995; Coughlin et al. 1991)

Listen er ikke udtømmende, men dækker over langt over 90 % af de anvendte mål. Ligesom med infrastruktur er det vanskeligt at afgøre, hvilket mål der er optimalt, da der er fordele og ulemper ved alle mål. De første to kolonner dækker over de mest populære relationer, idet disse er baseret på en specifikation af produktionsprocessen og i princippet antager, at produktionen altid er på sit langsigtelige vægtsniveau. Enkelte af disse studier tager dog højde for, at dette ikke nødvendigvis altid er gældende (se Delorme et al. 1999). Anvendelsen af omkostning og profit er mere intuitiv, da disse beskriver adfærd frem for en teknisk relation, men stiller større datakrav. Endelig er der en række studier, som ser på mikroøkonomiske mekanismer, såsom arbejdsudbud (Ozbay et al. 2006), private investeringer (Coughlin et al. 1991) og virksomhedsetableringer (Holl 2004).

5 Teori

I den behandlede litteratur er der enkelte studier, der har koncentreret sig om den teoretiske sammenhæng mellem infrastruktur og økonomisk udvikling, hvortil kommer, at langt de fleste studier, der har udført en empirisk evaluering, har baseret den empiriske metode på teoretisk argumentation. Det er ofte fordelagtigt at basere en empirisk analyse på et teoretisk grundlag, da det giver en idé om de egenskaber, variablene skal opfylde, og om hvordan hypoteser kan undersøges.

5.1 Overblik over mekanismer

Flere bidrag har forsøgt at præsentere oversigter over de mekanismer, hvorigennem infrastruktur kan påvirke økonomisk udvikling. For eksempel præsenterer Banister & Berechman (2000) et såkaldt kausalitetsparadigme (se side 41 i Banister & Berechman, 2000). Sådant en illustrativ sammenfatning har åbenlyse fordele, da de beskrevne mekanismer er meget omfangsrige, således at det er vanskeligt at skabe et overblik. Figur 5.1 giver et forsimplet overblik over disse mekanismer.

Figur 5.1 Teoretiske mekanismer for sammenhængen mellem infrastruktur og økonomisk udvikling

Adfærd	Påvirkning fra infrastruktur på	Litteratur
Samarbejds-partnere Arbejds-kraft Underlever-andører	(i) <i>Dynamiske effekter:</i> agglomeringseffekter, forbedret arbejdsudbud, øget konkurrence blandt underleverandører.	Ideen om agglomeringseffekter refereres ofte til (Marshall, 1890). Diskuteres i teorien om Ny Økonomisk Geografi (e.g. Zhang 2007; Krugman 1991).
↓ ↓ ↓	(ii) <i>Direkte effekter:</i> Transporttid/omkostning	Effekter på arbejdsudbud og den nødvendige lønkomensation. Se (Gibbons & Machin ,2006) for en diskussion.
Virksomhed	(iii) <i>Indirekte effekter:</i> Virksomhedsstruktur	Optimal virksomhedsstruktur (e.g. Burmeister & Colletis-Wahl 1997)
↓	(iv) <i>Direkte effekter:</i> Transporttid/driftssikkerhed	Ny økonomisk geografi, markedsadgang og kendskab.
Marked	(v) <i>Indirekte effekter:</i> Markedskendskab.	

Vi har valgt at inddele mekanismerne i fem grupper, afhængigt af hvor i processen de påvirker den private sektors produktion. En stor del af disse mekanismer kan beskrives ved teorierne om Ny Økonomisk Geografi som er beskrevet i boks 5.1. De fem mekanismer i figur 5.1 er beskrevet i flere detaljer nedenfor.

- (vi) Teorierne om *Ny Økonomisk Geografi* (se for eksempel Zhang 2007 og Krugman 1991) beskriver, hvordan der kan opstå Kerne-Periferi, centralisering og agglomeration afhængigt af transportomkostninger. Som beskrevet i boks 5.1 er grundtanken, at virksomheder vil samle sig, hvor markedet er størst for at minimere transportudgifter. Markedet vil være størst, hvor produktudvalget er størst (en cirkulær sammenhæng). Periferien (udkantområder) serviceres fra kernen, så længe transportomkostningerne ikke er for høje (eller lig nul). I denne kerne kan virksomheder nyde godt af agglomeringseffekter såsom vidensdeling og opbygning af ny viden

(Maskell & Malmberg 1995), øget arbejdskraftudbud (Puga 1998) og flere underleverandører (Fujita & Thisse 1996). Alle disse effekter er dynamiske, idet de er en følgevirkning og ikke en direkte effekt af infrastrukturforbedring.

(vii) En direkte effekt er en ændring i den transporttid og omkostninger såsom arbejdskraft, som underleverandører og samarbejdspartnere er udsat for, når de skal i kontakt med virksomheden. Arbejdskraft kan rekrutteres fra et større opland, hvilket fører til større arbejdsudbud (og reduceret arbejdsløshed) (Pilegaard & Fosgerau 2008). Flere studier har vist, at virksomheder kompenserer for arbejdskraftens rejseomkostninger i form af højere lønninger (Ommeren & Rietveld 2002). Disse mekanismer vil have en direkte effekt på den private sektors omkostninger.

(viii)

Lave transportomkostninger giver virksomhederne flere frihedsgrader ved valg af intern struktur (Burmeister & Colletis-Wahl 1997). Kerne-periferi strukturen, der er forklaret i *Ny Økonomisk Geografi*, er et resultat deraf. Virksomheder kan vælge at koncentrere produktionen, hvor udgifter til denne er lavest, og servicere markedet derfra. Med god infrastruktur i form af lave transportomkostninger og hurtig og sikker levering er virksomheder ikke nødsaget til at fordele produktionen på hele markedet. Ved centralisering af aktiviteter kan virksomheder udnytte stordriftsfordele. Outsourcing er i og for sig et eksempel på separation af planlægning, produktion og levering i virksomhedsstrukturen og et resultat af (blandt andet) reducerede transportomkostninger.

(ix) Virksomhederne oplever en direkte omkostningsreducerende effekt af forbedret infrastruktur i form af kortere, billigere og sikrere adgang til afsætningsmarkedet. Dette gør sig både gældende for klassiske produktionsvirksomheder, som leverer et produkt (som transporteres) og servicevirksomheder, som har kundekontakt (hurtigere og billigere kundekontakt). Produktionsvirksomheder leverer produkter til markedet. En bedre infrastruktur kan reducere transporttiden og omkostningerne ved levering af produkter og derved forbedre virksomhedens position. En servicevirksomhed er afhængig af at tiltrække kunder og at disse ikke skal kompenseres for rejsetid og omkostninger. Disse direkte effekter reducerer virksomhedens omkostninger (Oosterhaven & Knaap 2003).

(x) Markedskendskabet forbedres i form af tættere kontakt til afsætningsmarkedet. Dette gør, at virksomheder kan operere med mindre lagerbeholdninger (Shirley & Winston 2004), tilbyde hurtigere leverancer og udføre bedre markedsføring som en indirekte effekt af infrastruktur.

Ovenstående skema giver et overblik over de mekanismer, der fører til økonomisk udvikling for en region. Men betragtes litteraturen, bliver det hurtigt klart, at antallet af mekanismer er tæt på uendeligt. Mange af de i teorien beskrevne effekter, som ikke er indbefattet i figur 5.1, kan sammenfattes som multiplikatoreffekter. Som eksempel kan nævnes et studie af Agénor (2010), der antager, at forbedret infrastruktur påvirker produktiviteten i sundhedssektoren, hvilket fører til øget livsforventning i befolkningen, hvilket igen medfører øget opsparing og derved øgede investeringer, som dermed sikrer vækst på lang sigt.

En teori til forklaring af den geografiske fordeling af økonomisk aktivitet.

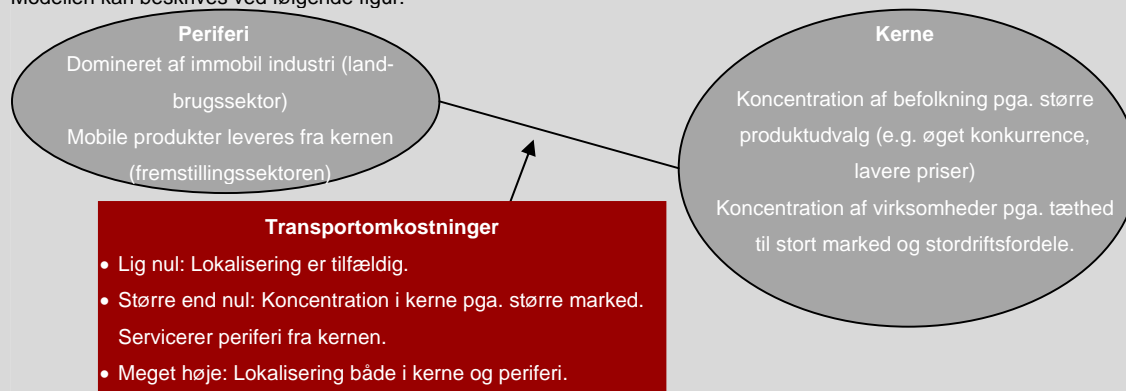
Formål

En model, der teoretisk forklarer den geografiske fordeling af økonomisk aktivitet. Litteraturen startede med udviklingen af en model for hvordan "kerne – periferi" strukturer opstår, men er senere blevet udvidet i mange retninger. Ny økonomisk geografi (NEG) dækker over den af økonomer udførte forskning på omkring dette emne.³

En model for kerne-periferi strukturen.

(Krugman 1991) introducerer en teoretisk model, der beskriver, hvordan virksomheder agerer med en "kerne-periferi" struktur. Dvs. hvor økonomien består af en periferi med lav økonomisk aktivitet og en kerneregion med høj økonomisk aktivitet.

Modellen kan beskrives ved følgende figur:



Modellens forudsigelser er følgende: Der opstår en koncentration af virksomheder i en region af to grunde (1) Agenter foretrækker at være i områder med et større produktudvalg. (2) Virksomheder foretrækker at placere sig hvor markedet er størst. Pga. transportomkostninger kan det bedst betale sig at placere sig tæt på det største marked og forsyne periferien derfra. I periferien agerer den immobile landbrugssektor. Denne kerne-periferi struktur er baseret på tre effekter: stordriftsfordele, transportomkostninger og efterspørgsel efter goder fra fremstillingssektoren. Effekten kan kun opstå, hvis transportomkostningerne er inden for et bestemt interval. Hvis de er for høje, må virksomheder også placere sig i periferien. Hvis de er ikke eksisterende, er den geografiske placering irrelevant.

Udvidelser

Kerne-periferi modellen kan udvides til at forklare centralisering i én by til geografisk koncentration af bestemte brancher (for eksempel Silicon Valley). For en oversigt over litteraturen se (Fujita & Krugman 2004).

5.2 Infrastruktur – en tilstrækkelig betingelse?

De to direkte mekanismer beskrevet ovenfor (ii) og (iv) er direkte resultater af infrastrukturforbedringer. De tre øvrige effekter (i), (iii) og (v) er indirekte effekter, som opstår som følgevirkning. De to beskrevne direkte effekter fører til, at området bliver mere attraktivt for virksomheder, hvilket igen giver grobund for de indirekte effekter. Det interessante er, om infrastrukturforbedringer er en tilstrækkelig betingelse for, at disse effekter opstår. I den forbindelse har Banister & Berechman (2001) en interessant betragtning, idet de opstiller tre betingelser, der skal være opfyldt, for at infrastruktur skal kunne medføre økonomisk udvikling ud over de nævnte direkte effekter:

³ Der eksisterer også en tilsvarende Ny Økonomisk Geografi, baseret på geografers analytiske tilgang. Denne tilgang medtages dog ikke i beskrivelsen her.

- iv. Eksistens af underliggende positive eksternaliter. For at de dynamiske effekter skal kunne opstå, skal der være et (uudnyttet) økonomisk potentiale til stede.
- v. Investeringsvilje og muligheder. Projekter skal have den rette størrelsesorden og være placeret i et passende netværk.
- vi. Politisk vilje: Der skal være vilje til at gennemføre projektet og tilknyttede/relaterede projekter, for at kunne opleve dynamiske effekter. Det vil sige, at politiske institutioner på alle niveauer må understøtte projektet og for eksempel muliggøre virksomhedsinvesteringer og tilflytning af arbejdskraft.

Hvis ikke disse tre aspekter er opfyldt, vil infrastrukturprojekter ikke føre til økonomiske gevinster ud over de direkte effekter (Banister & Berechman, 2001). Denne idé er bygget på en teori, men er oplagt at teste empirisk. Eller med andre ord, hvilke betingelser skal være opfyldt, for at infrastrukturinvesteringer skal kunne medføre økonomiske effekter ud over de direkte observerbare.

5.3 Fra teori til empiri

De mange mikroøkonomiske mekanismer, der er illustreret i figur 5.1, gør det klart, at det er vanskeligt i et empirisk studie at opfange alle økonomiske effekter, da det er vanskeligt at formulere en konsistent model, der kan medtage alle mikroøkonomiske effekter på en gang.

Den empiriske forsker har derfor typisk mulighed for enten at undersøge én af de nævnte mikroøkonomiske mekanismer uden at medtage alle effekter, eller at udføre et makroøkonomisk studie, hvor alle effekter medtages, men hvor det ikke er muligt at identificere de underliggende mekanismer. Første fremgangsmåde er fordelagtig, når samfundsplanlæggeren har konkrete ønsker, om hvilke faktorer, der skal forbedres, mens den anden fremgangsmåde er fordelagtig, når man ønsker et overblik over den samlede effekt.

Man kan derfor skelne mellem to motiver til gennemførelse af empiriske undersøgelser af de økonomiske effekter af infrastrukturforbedringer.

1. En interesse i den overordnede gevinst. Er infrastruktur gavnlige? Dette er relevant, hvis man enten vil fortsætte infrastrukturinvesteringer, eller hvis man vil øge den strukturelle økonomiske udvikling på langt sigt.
2. Der er observeret et konkret problem i økonomien, og man vil undersøge, om infrastruktur kan afhjælpe dette. Som eksempel kan nævnes mangel på arbejdspladser. Kan infrastrukturinvesteringer igennem forkortelse af rejsetid og reduktion af rejseomkostninger for medarbejdere øge arbejdsudbuddet? Vil der være en positiv deltagelseseffekt på arbejdsmarkedet? Vil tids-effekten være positiv. Vil man med andre ord benytte den reducerede rejsetid til at have mere fritid eller til at arbejde mere. Ved sådanne problemstillinger kan en mikroøkonomisk tilgang til infrastruktureffekter være behjælpelig. Ulempen ved denne tilgang er – som nævnt – at man kun betragter en deleffekt. Der kunne teoretisk set være negative eksternalitetseffekter, sådan at den samlede samfundsøkonomiske gevinst ville være negativ.

En optimal evaluering fra samfundsplanlæggerens side medfører derfor en kombineret undersøgelse af deleffekten (mikroøkonomisk perspektiv) og den samlede effekt (makroøkonomisk perspektiv). Optimalt set kunne man forsøge at dekomponere den makroøkonomiske effekt til mikroøkonomiske effekter, idet mange af de indirekte effekter dog vil være vanskelige at allokere til konkrete mikroøkonomiske mekanismer.

6 Den empiriske litteratur

I litteratursøgningsprocessen er der blevet lagt stor vægt på de empiriske studier, da disse kan fortælle os noget om det, der rent faktisk er observeret og sket. Som beskrevet i det foregående afsnit, kan man generelt skelne mellem mikroøkonomiske og makroøkonomiske studier. I dette kapitel vil vi evaluere den behandlede empiriske litteratur. Ved at tage udgangspunkt i nogle repræsentative studier viser vi i det næste afsnit, hvordan makroøkonomiske studier er opbygget, og hvordan resultatet opstår. Dernæst evalueres enkelte mikroøkonomiske studier. Formålet er at give et indblik i, hvordan litteraturen har tilgået spørgsmålet om infrastruktur og økonomisk udvikling. Endelig vil vi se på nogle metodiske udfordringer, igen med udgangspunkt i den behandlede litteratur. Endelig benytter vi os af den beskrevne kvantificering af litteraturen for at undersøge, om der er nogle systematiske sammenhænge mellem studiers konklusion og den anvendte metode.

6.1 Tilgange i litteraturen

De anvendte tilgange i den evaluerede litteratur kan indordnes i relativt få kategorier. Næsten tre ud af fire studier anvender en *produktionsfunktionstilgang*, mens knap 15 % anvender en tilgang, hvor virksomhedens omkostningsminimeringsproblem evalueres. Disse to tilgange dækker derved over 80 % af de evaluerede studier og bekræfter den 16 år gamle konklusion:

“But the contributions of economists were not all they could have been - there seems to have been far too much attention to the details of macro production studies, which can never answer the relevant policy questions very well[...].” (Gramlich 1994)

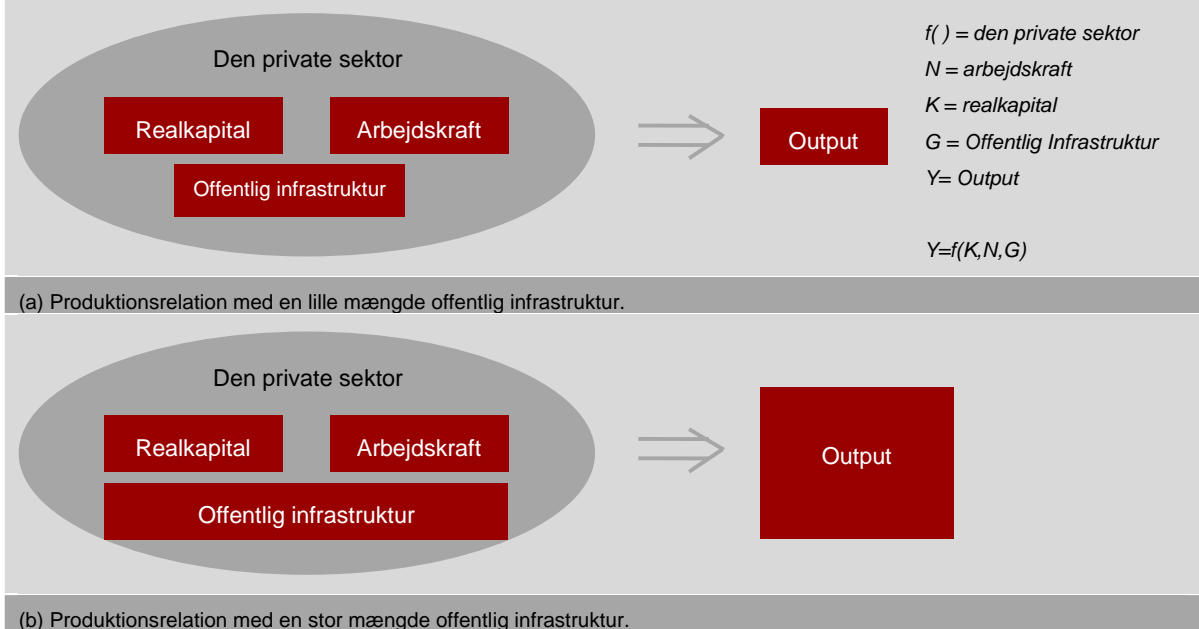
Til trods for at der i de seneste 16 år er blevet udgivet en del mikroøkonomiske studier – som altså følger Gramlichs råd – er størstedelen af den empiriske forskning fortsat fokuseret på makroøkonomiske tilgange. Som Gramlich selv nævner, har mikroøkonomiske studier den ulempe, at det er vanskeligt i disse at opfange alle eksternalitetseffekter. Både den makroøkonomiske teori og de empiriske metoder til evaluering af makroøkonomiske modeller er blevet udviklet siden Gramlichs konklusion. For at give læseren en forståelse af disse tilgange og dermed af en stor del af den empiriske litteratur, vil vi i det følgende kort beskrive princippet bag begge metoder og derefter præsentere nogle repræsentative studiers metode.

Den resterende lille femtedel af studierne (17 %) er meget heterogen i sin tilgang og er præget af de mange mikroøkonomiske mekanismer, der er involveret i sammenhængen mellem infrastruktur og økonomisk udvikling.

Produktionsfunktionstilgangen

Udgangspunktet for produktionsfunktionstilgangen er, at vi observerer en samlet produktion af den private sektor. I perioden, hvor denne produktion er opstået, har den private sektor anvendt arbejdskraft og benyttet sig af realkapital, i.e. bygninger og maskiner. En produktionsfunktion specificerer en sammenhæng mellem disse, som illustreret i figur 6.1.

Figur 6.1 Sammenhængen mellem inputfaktorer og output for den private sektor



Den illustrerede sammenhæng i figur 6.1 kan virke banal, men det er vigtigt at gøre sig klart, hvad den medfører. Produktionsfunksionsmetoden specificerer altså en sammenhæng mellem den samlede anvendte mængde inputfaktorer i den private sektor og den resulterede produktionsmængde. For eksempel kan det være, at der skal x enheder arbejdskraft, y enheder realkapital og z enheder offentlig kapital til at producere én enhed output. Dette virker intuitivt, men - som vi belyser nedenfor - er antagelsen problematisk. Hvordan sammenhængen mellem inputfaktorer og produktionsmængde er, afhænger af formen af $f(\cdot)$. Det kan for eksempel være, at den enkelte faktors bidrag til produktiviteten er uafhængig af de andre faktorer, men det kan også være, at de er relaterede. I figuren har vi ignoreret totalfaktorproduktiviteten, dvs. at teknologien indvirker på, hvor meget inputfaktorerne øger produktiviteten. Da den teknologiske udvikling medfører, at inputfaktorer udnyttes stadigt mere effektivt, medtages dette oftest i de empiriske evalueringer.

I figur 6.1 (b) er mængden af den offentlige infrastruktur øget i forhold til i figur 6.1 (a). Som det fremgår, medfører dette, at produktionsmængden må være større. Med andre ord - en virksomhed vil altid øge produktionen, hvis motorvejsnettet udvides.

Problemet er, at produktionsfunksionsmetoden beskriver en *teknisk relation*, dvs. hvor mange inputfaktorer der skal til for at producere en vis mængde output. Men hvad nu, hvis virksomheden ikke ønsker at øge produktionsmængden på trods af en øget infrastrukturenmængde, fordi den hidtil producerede mængde er profitmaksimerende. Hovedkritikken af produktionsfunktionstilgangen er netop, at den antager, at den private sektor altid producerer på sit maksimum i forhold til de indgående faktorer, eller på det såkaldte "steady state" niveau. Problemet her er altså, at virksomheden godt kan øge andre inputfaktorer, uden at faktoren infrastruktur er en begrænsende faktor. Derfor vil udvidelsen af infrastruktur ikke nødvendigvis have nogen betydning for virksomhedens output. Et alternativ er at estimere en såkaldt "production frontier" model. Ideen er at estimere produktionsfunktionen uden at antage, at pro-

duktionen altid er på sit maksimale niveau I stedet estimeres, i hvilken grad mængden af infrastruktur påvirker inefficiensen i produktionen (se for eksempel Delorme et al. 1999).

David A. Aschauer publicerede i 1989 et studie, hvor han anvendte produktionsfunktionsmetoden. Den artikel er i dag den mest citerede artikel inden for emnet med næsten 3.000 citeringer (maj 2010, jf. google scholar). I boks 6.1 gennemgås kortfattet Aschauers studie for at give et indblik i den typiske fremgangsmåde heri.

Boks 6.1 Et typisk makroøkonomisk studie med udgangspunkt i produktionsfunktionstilgangen

Aschauer 1989: "Is public expenditure productive"

Motivation

D.A. Aschauer havde to hovedbevæggrunde til at undersøge effekterne af offentlige udgifter på den private sektors produktivitet: (1) et bidrag til diskussionen i 1980-erne om finanspolitikens effekt på den private sektor og (2) at finde en årsag til den aftagende produktivitetsvækstrate observeret i USA.

Offentlig kapital

Aschauer koncentrerer sig i dette studie ikke om transportinfrastruktur, men derimod om offentlig kapital, som også indeholder bygninger og forsyningsinfrastrukturen. Ikke desto mindre er dette studie ofte citeret, når der diskuteres, hvordan transportinfrastruktur påvirker økonomisk udvikling.

Det teoretiske udgangspunkt

Udgangspunktet i Aschauers studie er en såkaldt produktionsfunktion. Der antages at den private sektors samlede produktion (Y_t) på tidspunkt t kan beskrives som en funktion af den generelle produktivitet (A_t), anvendelsen af real- (K_t) og humankapital (N_t) i den private sektor, samt mængden af offentlig kapital (G_t):

$$Y_t = A_t f(N_t, K_t, G_t)$$

For at kunne evaluere denne sammenhæng er man nødsaget til at specificere en funktionel form af $f()$. Det vil sige hvordan inputfaktorerne fører til produktion af output. Ligesom langt de fleste øvrige studier vælger Aschauer derfor at anvende en såkaldt *Cobb-Douglas* produktions funktion. Denne form er uden tvivl den mest populære specifikation for produktions- og nyttefunktioner i økonomisk teori, da den har nogle ønskværdige matematiske egenskaber. Det er således relativt ligetil at finde maksimum eller antage aftagende marginal produkt. Funktionsformen er dog ikke baseret på ingeniører eller mikroøkonomers viden om den faktiske sammenhæng mellem input og output. Antages denne form, kan ovenstående ligning i logaritmer skrives som:

$$y_t = a_t + e_N n_t + e_K k_t + e_G g_t$$

Parameterverdierne for e_G, e_N og e_K er af afgørende betydning for funktionens egenskaber. Der antages ofte at de summer til én, hvilket er ensbetydende med konstant skalaafkast (dvs. fordobling af mængden af input fører til fordobling af output). Denne ligning er identisk med relation (2) i Aschauers originale artikel. Antages konstant skalaafkast kan modellen formuleres som:

$$y_t - k_t = a_t + e_N (n_t - k_t) + e_G g_t$$

Formålet med omskrivningen er – udover antagelsen af konstant skalaafkast – at venstresiden giver et intuitivt mål, nemlig produktion per anvendt kapitalenhed, med andre ord realkapitalproduktiviteten. Den logaritmiske form giver tilmed fortolkningen af e_G som den %vise stigning i realkapitalproduktiviteten for en én %s stigning i beholdningen af offentlig kapital.

Empirisk evaluering

For at evaluere den teoretiske model anvender Aschauer årlige data for perioden 1945 til 1985 på den ameri-

kanske økonomi. Der anvendes mål for samlet produktion, anvendt realkapital, anvendt human kapital (i timer) og produktiviteten i den private sektor. Offentlig kapital beregnes ud fra en lineær afskrivningsregel og inkluderer både lokal, statslig og national kapital. Endelig benytter Aschauer sig også af et mål for kapitaludnyttelsesraten, som er taget for fremstillingssektoren. Denne variabel kan antages at opfange konjunkturudsving i produktionen. I udgangspunktet benytter Aschauer den mest gængse estimationsmetode, ordinary least squares (OLS), som giver konsistente resultater, så længe alle forklarende variable er ukorrelerede med modellens fejllid. Konklusionen af denne estimation er, at konstant skalaafkast ikke kan afvises, og at en 1 %s øgning af mængden af offentlig kapital i forhold til privat kapital fører til en 0,39 %s øgning i realkapitalproduktiviteten. Dette resultat er uden lige det mest citerede resultat i den empiriske litteratur om infrastruktur og økonomisk udvikling.

Aschauer estimerer også en funktion for udviklingen i totalfaktorproduktiviteten. Estimationen er i stil med ovenstående, bortset fra at der opnås et mål for den generelle produktivetsudvikling og ikke kun udviklingen i arbejdskraftproduktiviteten. Der findes en positiv effekt af offentlig kapital på produktivitet. De forskellige komponenter af offentlig kapital evalueres, og der konkluderes, at kerneinfrastruktur har den største effekt på den private sektors produktivitet.

Evaluering af resultaternes robusthed

Da der er tegn på autokorrelation, dvs. tegn på, at de beskrevne fejllids størrelse er korrelerede med den forgangne periodes fejllid, estimerer Aschauer en model, der tager højde for dette. Derudover estimerer Aschauer en model på delperioder af den evaluerede periode, samt en estimation, der medtager værdier for den forgangne periode, en såkaldt dynamisk model. Det viser sig, at de værdier for den forgangne periode ikke indgår signifikant i forklaringen af variationen af produktiviteten, og at de øvrige koefficienter er relativt robuste over for de nævnte ændringer. For at undersøge kausalitetsproblemet vælger Aschauer den mest populære og lettest tilgængelige løsning, nemlig estimation ved hjælp af instrument variable, hvor den forgangne periodes beholdning af offentlig kapital anvendes som instrument. Resultatet af denne estimation er i tråd med den oprindelige estimation. Derudover estimerer Aschauer en model kun for transportsektoren med den motivation, at denne sektor i højere grad skulle blive påvirket, såfremt kausaliteten er i den forventede retning. Resultaterne bekræfter dette. Efter disse robusthedstjek udfører Aschauer en undersøgelse af, hvordan faldet i offentlige investeringer kan forklare de faldende produktivetsstigninger. Der findes en meget tæt sammenhæng, om end beskrivelsen er rent deskriptiv.

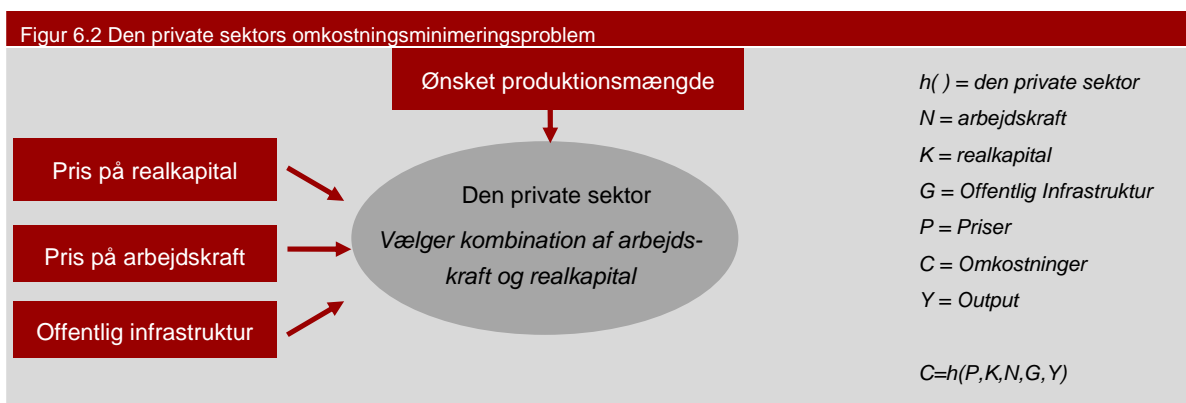
Konklusion

Aschauer konkluderer sit studie ved at pointere ,at der skal være øget fokus på offentlige investeringer – især i kerneinfrastruktur – når man evaluerer den økonomiske udvikling og forklaringer dertil.

Den beskrevne produktionsfunktionstilgang er uden tvivl den lettest tilgængelige makroøkonomiske måde at undersøge sammenhængen mellem infrastruktur og økonomisk udvikling, men den er ikke uden kritik. Som nævnt er sammenhængen ligefrem, men ikke altid intuitiv. Problemet er, at metoden specificerer en teknisk relation, mens det relevante er at betragte de adfærdsmæssige effekter. Altså hvordan påvirker infrastrukturen den private sektors adfærd. De to typiske tilgange til en adfærdssrelation er: (1) Virksomhederne minimerer omkostninger givet ønsket produktionsmængde. (2) Virksomhederne maksimerer profitten. I det følgende vil vi kort beskrive ideen bag disse tilgange.

Omkostningsfunktionstilgangen

Den mest populære adfærdsrelaterede tilgang er at estimere en omkostningsfunktion for den private sektor. Den enkelte virksomhed antages at tage priser på både inputfaktorer og output for givet og derpå vælge den kombination af faktorer, der medfører de laveste omkostninger og sikrer den ønskede produktion. Figur 6.2 illustrerer denne sammenhæng. I modsætning til figur 6.1 afhænger produktionsmængden ikke direkte af mængden af offentlig infrastruktur. Til gengæld vil mængden af anvendt realkapital og arbejdskraft afhænge af offentlig infrastruktur i modsætning til i produktionsfunktionsmetoden.



Produktionsmængde er uafhængig af offentlig infrastruktur.

Omkostningsfunktionstilgangen giver derfor en mere intuitiv fortolkning end produktionsfunktionstilgangen, da den enkelte virksomheds adfærd direkte modelleres. Men af figur 6.2 fremgår også problemet ved denne fremgangsmåde, idet den indeholder flere variable og kræver viden om prisen på realkapital og arbejdskraft.

Et af de mest populære eksempler på en sådan metode er studiet "Measuring the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden" (Berndt & Hansson 1992), som estimerer en funktion for den private sektors omkostningsminimeringsadfærd. Dette studie er blevet citeret 241 gange, eller godt 13 gange per år siden udgivelsen. I boks 6.2 præsenteres i grove træk fremgangsmåden for dette studie.

Boks 6.2 Et typisk makroøkonomisk studie med udgangspunkt i omkostningsfunktionstilgangen

Berndt & Hansson 1992: "Measuring the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden"

Motivation

Berndt & Hansson ønsker at undersøge forskellige metoder til at evaluere effekten af offentlig infrastruktur på den private sektors produktivitet. Derfor præsenteres både resultater ved produktionsfunktionsmetoden og omkostningsfunktionsmetoden. Den sidste vægter dog mest i deres evaluering.

Offentlig infrastruktur

Indledningsvis anvendes en definition af offentlig infrastruktur i tråd med Aschauers "offentlig kapital". Til estimationen anvendes dog et mål, der kun omfatter kerneinfrastruktur, dvs. ingen offentlige bygninger.

Det teoretiske udgangspunkt

Det antages at virksomheder agerer i et kompetitivt marked og tager prisen på deres producerede vare for givet. Ud fra en ønsket produktionsmængde vælges så den kombination af inputfaktorer, som minimerer omkostningerne. Under gængse antagelser kan man finde en omkostningsfunktion i relation til produktionsfunktion ved hjælp af følgende formel:

$$C = h(Y, p, K, G, t)$$

Hvor vi har anvendt samme notation som i boks 6.1 for produktion og offentlig kapital. C er omkostninger, p angiver priserne på inputfaktorerne og t er teknologiniveauet. Ovenstående relation beskriver de samlede omkostninger som funktion af inputfaktorer, ønsket produktionsmængde, priser, teknologi og offentlig kapital. Målet er så at undersøge, om ændringer i beholdningen af offentlig infrastruktur påvirker omkostninger: $\rho = \frac{\partial C}{\partial G}$

Såfremt $\rho < 0$ vil omkostningerne for den private sektors produktion falde, når mængden af offentlig kapital stiger. På langt sigt – eller i ligevægt – må det være sådan, at den marginale reduktion i omkostninger ved en forøgelse af brugen af en inputfaktor er lig denne inputfaktors pris. For det offentlige input er dette problematisk, da den enkelte virksomhed ikke betaler for denne enhed. I tråd med teorier om offentlige goder er den marginale gevinst ved offentlig kapital derfor summen af *alle* virksomheders marginale besparelser plus forbrugernes marginale nyttegevinst i det sociale optimum.

Den empiriske evaluering

Ligesom ved produktionsfunktionsmetoden er det nødvendigt at antage en specifik funktionel form. Berndt & Hansson vælger at benytte sig af en translogaritisk formel, som tillader større fleksibilitet end den gængse Cobb-Douglas formel anvendt i produktionsfunktionsevalueringen. OLS estimation af sammenhængen på svenske data for 1960 til 1988 viser, at behovet for arbejdskraft afhænger ikke-lineært af mængden af offentlig infrastruktur. De beregnede kortsigtselasticiteter fluktuerer meget, og det er vanskeligt at konkludere en entydig effekt. Berndt & Hansson beregner den optimale mængde af offentlig kapital, baseret på effekten på den private sektors produktion (og effekten er dermed undervurderet, da den ikke medtager effekten på forbrugeren, som antages at være positiv). Der konkluderes, at mængden af offentlig infrastruktur i starten af den observerede periode var mindre end det samfundsøkonomisk optimale niveau, mens den fra 1971 har været over det optimale niveau. Afslutningsvis simulerer Berndt og Hansson udviklingen i den private sektors produktivitet, hvis mængden af offentlig infrastruktur havde været på ligevægtsniveau (det samfundsøkonomisk optimale niveau). Denne øvelse viser, at faldet i produktivitsudviklingen i så fald ville have været 61 % i stedet for 72 % fra 1960-erne til 1970-erne. Resultaterne sammenlignes med en produktionsfunktionsevaluering, som giver uplausible resultater.

Konklusion

Berndt og Hansson konkluderer studiet med at bemærke, at til trods for, at de aftagende investeringer i offentlig infrastruktur er medforklarende til den aftagende vækst i produktiviteten, er effekten kun begrænset.

Det skal bemærkes at både Aschauers og Berndt og Hanssons fremgangsmetoder er relativt simple, men de er valgt som eksempler her, da de er udgangspunktet for mange videre studier. Den øgede

kompleksitet i de videre studier skyldes primært de metodemæssige udfordringer, der er i hypotesen, som vi vil belyse i det kommende afsnit

Mikroøkonomiske studier

De resterende 25 studier er meget heterogene i deres tilgang til evaluering af hypotesen. Mange af disse undersøger enkelte af de mikroøkonomiske mekanismer beskrevet i det teoretiske afsnit. Det er derfor ikke muligt at give et overordnet indblik i metoderne i denne restgruppe. Ikke desto mindre kan studiet "State characteristics and the location of foreign direct investments within the United States" (Coughlin et al., 1991) præsenteres som et godt eksempel på, hvordan én af de valgte mekanismer kan evalueres. I dette studie analyseres infrastrukturen (og andre faktorerers) påvirkning på virksomhedsinvesteringer. Denne artikel er blevet citeret 432 gange og er dermed blandt de mest populære udgivelser blandt den empiriske litteratur. Den anvendte fremgangsmåde er kort præsenteret i boks 6.3.

Boks 6.3 Et repræsentativt mikroøkonomisk studie.

Coughlin et al. (1991): "State characteristics and the location of foreign direct investments within the United States"

Motivation

Udgangspunktet i dette studie er, at udenlandske investeringer i den amerikanske fremstillingssektor har været stigende i perioden 1975 til 1989, men at man ved relativt lidt om, hvad der afgør, hvor investeringerne placeres.

Offentlig kapital

I dette studie medtages tre separate mål for infrastruktur: (i) Mængden af motorvejsinfrastruktur per areal. (ii) Mængden af jernbaneinfrastruktur per areal. (iii) Antallet af offentlige lufthavne per areal.

Teoretisk udgangspunkt

Goughlin et al. vælger en intuitiv tilgang, idet de antager, at udenlandske virksomheder vil vælge at investere i den stat, hvor det giver den højeste profit. Lad π_{ij} være virksomhed i 's profit ved investering i stat j . Virksomheden vil vælge at investere i stat j hvis og kun hvis: $\pi_{ij}^* = \max(\pi_{im})$ for $m=1, \dots, 50$

Profitten af investering i stat j antages at kunne beskrives ved en lineær funktion, som afhænger af en konstant og en vektor af nogle statskarakteristika. Givet denne specifikation kan man benytte teorien af McFadden (1974) og estimere en såkaldt diskret valgmodel. Man kan med andre ord estimere, hvordan de nævnte statskarakteristika påvirker sandsynligheden for, at den udenlandske virksomhed vælger at investere i netop denne region.

Empirisk evaluering

Ved at betragte data for perioden 1981 til 1983 forsøger man med en diskret valgmodel at afgøre, hvilke faktorer der afgør investeringsbeslutningerne. Blandt statskarakteristika vælger forfatterne at anvende statens areal, da et større areal alt andet lige medfører flere placeringsmuligheder. For at indarbejde markedsefterspørgslen medtages indkomst per indbygger samt intensiteten af fremstillingssektoren i denne stat. For at kontrollere for arbejdsmarkedsforhold indarbejdes lønninger i fremstillingssektoren og graden af fagforeningsmedlemskab. Ydermere medtages nogle lov- og skatteforhold.

Forfatterne vælger at estimere seks forskellige modeller, som varierer mht. hvilke forklarende variable, der medtages. I ingen af modellerne medtages alle mål for infrastruktur. I model (3) medtages motorveje, som estimeres at have en positiv og signifikant indvirkning på sandsynligheden for at investeringer lokaliseres i en stat. I model (4) medtages jernbaneinfrastrukturen, men ikke motorveje eller lufthavne. Baneinfrastrukturen har også en positiv og signifikant effekt på sandsynligheden. Det samme gør sig gældende for lufthavne, der medtages i model (5) separat uden motorvej- og jernbaneinfrastrukturen. For de andre variable er der overraskende resultater. Blandt andet påvirker fagforeningsmedlemskab sandsynligheden positivt i alle modeller (undtagen i model (3)), hvor den er insignifikant). Højere lønninger reducerer sandsynligheden, mens højere arbejdsløshed øger sandsynligheden.

Konklusion

Coughlin et al. konkluderer, at det offentlige kan gøre området mere attraktivt for udenlandske investeringer, ikke kun ved at ændre på beskatningen, men også igennem investeringer i infrastruktur.

Studiet, der er beskrevet i boks 6.3, er samtidig et godt eksempel på de fordele, som de mikroøkonomiske studier har i forhold til de makroøkonomiske. Konklusionen giver direkte policy anbefalinger, idet samfundsplanlæggeren her får nogle konkrete redskaber til at gøre en region mere attraktiv for udenlandske investeringer. Fra et videnskabeligt perspektiv har de mikroøkonomiske studier den store fordele, at teori og empiri er tættere knyttet. De anvendte data er ikke så aggregerede som i de makroøkonomiske studier, og resultaterne er mere præcise.

Vi har i vores litteratursøgning haft indirekte fokus på studier med kvantitative mål, som følge af, at vi har koncentreret os om effekter på den økonomiske udvikling, hvor kvantitative mål er naturlige. Dette betyder dog ikke, at vi har ignoreret kvalitative mål. For eksempel ser Cervero (2009) på sammenhængen mellem regioners konkurrenceevne og deres "liveability". Cervero (2009) diskuterer på baggrund af tre cases, hvordan motiver om at øge produktivitet ved infrastrukturinvesteringer ikke nødvendigvis udelukker en forøgelse af byvelfærden. Han nævner blandt andet, at en faktor som trængsel er meget afgørende for velfærd og livskvalitet. Analysen er kvalitativ, idet byvelfærd er en svært målelig størrelse i lighed med konkurrenceevne. Knowles (2006) diskuterer, hvilke effekter transporten har haft på en række samfundsbegreber igennem de seneste 200 år. Han konkluderer blandt andet, hvilken rolle infrastrukturen spiller for social eksklusion, idet enkelte samfundsgrupper ikke har adgang til bil eller offentlig transport og derved bliver afskåret fra det øvrige samfund.

6.2 Tekniske udfordringer

Evaluering af, om infrastrukturinvesteringer fører til øget økonomisk udvikling, er ikke ligefrem. I litteraturen fokuseres på tre væsentlige problemer:

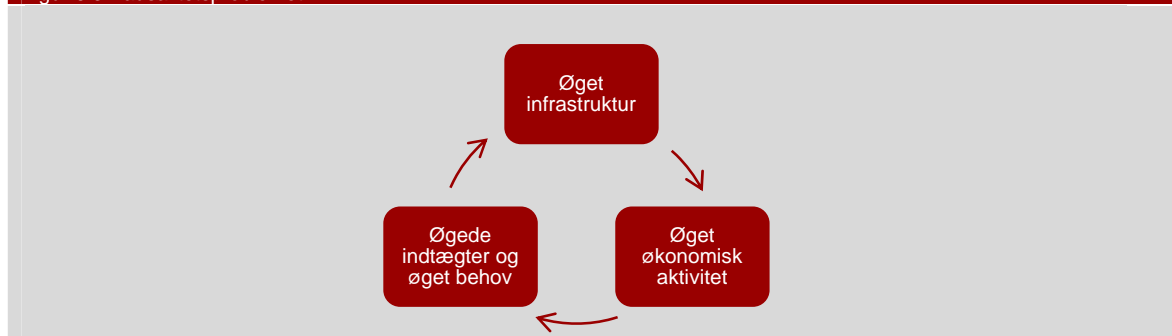
- (iv) Kausalitet
- (v) Ikke stationaritet
- (vi) Målefejl

For at give en bedre forståelse for disse udfordringer og de relaterede mulige løsninger vil vi kort beskrive dem i det følgende, før vi senere præsenterer de i litteraturen anvendte metoder.

Kausalitet

Kausalitetsproblemet er illustreret i figur 6.3. Observeres en positiv korrelation mellem infrastrukturinvesteringer og økonomisk aktivitet, kan dette skyldes, at øget infrastruktur *fører til* øget økonomisk aktivitet, eller at øget økonomisk aktivitet giver flere skatteindtægter og øget behov for infrastruktur.

Figur 6.3 Kausalitetsproblemet



Hvis alle tre pile er sande, opstår kausalitetsproblemet.

Det er selvfølgelig også muligt, at kausaliteten går to veje, dvs. at øget økonomisk aktivitet fører til øget infrastruktur og omvendt. Såfremt effekten er tovejs eller modsat den evaluerede, er "almindelig" estimation inkonsistent, som det fremgår af boks 6.4.

Det af kausalitetsproblemet opståede endogenitetsproblem er ofte set i økonometrien, og der findes en række værktøjer til at håndtere denne udfordring. Aschauer præsenterer en løsning på dette problem ved estimation med instrumentvariable. Ideen i denne metode er at estimere den del af infrastrukturen, som er ukorreleret med fejleddet. Denne metode er anerkendt og populær, men kræver at der findes en variabel, der kan anvendes til at estimere denne eksogene del af infrastrukturen. Denne variabel skal være eksogen, ellers øges problemet.

Instrumentvariabelmetoden er ikke den eneste eller bedste løsning til endogenitetsproblemet. Som det fremgår af boks 6.4 opstår problemet, fordi man estimerer én ligning og ignorerer, at det i virkeligheden er et system bestående af to ligninger. Hvis man tager højde for dette i estimationen, vil man kunne løse endogenitetsproblemet. I den empiriske litteratur er denne løsning blevet anvendt i to udgaver. Det første er en Vektor Autoregressiv Model, hvor man estimerer alle variable på hinanden og derpå lader data afgøre, hvilke sammenhænge der er eksisterende.

Denne løsning er set hos blandt andre Otto & Voss (1996) og hos Ligthart (2000). Metoden har den fordel, at den lægger op til en løsning af det andet problem, ikke stationaritet, som vi vil belyse nedenfor. En af ulemperne ved metoden er, at den kræver relativt mange observationer, især hvis man vil inddrage mange variable.

Boks 6.4. En teknisk beskrivelse af endogenitetsproblemet.

Såfremt kausaliteten er tovejs eller omvendt, vil infrastruktur være en *endogen* variabel.

Antag at vi estimerer følgende relation:

$$\text{\textit{økonomisk udvikling}} = \alpha + \beta \text{\textit{infrastruktur}} + \varepsilon$$

OLS estimation er konsistent så længe *infrastruktur* er ukorreleret med fejleddet ε . Men dette er ikke gældende hvis det sande system er følgende tovejs system:

$$\text{\textit{økonomisk udvikling}} = \alpha + \beta \text{\textit{infrastruktur}} + \varepsilon$$

$$\text{\textit{infrastruktur}} = \delta + \gamma \text{\textit{økonomisk udvikling}} + \epsilon$$

Hvor ϵ og ε er hvid støj, med andre ord fejledder der er ukorrelerede med de forklarende variable. Løser vi først systemet for infrastruktur får vi:

$$\text{\textit{infrastruktur}} = \frac{\delta}{1-\gamma\beta} + \frac{\gamma\alpha}{1-\gamma\beta} + \frac{\varepsilon}{1-\gamma\beta} + \epsilon \text{ for } \gamma\beta \neq 1$$

Som ved indsættelse i den første relation giver:

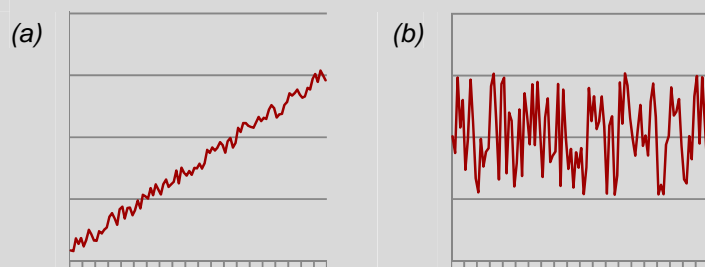
$$\text{\textit{økonomisk udvikling}} = \alpha + \beta \left(\frac{\delta}{1-\gamma\beta} + \frac{\gamma\alpha}{1-\gamma\beta} + \frac{\gamma\varepsilon}{1-\gamma\beta} + \epsilon \right) + \varepsilon$$

Med mindre $\gamma = 0$, med andre ord at kausaliteten kun går en vej, har vi et endogenitetsproblem, hvis kun den første relation estimeres.

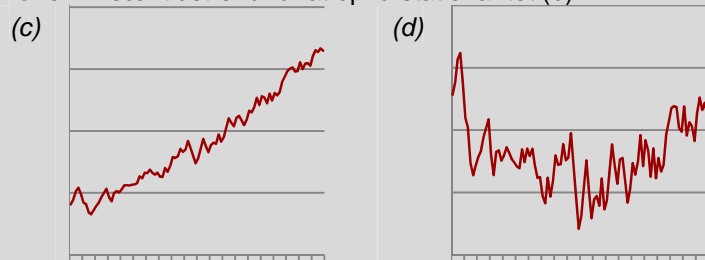
Et alternativ er at opstille en strukturel model. Hvis vi antager, at vi kan beskrive det sande system – som vist i boks 6.4 kan vi estimere dette direkte og simultant. Cadot et al. (1999) og Kemmerling & Stephan (2002) har udnyttet metoden på interessant vis. Ideen er nemlig, at den anden ligning i systemet i boks 6.4 – som bestemmer mængden af infrastrukturinvesteringer – beskriver en politisk proces. Denne proces kan være interessant i sig selv, blandt andet for at undersøge infrastrukturens rolle i at modgå regional ulighed (se for eksempel Yamano & Ohkawara 2000) for en evaluering af offentlige investeringer som instrument mod regional ulighed). Med andre ord estimerer forfatterne et system, hvor de modellerer den politiske proces, der fører til investeringer i infrastruktur samtidig med infrastrukturens påvirkning på den private sektors produktivitet for henholdsvis Frankrig og Tyskland. Ulempen ved denne metode er, at den stiller store krav til den korrekte specifikation af den strukturelle model.

Boks 6.5 Ikke stationaritet

Serier, som er henholdsvis trendstationær (a), stationær (b), ikke-stationær med tidstrend (c) og ikke-stationær uden tidstrend (d).



For en trendstationær serie (a) er det tilstrækkeligt at tage højde for en lineær tidstrend for at opnå stationaritet (b).



Figur (c) er et eksempel på en ikke-stationær serie med enhedsrod og en tidstrend. I figur (d) er serien i (c) korrigeret for tidstrenden. Der ses en tydelig kontrast mellem den stationære serie i (b) og (d). (Alle serier er simulerede).

Ikke stationaritet

Mens Aschauer selv nævnte det første store problem – kausaliteten - ved den empiriske analyse, er hans studie blevet kendt for at ignorere det andet problem, ikke-stationaritet. I starten af 1990-erne kom der flere bidrag til debatten, som slog på, at hvis man tog højde for ikke-stationaritet, var den af Aschauer fundne effekt ikke eksisterende (se for eksempel Tatom 1991 og Sturm & de Haan 1995). Ikke-stationaritet er et problem, der ofte er involveret i data, som er observeret over tid. Normal interferens, sådan som Aschauer gennemfører det, kræver, at serier er stationære. Stationaritet indebærer

En ofte anvendt løsning i litteraturen er at udnytte variation over tid og sted. Med sådanne Panel data metoder kan man afhjælpe endogenitetsproblemer, der opstår, fordi nogle regioner generelt er tilbøjelige til at have høj økonomisk aktivitet og modtage infrastrukturinvesteringer. Med andre ord er der tale om områdespecifikke effekter. Når der haves variation over tid og sted, kan man rense estimationen for sådanne "faste effekter" i form af en såkaldt "fixed effects" panel data model. Denne procedure er anvendt i en stor del af litteraturen, se for eksempel Holtz-Eakin (1994) og Picci (1999).

,at en observeret værdi er trukket fra den samme statistiske fordeling, uanset hvornår man har observeret denne. Makroøkonomiske data er sjældent stationære. Er det rimeligt at antage, at produktionen i 2000 er trukket fra en fordeling med samme middelværdi og varians som produktionen i 1970? Nej, men ofte er det tilstrækkeligt at medtage en tidstrend, hvilket Aschauer (1989) også gør, og derved kontrollere for, at variable er konstant stigende over tid (eller faldende). I tilfælde, hvor en tidstrend er tilstrækkelig til at opnå stationaritet, siges data at være trendstationære. Ofte er dette dog ikke tilfældet. Nogle tidsserier har meget høj persistens, hvilket vil sige, at hvis der observeres en høj (lav) værdi i dag, er den højst sandsynligt også høj (lav) i morgen. Man siger så, at en serie vandrer tilfældigt op og ned, eller mere præcist, at den følger en *random walk*.

Almindelig estimation af ikke-stationære data fører til en såkaldt "spurious regression" (Granger & Newbold 1974), hvor normale tests tyder på meget klare sammenhænge, selvom der ikke eksisterer sammenhænge. Der er dog en undtagelse, nemlig når serierne danner en cointegrerende sammenhæng. Cointegration er den optimale løsning til ikke-stationaritet, idet den identificerer en langsigtligvægt og samtidig bevarer kortsigtsdynamikken. Hvis man kan identificere en sådan cointegrerende relation for infrastrukturhypotesen, har man mulighed for at redegøre for både kortsigts- og langsigtseffekter og kan evaluere effekter af ændringer i niveau. Denne løsning er kun mulig, hvis der eksisterer en sådan langsigtssammenhæng mellem de involverede variable. Hvis ikke en sådan sammenhæng eksisterer, må man estimere på data i differencer i stedet for i niveau. En ikke-stationær serie kan gøres stationær ved at betragte ændringen (differencen) i serien frem for niveauet. Hvis det er tilstrækkeligt at tage første difference, er serien integreret af første orden, hvilket ofte er tilfældet for makroøkonomiske variable, mens enkelte serier er integreret af højere orden. Cointegration er den foretrukne løsning, da den tillader fortolkning af både niveau- og ændringseffekter i modsætning til evaluering i differencer, hvor al information om niveauer forkastes. Endvidere medfører estimation i første differencer, at målefejl får en større betydning.

Målefejl

En tredje udfordring er målefejl, som ofte medfører mindre præcise resultater. Intuitionen er, at hvis infrastruktur måles meget upræcist, vil den observerede værdi indeholde en del "støj", som gør sammenhængen mindre klar. Hvis vi forestiller os, at A og B er tæt korreleret. Vi måler dog ikke A , men C . A er en lille delmængde af C , og den resterende del af C er ukorreleret med A . Når vi undersøger sammenhængen mellem C og B , vil vi derfor få en mindre tydelig effekt end den sande effekt mellem A og C . Problemet er endnu større, hvis målefejlen er korreleret med en af de forklarende variable. I så fald opstår der i tillæg et endogenitetsproblem.

Opsummering

I tabel 6.1 opsummeres de væsentligste udfordringer og løsningsmetoder, der er blevet anvendt i litteraturen. For kausalitetsproblemet er ingen af de anvendte løsninger entydigt overlegne, omend VAR og strukturelle modeller anses at være grundigere løsninger. For ikke-stationaritetsproblemet er den optimale løsning at identificere den cointegrerende sammenhæng og derved identificere strukturelle sammenhænge i økonomien. Målefejl er en udfordring i de fleste empiriske studier, og problemet forværres, hvis det fører til endogenitetsproblemer. I så fald kan de løsninger, der anvendes for at håndtere kausalitetsproblemet, anvendes.

Tabel 6.1 De to hovedudfordringer i den empiriske litteratur

	Kausalitet (endogenitet)	Ikke stationaritet
Problem	Hvis kausalitetsretningen er omvendt, kan det medføre et endogenitetsproblem og derved inkonsistente estimater.	Serier observeret over tid er ofte ikke-stationære, som er et krav for at normal inferens er valid.
Løsningsmuligheder	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Instrumentvariabel (set ved blandt andet Aschauer, 1989c og Morrison & Schwartz, 1996a) ✓ VAR model (set ved blandt andet Otto & Voss, 1996 og Lighthart, 2000) ✓ Strukturel model (set ved blandt andet Cadot et al., 1999 og Kemmerling & Stephan, 2002) ✓ Panel data metoder (set hos blandt andet Holtz-Eakin, 1994 og Picci, 1999) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Første differencer (set hos Tatom 1991 og Mofidi & Stone 1990) ✓ Cointegration (set hos Lynde & Richmond, 1993 og Luoto, 2010)

6.3 Kvantitativ evaluering af den empiriske litteratur

I afsnit 6.1 blev et par typiske tilgange til den empiriske evaluering af emnet præsenteret, og i ovenstående afsnit 6.2 blev de væsentligste udfordringer ved denne empiriske analyse præsenteret. I disse afsnit blev enkelte studier præsenteret, men kun i uddrag og på en usystematisk vis. For at give et mere samlet billede af litteraturen præsenterer vi nu en kvantitativ evaluering af litteraturen. Denne præsentation vil give et indtryk af de anvendte metoder, måletyper (som blev diskuteret i afsnit 4) og data.

Vi har valgt at præsentere værdier for alle evaluerede empiriske studier og opdelt i *afviser* og *bekræfter*, for studier, der henholdsvis afviser og bekræfter hypotesen om, at infrastrukturinvesteringer fremmer økonomisk udvikling. Denne opdeling skal dog kun evalueres indikativt, da mange studier har blandede konklusioner, og en sådan diskret opdeling ikke er fuldstændig retvisende. I denne evaluering har vi medtaget 144 af de 176 evaluerede empiriske studier. Vi har frasortet en række studier som var spanske, identiske med andre studier (men i andre udgaver) og studier, der var udført som konsulentopgaver. Desuden er frasortet en række studier, hvor det ikke har været klart, hvad datakilden bag analyserne har været.

Boks 6.6 Standardfejlen

I tabel 6.1-6.5 opsummeres de empiriske studier i form af andele. For hver andel har vi angivet et tal i parentes som er *standard fejlen*. Denne størrelse fortæller noget om præcisionen af det estimerede gennemsnit. Det betyder at det estimerede gennemsnit med 95 % sandsynlighed vil være indenfor 2 standard fejl fra den sande middelværdi. Et konfidensbånd for et estimat kan derfor beregnes ved tage det estimerede gennemsnit og lægge 2 standard fejl fra og til dette estimat.

For alle værdier har vi angivet standardfejl. Som forklaret i boks 6.6 betyder det, at – under gængse antagelser - hvis vi har estimeret at 34 % af de evaluerede studier anvender offentlig kapital som mål for infrastruktur, så er der en standardafvigelse på 4 %. Det betyder således, at den sande værdi med 95 %s sandsynlighed ligger inden for intervallet 26 % og 42 %.

Identifikation af infrastruktur og økonomisk udvikling

I afsnit fire diskuterede vi de forskellige mål for infrastruktur og økonomisk udvikling. Tabel 6.2 giver et overblik over de anvendte mål for infrastruktur.

Tabel 6.2 Anvendte mål for infrastruktur		Alle	Afviser	Bekræfter
Offentlig infrastruktur	Indeholder vej-, bane-, luft- og søfartsinfrastrukturen såvel som forsyningsinfrastrukturen (kloakering, energi og vand). Derudover offentlige bygninger, men ikke kapital tilhørende forsvaret.	50	10 (20 %)	40 (80 %)
Kerneinfrastruktur	Indeholder vej-, bane-, luft- og søfartsinfrastrukturen såvel som forsyningsinfrastrukturen (kloakering, energi og vand).	35	5 (14 %)	30 (86 %)
Vej/baner	Mængden af et specifikt infrastrukturelement, for eksempel motorveje.	51	12 (24 %)	39 (76 %)
Andre		8	2 (25 %)	6 (75 %)
Sum		144	29 (20 %)	115 (80 %)
Værdi	Infrastruktur er målt ved værdi, typisk ud fra investeringer.	117	27 (23 %)	90 (77 %)

Tredje kolonne angiver de samlede antal studier, mens fjerde kolonne viser antal studier, der afviser en sammenhæng, og femte kolonne viser antal studier, der bekræfter hypotesen.

Det fremgår, at omkring en tredjedel af de behandlede studier har anvendt et mål for infrastruktur, som indeholder al offentlig kapital. Denne andel er meget konstant uanset konklusion. En fjerdedel af alle studier koncentrerer sig om kerneinfrastruktur. Denne andel er lavere blandt studier, der afviser, og højere blandt studier, der bekræfter. Den omvendte sammenhæng gør sig gældende for den tredje fremgangsmåde, hvor infrastruktur måles ved et bestemt element af infrastruktur. Samlet set er der ca. en tredjedel af studierne, der anvender denne metode. For studier, der afviser, anvendes denne fremgangsmåde i næsten halvdelen af studierne. Det er endvidere tydeligt, at langt de fleste studier vælger at kvantificere infrastruktur ved dets monetære værdi. Blandt studier, der afviser, er det mere end ni ud af ti studier, som anvender denne metode, mens knap otte ud af ti studier, der ikke afviser hypotesen, anvender dette mål. Man bemærker dog den store variation inden for grupperne angivet ved standardfejlene og ser, at der ikke er noget signifikant mønster.

Vi har i vores opdeling ikke separat behandlet offentlig transport. Disse grupper vil være fordelt hen over de nævnte fire grupper. Vi har dog fokuseret på infrastrukturen, og offentlig transport er derfor som udgangspunkt kun medtaget i form af for eksempel baneinfrastruktur. Denne delinfrastruktur er både indeholdt i offentlig infrastruktur og kerneinfrastruktur og er blevet behandlet af separat. Som eksempel kan nævnes, at Bollinger & Ihlanfeldt (1997) finder, at banesystemet (Rapid Rail) MARTA i Atlanta ikke har haft nogen effekt på beskæftigelsen omkring stationerne. Aschauer & Campbell (1991) analyserer effekten af transportudgifter og skelner mellem udgifter til offentlig transport og udgifter til motorvejsinfrastrukturen. De konkluderer, at udgifter til offentlig transport har en større effekt på produktiviteten end udgifter til motorvejsinfrastrukturen. Forfatterne advarer dog selv mod overfortolkning af disse resultater.

Betragtes fremgangsmåden for evaluering af økonomisk udvikling – som er opsummeret i tabel 6.3 – er konklusionen den samme som for infrastruktur.

Tabel 6.3 Anvendte mål for økonomisk udvikling		Alle	Afviser	Bekræfter
Produktion/vækst	Baseret på de beskrevne <i>tekniske</i> relationer.	72 % (104)	72 % (21)	72 % (83)
Omkostninger/profit	Baseret på de beskrevne <i>adfærdsrelationer</i> .	13 % (19)	7 % (2)	15 % (17)
Virksomhedsadfærd	Virksomhedsopstart, investeringer, etc.	3 % (2)	3 % (1)	3 % (1)
Andre	Lønninger, Grundpriser og beskæftigelse	14 % (19)	24 % (6)	11 % (13)
Sum		100 % (144)	100 % (30)	100 % (114)

Bemærk: Antal i parenteser, 144 studier medtaget. Summering over kolonner.

Det fremgår, at langt de fleste af de betragtede studier måler effekten af infrastruktur på produktionen, produktiviteten eller væksten. Andelen er relativt konstant hen over den endelige konklusion, hvor cirka tre ud af fire studier anvender denne tilgang. Kun 13 % af studierne anvender en adfærdsrelation (omkostningsminimering eller profitmaksimering). Denne andel er lavere blandt studier, der afviser. Omkring en tredjedel af de behandlede studier udgør den sidste, heterogene gruppe, som anvender mikroøkonomiske tilgange. Der er nogen variation på tværs af konklusionen, men, som det fremgår af de høje standardafvigelse, er der ikke noget signifikant mønster.

Metodemæssig tilgang

Som det fremgår af afsnit 6.2, er der blevet anvendt flere metoder til løsning af statistiske udfordringer ved den empiriske evaluering af hypotesen. En række artikler konkluder hurtigt, at den stærke og positive sammenhæng fundet af Aschauer kun skyldes metodisk misspecifikation. Det er derfor af stor interesse, om dette også gør sig gældende, når man evaluerer de 144 studier. Med andre ord, om de studier, der afviser hypotesen, har anvendt en anden metode end de studier, der bekræfter hypotesen?

Tabel 6.4 opsummerer de anvendte metoder til at løse endogenitetsproblemet og problemet med ikke-stationaritet. Det er bemærkelsesværdigt, at knap 60 % af de evaluerede studier ignorerer problemet med ikke stationaritet. Dette er vel at mærke 60 % af de studier, der har en tidsdimension, selvom enkelte studier i denne kategori er observeret over en relativ kort periode eller har en relativ kort tidshorisont i forhold til den tværsnitlige dimension. Selvom problemet ikke så udpræget, er det problematisk, at så stor en andel af studier ignorerer problemet. Det er dog bemærkelsesvær-

Boks 6.7 Hvorfor ingen signifikantstest.

Vi har valgt ikke at præsentere testresultater, der viser, om forskelle er signifikante. Dette skyldes, at kvantificeringen kun er en indikation. Ved mange mål afhænger kvantificeringen af læserens/forfatterens vurdering. Dertil kommer, at vi ikke på nogen måde kan sikre os, at vores udvalg af studier er repræsentative. Som skøn kan man dog anvende den i boks 6.6. beskrevne metode til at udlede 95 % konfidensbåndet for de angivne gennemsnit. Hvis disse konfidensbånd ikke er overlappende, er der med rimelig sikkerhed en signifikant forskel (på 5 % niveau).

dig, at denne andel er nogenlunde konstant på tværs af konklusioner, selvom den er lidt lavere for studier der afviser, end for studier, der bekræfter.

Tabel 6.4 anvendte metoder i de empiriske studier		Alle	Afviser	Bekræfter
Ikke stationaritet*	Første differencer	16 % (52)	33 % (13)	11 % (39)
	Cointegration	15 % (20)	7 % (2)	17 % (18)
	Ignorerer problemet	58 % (76)	61 % (12)	46 % (64)
Endogenitet	Instrument variabel	20 % (29)	24 % (7)	19 % (22)
	Strukturelt system	8 % (11)	3 % (1)	9 % (10)
	VAR	11 % (16)	10 % (3)	11 % (13)
	GMM	7 % (10)	0 % -	9 % (10)
	Panel data	36 % (60)	48 % (25)	32 % (35)
	Ignorerer problemet	30 % (43)	21 % (6)	32 % (37)

Bemærk: Antal i parentes, 144 studier medtaget. Der er overlap mellem metoderne, hvorfor der ikke kan summeres til 100 %
* For studier med en tidsdimension.

Blandt studier, der afviser, er den hyppigst anvendte løsning en evaluering i første differencer. Denne gruppe er præget af mange af de første studier, der kritiserede Aschauer (1989) på baggrund af den anvendte metode (se for eksempel Tatom, 1991; Sturm & de Haan, 1995). Men som beskrevet ovenfor, fører en evaluering i første differencer til forkastelse af al information i niveauer. Derudover giver evaluering i første differencer større problemer i tilfælde af målefejl (Garcia-Mila et al. 1996). Det er ikke overraskende, at relativt få studier, der afviser, finder en cointegrerende sammenhæng, da dette jo indebærer at finde en langsigtligvægt (det er naturligvis muligt at identificere en langsigtrelation, hvor infrastruktur ikke indgår). Denne metode er den mest populære løsning blandt studier, der bekræfter.

Betragter vi endogenitetsproblemet, fremgår det, at mindre end en tredjedel af studierne ignorerer dette problem, og at andelen tydeligvis er mindre blandt studier, der afviser (mindre end en femtedel). Studierne vælger typisk at afhjælpe dette problem ved at anvende instrument variabel estimation og/eller panel data estimation. VAR modeller og strukturelle systemer er klart mere populære blandt studier, der bekræfter. General Method of Moments (GMM) er en estimator, der kan udledes baseret på nogle momentbetingelser (for eksempel middelværdi og varians).⁴ En række studier baserer sig på denne metode, ofte for at udnytte såkaldte interne instrumenter til IV metoden.

⁴ En række panel data modeller baseret på GMM estimationsmetoden giver mulighed for anvendelsen af såkaldte "interne instrumenter" i instrument variabel estimationen. Denne metode har teoretiske fordele, men den praktiske brugbarhed er omdiskuteret (se for eksempel Cameron & Trivedi, 2005 for en diskussion af denne type estimatorer).

Trods små forskelle i de anvendte metoder fremgår der ingen signifikant systematik. Den tidlige konklusion, at manglende behandling af disse to problemer var årsag til positive og signifikante resultater, gør sig altså ikke længere gældende.

Dataegenskaber

De evaluerede studier varierer også med hensyn til hvilket land de undersøger, og på hvilket geografisk aggregeringsniveau hypotesen undersøges. Af tabel 6.4 fremgår det, at næsten halvdelen af de evaluerede studier er baseret på amerikansk data. Dette er der flere årsager til. For det første har USA en relativt stor forskningssektor inden for økonomi. For det andet, skabte Aschauers (1989) resultat også en stor interesse for emnet, og mange senere studier er simpelthen udført og udgivet for at undersøge Aschauers metode (for eksempel Tatom, 1991, Holtz-Eakin, 1994 og Sturm & de Haan 1995). Da Aschauers (1989) var koncentreret på amerikanske data, var det kun naturligt, at disse følgende studier også blev udført på amerikanske data. For det tredje oplevede især USA en tilbagegang i produktivt vækstraten sammenfaldende med en tilbagegang i offentlige investeringer – i 1980'erne – en sammenhæng, der var og er oplagt at undersøge nærmere.

Tabel 6.5 Data grundlag i de empiriske studier

		Alle	Afviser	Bekræfter
Land	USA	49 % (72)	76 % (22)	43 % (50)
	Udviklingsland	8 % (11)	0 % -	10 % (11)
	Panel af lande	14 %	10 %	15 %
	Andre lande	29 %	14 %	32 %
Niveau	Nationalt	46 % (66)	41 % (12)	47 % (54)
	Statsligt	21 % (30)	31 % (9)	18 % (21)
	Regionalt	17 % (25)	10 % (3)	19 % (22)
	Lokalt	16 % (23)	17 % (5)	16 % (18)
Sum	100 % (144)	100 % (29)	100 % (115)	
Dimension	Antal år (Standardafvigelse i parentes)	23 (1.3)	20 (1.8)	24 (1.5)
	Antal observationer (Standardafvigelse i parentes)	9.092 (6.712)	623 (133)	11.227 (8.400)
	Paneldata	63 % (90)	72 % (21)	60 % (69)
	Tidsserie	28 % (40)	21 % (6)	30 % (34)

Bemærk: Antal i parentes. 144 studier taget i betragtning, summering over kolonner.

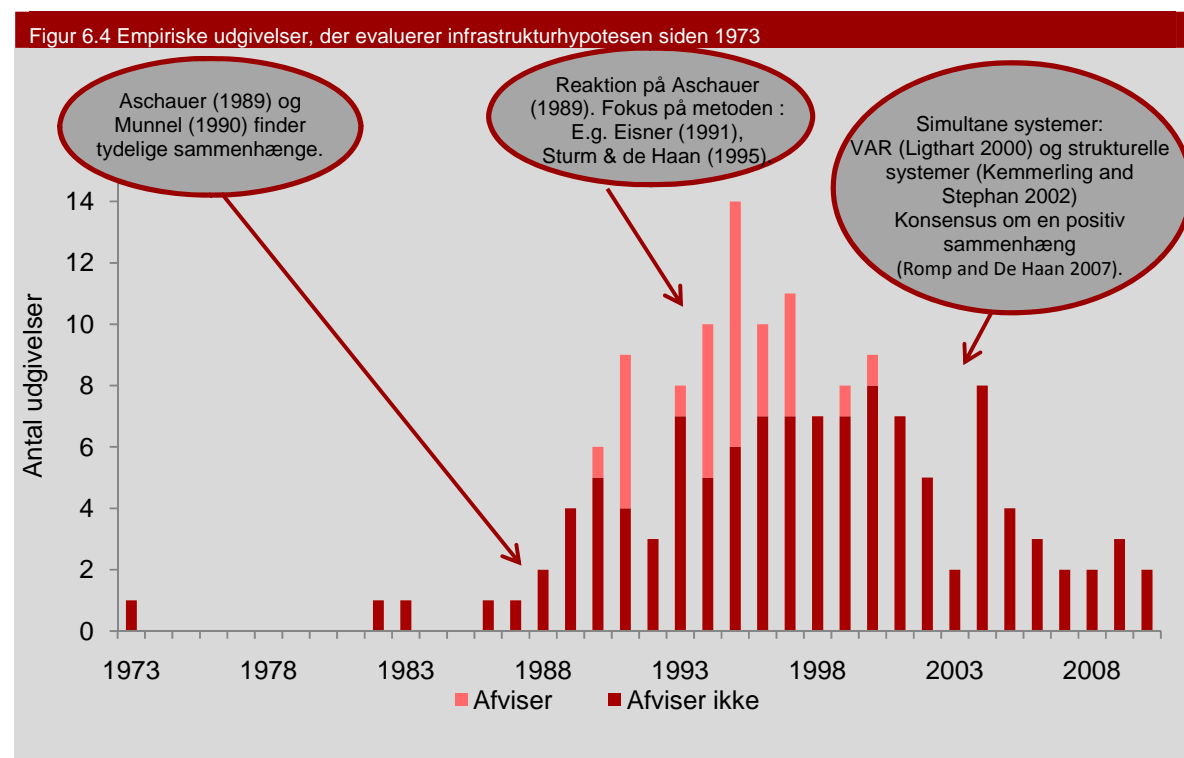
Andelen, der anvender amerikansk data, er væsentligt større for studier, der afviser (76 %), end for studier, der bekræfter (43 %). Ingen af studierne udført på udviklingslande kan afvise hypotesen. Andelen, der evaluerer hypotesen på nationalt niveau, er lidt større blandt studier, der bekræfter, end blandt studier, der afviser. Det omvendte gør sig marginalt gældende for studier på lokalt niveau. Der er en vis evidens i litteraturen om, at jo mindre et område der evalueres, des mindre er effekten. Intuitionen er, at når kun et lille område undersøges, medtages ikke alle effekter. Denne hypotese blev systematisk undersøgt af Berechman et al. (2006), som bekræfter ideen, idet de for samme geografiske område og tidsperiode finder en lavere effekt, når hypotesen undersøges på kommuneniveau end på

statsniveau. Dette leder videre til en anden udfordring i litteraturen, nemlig behandlingen af såkaldte "naboeffekter" eller spill-over effekter. Spørgsmålet er, om infrastrukturinvestering i naboregioner har en positiv eller negativ effekt på regionens udvikling. Boarnet (1998) og Chandra & Thompson (2000) finder negative effekter af infrastruktur i naboregioner, hvorimod for eksempel Lall (2007) konkluderer det modsatte. Der kan være flere årsager til den manglende konsensus om naboeffekter. For det første er der spørgsmålet om, hvordan infrastruktur og økonomisk udvikling måles, for det andet kan der være nødvendige betingelser, der skal være opfyldt, for at effekten af forbedringer af infrastrukturen i naboregioner har en positiv effekt.

Med hensyn til datadimensioner, fremgår det af tabel 6.4 at der er meget lidt variation på tværs af konklusioner. Det store antal gennemsnitlige observationer i studier, der bekræfter, skyldes tre ekstreme observationer, uden hvilke gennemsnittet ville være 625, altså på niveau med de studier, der afviser. Tages variationen inden for grupperne i betragtning, fremgår det, at der heller ikke på datafronten er tegn på signifikante forskelle mellem studier, der afviser, og studier, der bekræfter hypotesen.

Opsummering

Vi har evalueret 144 empiriske studier. Af dem kan 80 % (standardfejl på 3,3) af studierne ikke afvise infrastrukturhypotesen – at øget infrastruktur fører til økonomisk udvikling – mens de resterende 20 % kan. Kvantificeringen af litteraturen har vist, at der ikke er systematiske forskelle i metoder, data og definitioner. Den manglende konsensus kan derfor ikke tilskrives forskellige tilgange.



Af figur 6.4 fremgår det, at den største forskningsaktivitet ifølge vores litteratursøgning var i midten af 1990-erne. Det er også i denne periode, man ser klart flest studier, der afviser hypotesen, mens der de

sidste 10 år har været nogenlunde konsensus om, at der er en sammenhæng. Dette er i tråd med konklusionen af Romp & De Haan (2007), som konkluderer at *"there is more of a consensus in the recent literature than in the older literature"* (at der er en sammenhæng). Det er også bemærkelsesværdigt, at 90 % af de amerikanske studier er fra før år 2000, mens 67 % af alle studier er fra før år 2000.. Studier, der bekræfter hypotesen, er i gennemsnit blevet citeret 9 gange per år, mens studier, der afviser, i gennemsnit er blevet citeret 8 gange per år.

7 Infrastruktur i Danmark

Det er bemærkelsesværdigt, at ingen af de evaluerede makroøkonomiske studier eksplicit har beskæftiget sig med den danske udvikling. Kun et af de studier, der evaluerer infrastrukturhypotesen på et panel af lande, nævner eksplicit Danmark (Egert et al. 2009). I dette studie behandles desværre kun dele af infrastrukturen, som ikke berører transporten. På den anden side findes der flere "mikroøkonomiske" studier eller projektspecifikke studier på danske data. Især omkring store projekter som for eksempel Storebæltsbroen, Øresundsbron og Femern Bælt forbindelsen. Mange af disse studier er dog udført før etableringen for at vurdere projektets værdi. For eksempel spørger Skjøtt-Larsen & Fåssel (1991), om virksomheder vil ændre deres adfærd ved etableringen af faste forbindelser. Bernotat & Snickars (2002) ser på potentialet for Øresundsregionen og på, hvad der skal til for at gøre området mere integreret, og finder, at lovgivningsmæssige forhold skal gøres enklere for at kunne opnå det fulde udbytte af en fast forbindelse med hensyn til et integreret arbejdsmarked.

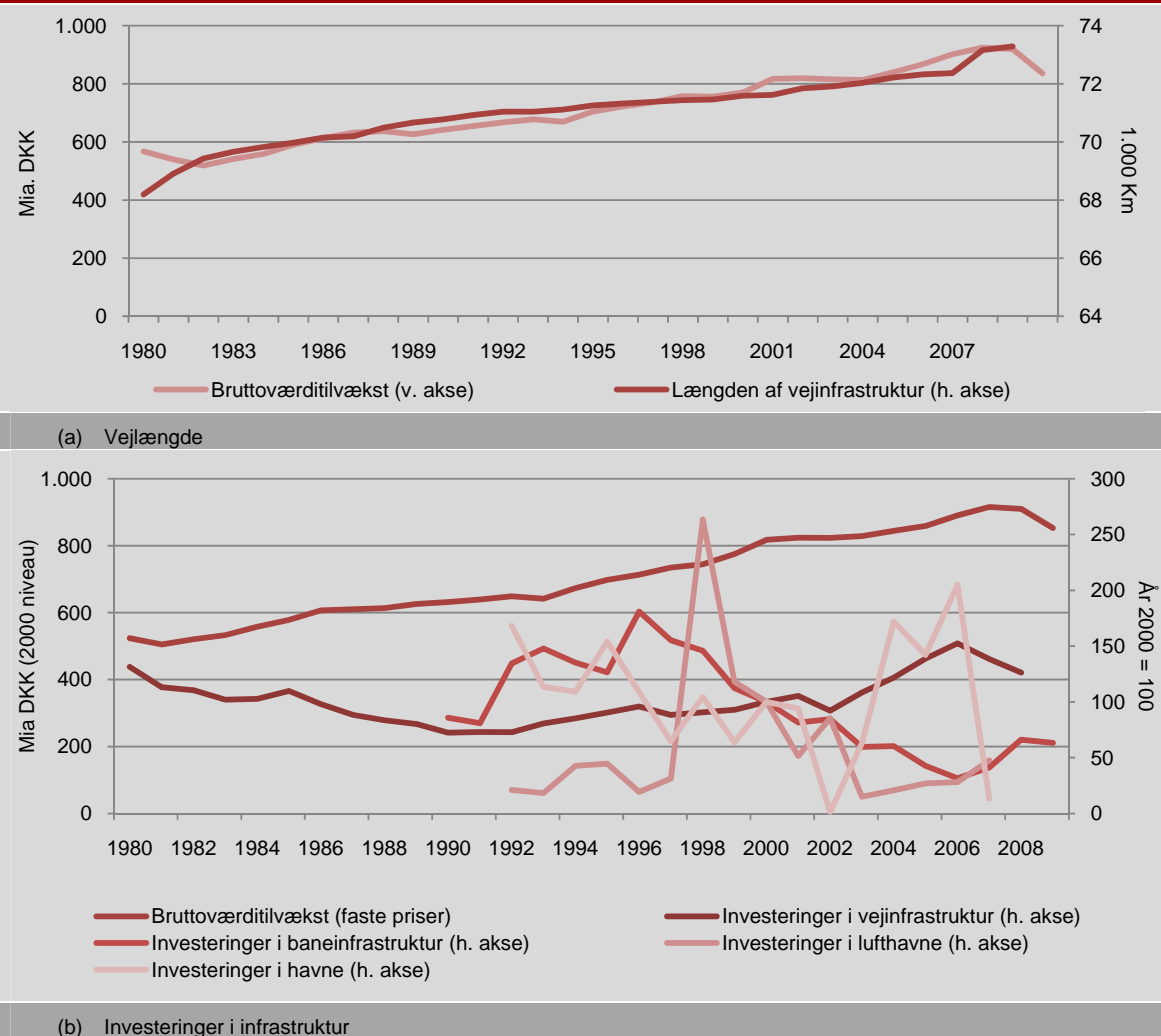
For at sætte evidensen fra litteraturgennemgangen i perspektiv vil vi nu kort evaluere, hvordan udviklingen i Danmark har været. Denne præsentation skal primært give indikation af, om konklusioner og udfordringer, observeret i den internationale litteratur, også gør sig gældende for Danmark.

7.1 Nationalt niveau

Som udgangspunkt ser vi på udviklingen for Danmark som helhed. Ligesom i den gennemgåede litteratur er en væsentlig udfordring valget af mål for infrastruktur og økonomisk udvikling. Tages der udgangspunkt i den mest populære metodik i litteraturen, måles økonomisk aktivitet ved produktion, i dette tilfælde bruttoværditilvæksten i den private sektor. Målet for infrastruktur er noget mere vanskeligt. Vi har her valgt at præsentere to mål.

Figur 7.1 (a) viser en tæt sammenhæng mellem udviklingen i bruttoværditilvæksten og mængden af vejinfrastruktur i Danmark. Dette kan skyldes, at begge serier følger en lineær trend, og at der derfor ikke er nogen sammenhæng mellem disse serier. Vi vil se nærmere på denne mulighed senere. Der bemærkes fra figur 7.1 (b), at det er vanskeligt at anvende investeringer i infrastruktur som mål. I de viste serier har vi forkastet al information om niveauer og beregnet udviklingen i forhold til år 2000. Hvis kurverne var illustreret i niveauer, ville investeringer i vejinfrastrukturen overskygge de andre værdier, da omfanget her er betydeligt højere. De store fluktuationer i serierne er foruroligende. De gengivne serier er rene investeringsniveauer i modsætning til litteraturen, hvor det ofte er en estimeret beholdning af kapital. Men disse beholdningsværdier er typisk estimeret ud fra observerede forløb af investeringer. En sådan estimation kræver yderligere antagelser, og der er derfor mange mulige kilder til målefejl.

Figur 7.1 Udviklingen i bruttoværditilvæksten (BVT) i den private sektor sammenholdt med udviklingen i henholdsvis længden af vejinfrastrukturen (a) og investeringer i infrastruktur (b).



Kilde: Danmarks Statistik, Statistikbanken tabel NAT07 og Vejdirektoratet. Investeringer og BVT er målt i faste priser i år 2000 niveau.

I boks 6.5 præsenterede vi de grafiske egenskaber ved ikke-stationære serier. I boks 7.1 har vi illustreret tilsvarende figurer for de i figur 7.1 (a) præsenterede tidsserier på danske data. Det fremgår, at udviklingen i vejinfrastruktur (a) har store ligheder med de ikke-stationære serier i boks 6.5. Når vi kontrollerer for en tidstrend (b), fremkommer en serie, der i sin form minder meget om den ikke-stationære figur (d) i boks 6.5.

Det samme gør sig gældende for bruttoværditilvæksten for den private sektor i Danmark (c). Der er ligesom i vejinfrastrukturen en klar lineær trend, men selv når denne fjernes (d), er der tegn på en ikke-stationær udvikling. I boks 7.2 udfører vi statistiske tests for ikke-stationaritet, som bekræfter denne visuelle evaluering.⁵

Et makroøkonomisk eksempel på danske data

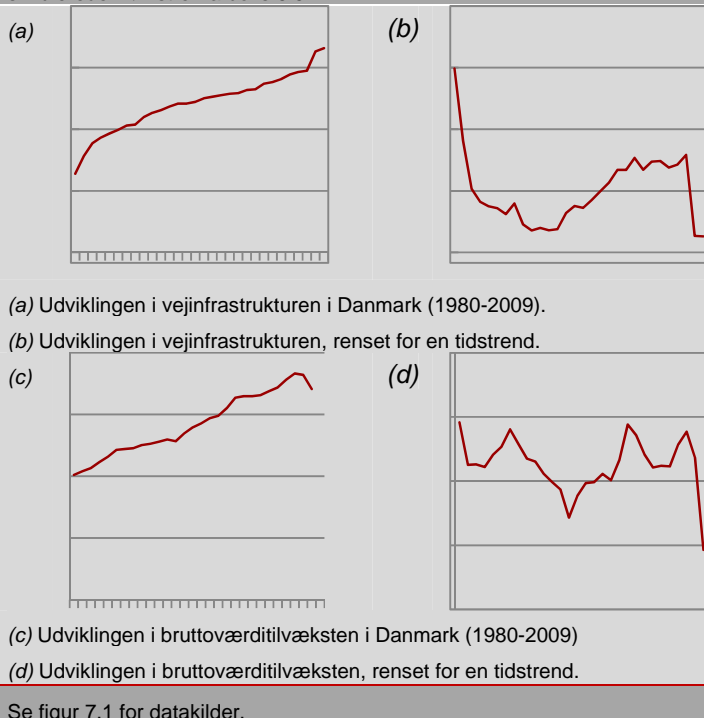
For at demonstrere den makroøkonomiske tilgang anvendt i en stor del af den evaluerede litteratur, kan tilsvarende analyse gennemgås på danske data. Som udgangspunkt benyttes den samlede vej-længde som mål for infrastruktur, ligesom i cirka en tredjedel af de evaluerede studier jf. tabel 6.2. I boks 7.2 har vi præsenteret en kort evaluering af sammenhængen mellem vejinfrastrukturen og økonomisk vækst i Danmark. Analysen er dog kun en illustration af fremgangsmåden og typen af resultater, man kan finde. Selve resultaterne skal tages med store forbehold, da vi dels har anvendt en meget kort periode (30 år), dels kun har anvendt en definition af infrastruktur målt som km. vej.

Resultaterne kan anvendes til at illustrere, at mange af de udfordringer, der er set i den internationale litteratur, også gør sig gældende for det danske tilfælde. I ingen af tilfældene er vi i stand til at identificere en positiv kausal sammenhæng mellem infrastruktur og økonomisk udvikling. De estimerede resultater er kun indikative, men ikke desto mindre kan vi erkende, at de simple metoder ikke viser nogen sammenhæng, og at der rent faktisk er problemer med kausalitet og enhedsrod – også for det danske tilfælde. Den empiriske evaluering har vist, at mange resultater er meget følsomme over for små ændringer i specifikationen, hvilket blandt andet skyldes det relativt korte tidsrum, vi har evalueret, som ikke desto mindre er længere end gennemsnittet for de 144 evaluerede studier.

I det præsenterede studie har vi kun betragtet det nationale tilfælde, hvilket med andre ord vil sige, at vi kun kan observere variation over tid. Mange af de evaluerede studier evaluerer variation over tid og sted. Det kan derfor være nyttigt at se på regionale forskelle i Danmark.

Boks 7.1 Er dansk data stationært

Vi kan evaluere to danske tidsrækker grafisk, for at se om vi genkender de simulerede mønstre fra boks 6.5.



⁵ Bemærk dog, at det anvendte Augmented Dickey-Fuller test har lav styrke i korte stikprøver som vores.

Boks 7.2 En makroøvelse på dansk data

Aschauer tilgangen

Vi tager udgangspunkt i følgende ligning fra boks 6.1:

$$y_t - k_t = a_t + e_N(n_t - k_t) + e_G g_t$$

Aschauer (1989) estimerer denne ligning, men anvender derudover logaritmen til kapacitetsudnyttelsesgraden som variabel

for at kontrollere for konjunkturudsving. Vi har i stedet valgt at anvende logaritmen af arbejdsløsheds%en. Resultat er illustreret i nedenstående tabel:

Variable
y = bruttoværditilvæksten i den private sektor. Kilde: DST: Statistikbanken, tabel NAT07.
k = privat kapital. Kilde: DST: Statistikbanken, tabel NAT09.
n = præsterede timer i den private sektor. Kilde: DST: Statistikbanken, tabel NAT18.
g = mængden af vejinfrastruktur. Kilde: Vejdirektoratet.
u = arbejdsløshed. Kilde: OECD.
Alle variable er i logaritmer og dækker Danmark for perioden 1980-2009.

Reproduktion af tabel 1 fra (Aschauer 1989c) på dansk data. Estimation med OLS, afhængig variabel: $y-k$

	konstant	Tid	$n-k$	$g-k$	g	k	u	R^2	DW
(1.1)	11,09 (7,21)	0,02 (0,00)	0,92 (0,20)	-0,01 (0,50)	-	-	0,10 (0,03)	0,91	1,04
(1.2)	18,20 (15,25)	0,02 (0,01)	0,87 (0,23)	-	-0,60 (1,22)	-0,03 (0,51)	0,09 (0,03)	0,91	1,03
(1.3)	13,62 (11,89)	0,02 (0,01)	0,89 (0,22)	-	-	-0,10 (0,49)	0,09 (0,03)	0,91	0,997

Vi kan ikke umiddelbart bekræfte Aschauers resultater. Den høje standardafvigelse (i parentes) viser tydeligt, at ratioen af offentlig til privat kapital ikke er signifikant. Det samme gør sig gældende i ligning (1.2), hvor antagelsen om konstant skalaafkast er udeladt. Det er dog bemærkelsesværdigt at estimaterne for privat kapital og arbejdskraft har samme fortegn som i Aschauer, om end størrelserne afviger noget.

Stationaritet

Som beskrevet ovenfor, er denne metode blevet kritiseret for at ignorere ikke-stationaritet af data. Gør dette problem sig også gældende for danske data? Af tabellen til højre fremgår det, at ikke-stationaritetsproblemet også gør sig gældende for danske data.

Test af enhedsrod i data.

Variabel	Teststørrelse		Trend	Lags	Konklusion
	niveau	difference			
y	-1,76	-1,88	Ja	1	Ikke stationær
k	-3,08	-0,40	Ja	1	Ikke stationær
n	-2,44	-2,42	Nej	1	Ikke stationær
g	-0,84	-2,66	Nej	0	Ikke stationær
u	-0,58	-3,85	Nej	0	Ikke stationær

Testet med Augmented Dickey Fuller test. Kritisk værdi uden trend: -2,97, med trend: -3,59. Antal af lag valgt ud fra AIC informationskriterier, ingen differencer er med trend eller konstant.

For nogle af serierne er der indikation af, at ikke-stationariteten er af højere orden end første. I sådan et tilfælde er estimation i første differencer (som set hos blandt andre Sturm & de Haan 1995) ikke tilstrækkeligt. Det skal dog bemærkes, at det er vanskeligt at teste for enhedsrod i serier med få observationer. Estimationsresultaterne vist ovenfor må derfor forventes at være invalide, medmindre der er tale om cointegrerende sammenhænge. Det er her oplagt at anvende Engle-Granger test metoden Greene (2008), idet vi undersøger, om de resulterede residualer er stationære, i hvilket fald sammenhængene vil være cointegrerende. Som det fremgår af enhedsrodtestet, er der for alle ligninger indikation for, at residualerne er stationære.

VAR tilgang

Den anden væsentlige udfordring i estimationen er kausalitet. En attraktiv og lethedelig løsning på denne udfordring er estimation i en VAR model. I vores tilfælde vælger vi derfor at estimere et system bestående af de fem nævnte variable. Baseret på en evaluering af informationskriterierne vælges en model med en lag længde på 1. Specifikations-test tyder på enkelte problemer med autokorrelation. Næste skridt er evaluering af antallet af cointegrerende sammenhænge i systemet. Dette gøres ved Johansens metoder (Greene 2008). Testresultaterne er vist i tabellen til højre og indikerer, at der højst er én cointegrerende sammenhæng. Det er nu muligt at teste hypoteser om specifikationen af denne langsigtslige vægts ved hjælp af en såkaldt likelihoodratio-test. Det fremgår af den ubegrænsede estimation, at infrastruktur, arbejdsløshed og trenden indgår med et fortegn modsat det forventede, hvorfor vi tester, om disse kan udelades af relationen. Dette kan ikke afvises på et 5 %s signifikansniveau. Ved anvendelsen af VAR metoden kunne vi identificere én langsigtsrelation, som ikke indeholder infrastruktur. Såfremt kausaliteten var tovejs, ville vi forvente to langsigtsrelationer, én, der beskriver, hvordan infrastruktur afhænger af andre variable, og én, der giver os information om, hvordan infrastruktur påvirker produktionen. Men i ovenstående tilfælde fandt vi altså ingen sammenhæng, hvori infrastruktur indgik. Den udførte analyse er dog blot en demonstration af den anvendte metodik i litteraturen. Før endelige konklusioner drages, skal en langt mere grundig analyse gennemføres. For det første skal sådanne studier altid følges op af specifikations-test om de antagelser, de estimerede modeller forudsætter. Desuden skal den gennemførte likelihood-ratio test gennemføres i en iterativ proces. Der kan således være tale om sammenhænge, hvor infrastruktur indgår med det forventede fortegn. Endelig skal kortsigtdynamikken identificeres, og der bør evalueres, om de estimerede sammenhænge er konstante over tid.

Enhedsrodtest på residualer

Ligning	Test størrelse	Konklusion
(1.1)	-2,5	Stationær
(1.2)	-2,4	Stationær
(1.3)	-2,1	Stationær

Testet med Augmented Dickey Fuller test.
Alle tests uden trend og konstant. Kritisk værdi: -1,95.

om specifikationen af denne langsigtslige vægts

Trace test

H ₀	Test størrelse	P-værdi
≤ 0	176,52	0,00
≤ 1	91,449	0,00
≤ 2	42,710	0,051
≤ 3	24,068	0,081
≤ 4	80,185	0,258

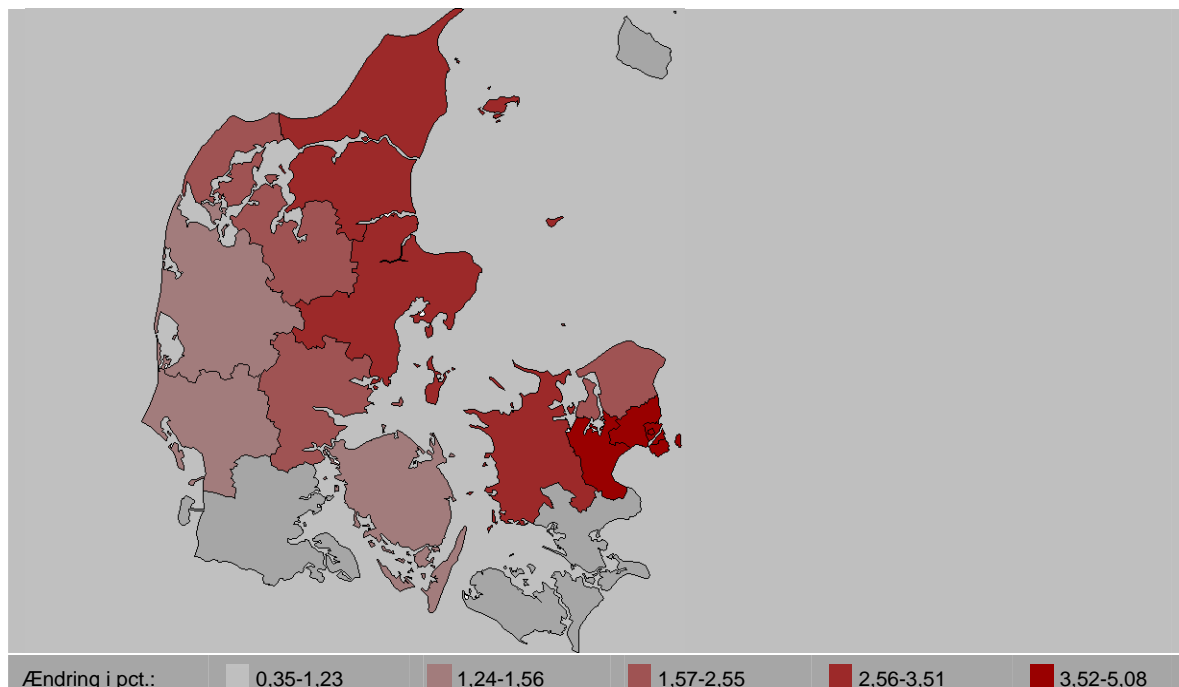
Baseret på restrikeret trend og urestrikeret konstant.

7.2 Infrastruktur og vækst på regionalt niveau

Infrastrukturinvesteringer anvendes ofte som politisk instrument til at fremme regional lighed. En stor del af de behandlede studier beskæftiger sig med, hvordan infrastrukturinvesteringer har påvirket den regionale udvikling (se for eksempel (Yamano & Ohkawara 2000)). Udover den faglige interesse har evalueringen af de regionale effekter den fordel, at man kan udnytte variation over tid og sted og dermed modgå det endogenitetsproblem, der opstår, hvis nogle regioner er mere tilbøjelige til at få mere infrastruktur og vækst end andre.

På regionalt niveau er datakilden en endnu større udfordring end på nationalt niveau. Der er flere faktorer, der gør den regionale evaluering vanskelig. For det første har infrastruktur haft varierende tilhørsforhold. For eksempel overgik 2.900 km hovedveje fra statslig til amtslig styring i 1998. For det andet har kommunalreformen i 2007 medført et brud i den regionale opdeling, hvilket har resulteret i, at mange dataserier slutter i 2006 og fortsætter i 2007 med en noget anden opdeling. For det tredje er samspillet mellem infrastrukturformer en endnu større udfordring på regionalt niveau end på nationalt niveau. For eksempel er der relativt få internationale lufthavne i Danmark, hvis effekt muligvis går et stykke ud over den regionale opdeling. For det fjerde er mange af de øvrige variable vanskelige at måle på regionalt niveau, såsom beholdningen af privat realkapital.

Figur 7.2 Den amtsregionale udvikling i vejinfrastrukturen (km vej) 1993 – 2006

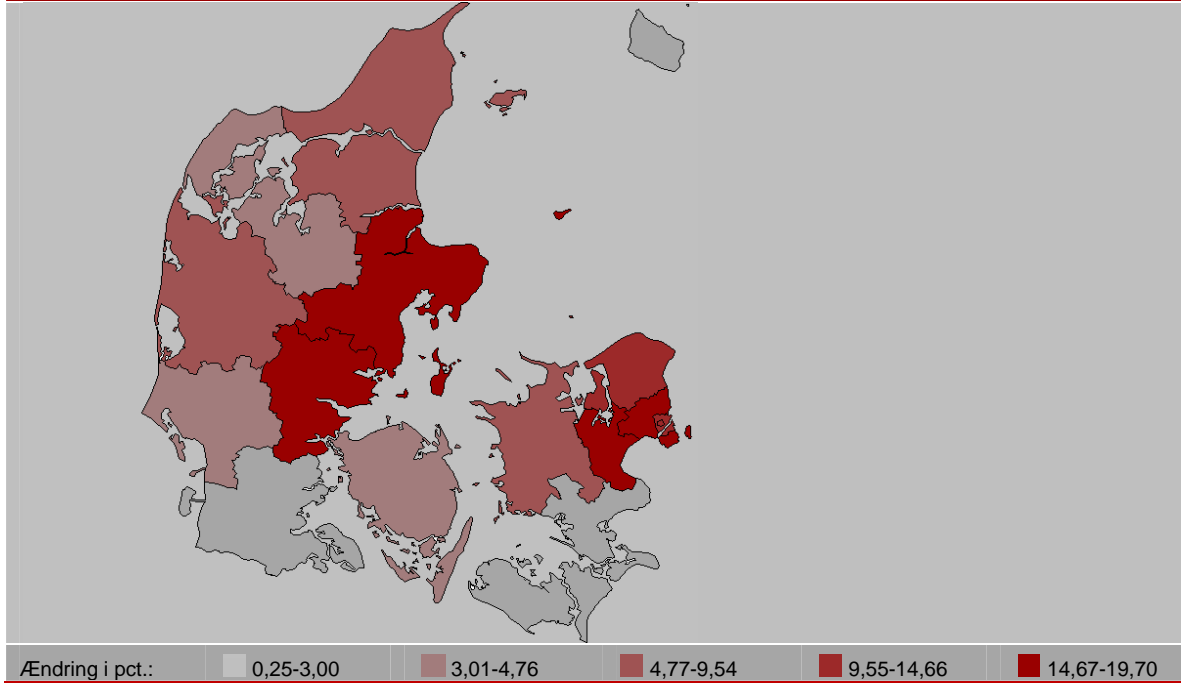


Kilde: Danmarks Statistik: Statistikbanken, tabel VEJ1

Ligesom på nationalt niveau kan vi måle infrastrukturen ved vejlængden. I figur 7.2 er udviklingen i mængden af vej fra 1993 til 2006 fordelt på gamle amtskommuner illustreret. Det fremgår tydeligt, at hovedstadsområdet og Nord- og Østjylland har oplevet den største vækst i vejinfrastrukturen.

Af figur 7.3 fremgår væksten i bruttoværditilvæksten i samme periode, og der fremgår et rimeligt sammenfald. Vejinfrastrukturen i København og Frederiksberg kommuner voksede med over 5 % i den observerede periode, mens bruttoværditilvæksten for dette område steg med 34 %. På Bornholm blev vejinfrastrukturen udvidet med 1 %, mens bruttoværditilvæksten steg med 8,5 %. Figur 7.2 og 7.3 viser altså tegn på, at der, hvor infrastrukturen har udviklet sig mest, har den økonomiske aktivitet også været størst. Måske er det tegn på en kausal sammenhæng mellem infrastrukturinvesteringer og økonomisk udvikling, men måske er kausaliteten også omvendt. Samtidig siger billedet muligvis også noget om, at en øgning i infrastrukturen ikke altid er tilstrækkelig til at øge økonomisk aktivitet. For Nordjyllands og Vestsjællands vedkommende observerer vi en vækst i vejinfrastrukturen på næsten 3 %. Disse områder har altså – med undtagelse af hovedstadsområdet (med Roskilde) den største vækst i infrastrukturen. I samme periode er udviklingen i den økonomiske aktivitet i disse regioner blandt de laveste, som det fremgår af figur 7.2. Med andre ord kan der hermed være tegn på, at mindst én af de tre nødvendige betingelser, for at investeringer i infrastruktur fremmer økonomisk udvikling, ikke er opfyldt (Banister & Berechman, 2001).

Figur 7.4 Den amtsregionale udvikling i beskæftigelsen 1993 – 2006



Kilde: Danmarks Statistik: Statistikbanken tabel RNAT3

8 Effekter af infrastrukturinvesteringer, hvad ville vi gerne vide

Gennemgangen af litteraturen har vist, at der trods manglende konsensus er tegn på, at infrastrukturforbedringer medfører øget økonomisk udvikling. Når der trods alt er 20 % af de behandlede studier, der afviser hypotesen, er det jo interessant at belyse, hvad der skal til, for at infrastruktur har den ønskede effekt. I den teoretiske gennemgang refererede vi til Banister & Berechman (2001), som konkluderer, at der er tre nødvendige betingelser, der skal være opfyldt, for at infrastruktur har en ønsket effekt. Det kan være interessant at undersøge disse betingelser empirisk.

Det er bemærkelsesværdigt, at ingen af de undersøgte makroøkonomiske studier er koncentreret på danske data. Dermed ikke sagt, at danske infrastrukturinvesteringer foretages uden grundig evaluering af deres økonomiske effekt. Investeringerne er tvært imod ofte baseret på grundige, og konkrete evalueringer i modsætning til den her evaluerede litteratur, der evaluerer de generelle effekter af infrastruktur. Disse konkrete studier er typisk baseret på traditionelle evalueringer af målbare effekter i for eksempel en cost-benefit opsætning. Disse tilgange inddrager i stigende grad også indirekte effekter, som for eksempel set ved forarbejdet til Femern Bælt forbindelsen (Copenhagen Economics 2004). Egert et al. (2009) medtager Danmark i et panel af 24 lande og finder en positiv effekt af infrastruktur for Danmark (men anvender kun mål for kommunikationsinfrastruktur). Det forrige kapitel bød på en kort og overfladisk evaluering for danske data, men der er flere muligheder. I det følgende vil vi opsummere de huller i litteraturen, som vi har identificeret og som kunne skabe grundlag for videre forskningsprojekter. Vi har valgt at formulere disse mangler i litteraturen som projekter for derved at uddybe, hvordan disse huller kunne udfyldes.

Det første projekt er en udbygning af den i afsnit 7 udførte indledende analyse af danske makrodata.

PROJEKT 1: Effekten af infrastrukturinvesteringer i Danmark på den private sektors produktivitet.	
Indhold:	Den evaluerede internationale litteratur præsenterer flere mulige tilgange, hvormed infrastrukturens effekt på den økonomiske udvikling kan evalueres. Det er oplagt at udføre et sådant studie på danske data. Som udgangspunkt kan den traditionelle produktionsfunktionstilgang anvendes, som så bør udvides til mere realistiske modeller, der for eksempel estimerer infrastrukturens påvirkning på graden af inefficiens i produktionsprocessen.
Formål:	Ved dette studie opnås evidens for, om de internationalt fundne sammenhænge (se ovenstående diskussion eller Romp & De Haan, 2007) også er gældende for Danmark. Estimationsresultaterne er let fortolkelige i form af elasticiteter.
Udvidelses-potentiale	I forhold til den eksisterende litteratur kan det være givtigt at : <ul style="list-style-type: none"> – skelne mellem vedligeholdelsesinvesteringer og nyetablering af infrastruktur. – disaggregere infrastruktur i de forskellige former (vej, bane, sø- og luftfart). – disaggregere den nationale effekt i regionale effekter. – tage højde for ikke-lineære effekter. – identificere brud i sammenhæng som følge af store projekter som Storebæltsforbindelsen.
Udfordringer	Studiet er baseret på kendt teori og afprøvede metoder, idet der dog forbliver en række udfordringer: <ul style="list-style-type: none"> – den optimale definition af variable er ikke ligefrem. – det er vanskeligt at opnå et tilstrækkeligt antal observationer til at identificere langsigsrelationer. – kommunalreformen giver et naturligt brud i regionale data. – estimation af inefficiens er stadig et forskningsområde i udvikling.
Omfang:	Studiet indeholder en mindre grad af forskning, og den primære arbejdsindsats vedrører fremskaffelse af data og behandling og definition af disse. Umiddelbart vurderes studiet at kunne udføres som afsluttende speciale/hovedopgave på en samfundsvidenskabelig eller teknisk længere videregående uddannelse. Det kan dog også gøres mere avanceret og være et ph.d. projekt eller lignende med større forskningsindhold. Det afhænger blandt andet af, hvor stor vægt der lægges på estimationsmetoden.

Eftersom der – som nævnt – ikke er konsensus i litteraturen om de regionale effekter af infrastruktur, er det yderst interessant at undersøge dette emne nærmere. Som nævnt har enkelte studier fundet, at infrastrukturinvesteringer også har positive effekter på naboregioner, mens andre finder negative. Måske skyldes denne uoverensstemmelse, at der er nogle nødvendige betingelser, der skal være opfyldt, for at infrastruktur kan have en positiv effekt.

PROJEKT 2: Nødvendige betingelser for at infrastrukturinvesteringer kan medføre økonomisk udvikling

Indhold:	På et teoretisk plan har Banister & Berechman (2001) benævnt tre nødvendige betingelser for, at infrastrukturinvesteringer medfører økonomisk udvikling. Det vil være givtigt og relevant for policy design, hvis man kunne identificere disse nødvendige betingelser empirisk. På regionalt niveau kan der undersøges, hvilke faktorer, der skal være opfyldt, for at en region oplever øget økonomisk aktivitet som følge af infrastrukturinvesteringer. Især for infrastrukturforbedringer mellem regioner er det relevant at spørge, hvad der skal være opfyldt, for at regionerne oplever en positiv udvikling som følge.
Formål:	Mange infrastrukturforbedringer i Danmark vedrører flere regioner. På den ene side kan udkantsområder knyttes tættere på vækstområder, men på den anden side kan en kortere rejsetid også medføre, at den økonomiske aktivitet forlader udkantsområderne, og der opstår en ren kerne vs. periferøkonomi. Det vil derfor være yderst interessant at vide, hvornår en investering medfører, at vækst flyttes, og hvornår den fører til at vækst skabes.
Metode:	Der er relativt begrænset viden om dette emne. Det kan være oplagt at tage udgangspunkt i en strukturel model i stil med de evaluerede, hvor infrastrukturinvesteringer modelleres separat, som set hos blandt andre Kemmerling & Stephan (2002) og Cadot et al. (2006). Man kunne for eksempel inddrage de regionale karakteristika i form af virksomhedstæthed, uddannelsesniveau, demografiske faktorer etc. Disse regionale faktorer kan udvides til at medtage faktorer som viden, politisk vilje og eksisterende infrastruktur for at afgøre, om nogle af disse faktorer skal være på et vist niveau, for at økonomisk udvikling kan opleves.
Udfordringer	En strukturel model bør tage udgangspunkt i en teoretisk modellering. Når denne er udført, vil det være udfordrende at fremskaffe empirisk viden, der svarer til de teoretiske relationer. Der skal således forefindes data for vidensniveau, eksisterende infrastruktur, lobbyisme, økonomisk aktivitet og andre variable, som den teoretiske model giver anledning til at medtage. Derudover skal naboeffekter medtages. For eksempel må det forventes, at effekter på en ø som Bornholm er vidt forskellige fra dem, der ses på for eksempel Fyn, som vil være meget afhængig af naboregionens infrastruktur.
Omfang:	Studiet indeholder en vis grad af forskning. Der er både teoretiske og empiriske udfordringer i modellering og udledning af en estimerbar model. Dertil kommer udfordringer ved fremskaffelse af data, som overstiger udfordringerne for projekt 1. Projektet kunne være del af et ph.d. projekt.

I litteraturen finder man en relativt klar adskillelse mellem makroøkonomiske og mikroøkonomiske studier. En sammenkobling af disse to tilgange kunne være meget fordelagtigt Et sådant studie er beskrevet som projekt 3.

PROJEKT 3: Disaggregering af makroøkonomiske effekter

Indhold:	Et kombineret studie, der disaggregerer makroøkonomiske effekter af infrastrukturinvesteringer i de mikroøkonomiske mekanismer. Den samlede effekt af infrastruktur på økonomisk vækst estimeres som udgangspunkt. Denne effekt forsøges derefter opdelt i deleffekter. For eksempel kan et bidrag i økonomisk vækst opdeles i vækst i form af øget beskæftigelse, øgede virksomhedsinvesteringer og reducerede transportomkostninger
Formål:	Fordelen ved makroøkonomiske studier er, at den samlede effekt evalueres. Ulempen ved disse studier er, at de bagvedliggende mekanismer ikke identificeres. Omvendt er det vanskeligt i et mikroøkonomisk studie af disse mekanismer at medtage alle effekter. Såfremt metoderne kan kombineres, er det muligt at få en ide om den samlede effekt og de underliggende mekanismer. Da infrastrukturinvesteringer kan medføre en række multiplikatoreffekter, er det formentlig ikke muligt at identificere alle effekter, og der vil opstå en residual effekt.
Metode:	Som udgangspunkt beregnes en alt-andet-lige effekt af infrastruktur på økonomisk vækst. Man kan derpå gå to veje: (1) Tage udgangspunkt i den estimerede vækst og undersøge, hvor stor en del af denne vækst der skyldes virksomhedstableringer, reducerede transportomkostninger mv. (2) Undersøge hvordan de nævnte effekter er blevet påvirket af infrastruktur og derpå aggregere de enkelte effekter og beregne, hvor stor en andel af den samlede effekt, de udgør.
Udfordringer	Da mange af de enkelte mekanismer er indirekte effekter, er det vanskeligt at identificere disse. Det stiller store krav til både empirisk og teoretisk modellering og til datakilder.
Omfang:	Studiet indeholder en stor grad af forskning. Der er både teoretiske og empiriske udfordringer i modellering og udledning af en estimerbar model. Projektet kunne være del af et ph.d. projekt.

På internationalt niveau har vi set enkelte studier, der evaluerer effekten på grundpriser. En uddybning og evaluering af denne metode på danske data er beskrevet ved projekt 4.

PROJEKT 4: Effekten af infrastrukturinvesteringer på grundpriser

Indhold:	Grundpriser kan anvendes som indikatorvariabel for velfærd. Øgede grundpriser opstår som resultat af øget attraktivitet. Såfremt infrastrukturinvesteringer fremmer den økonomiske udvikling, bør infrastrukturinvesteringer også påvirke grundpriserne. Det er derfor interessant at estimere alt-andet-lige effekten af infrastrukturinvesteringer på grundpriser for at få en idé om effekten af infrastruktur på den generelle velfærd.
Formål:	Et populært begreb som konkurrenceevne er svært målbart, når det gælder regioner. Et ofte anvendt mål for økonomisk udvikling er produktion eller produktivitet. Et andet og mere generelt mål for velfærd er grundpriser. Et sådant studie kan give viden om, at infrastrukturinvesteringer ikke kun øger økonomisk aktivitet, men også velfærden.
Metode:	Ved anvendelse af data om grundpriser og regionale forhold på registerniveau identificeres den kausale effekt af infrastrukturforbedringer på grundpriser. Dette stiller høje krav til identifikation af øvrige regionale og nationale forhold, der kan påvirke grundpriserne.
Udfordringer	Dette projekt har relativt høje datakrav og stiller store empiriske krav til identifikation af en kausal sammenhæng. Ydermere er der – ligesom for de øvrige projekter – udfordringer forbundet med identifikation af infrastrukturforbedringer.
Omfang:	Studiet indeholder en vis grad af forskning. Der findes tilsvarende studier (se for eksempel Haughwout, 1999) som kan anvendes som inspiration til metoden. Umiddelbart vurderes studiet at kunne udføres som afsluttende speciale/hovedopgave på en samfundsvidenskabelig eller teknisk længere videregående uddannelse, såfremt dataarbejdet ikke er for omfattende.

Tilgængelighed kan være et godt mål for infrastruktur, og flere studier har da også evalueret sammenhængen mellem tilgængelighed og økonomisk udvikling. Men for at det kan være et relevant resultat for samfundsplanlæggeren, er det nødvendigt i så fald også at kende sammenhængen mellem infrastruktur og tilgængelighed. Projekt 5 sammenfatter dette.

PROJEKT 5: Fra infrastruktur til tilgængelighed til økonomisk udvikling	
Indhold:	At måle infrastruktur ved tilgængelighed har – som diskuteret i afsnit 4 – nogle åbenlyse fordele. For at dette mål kan anvendes til at evaluere effekten af infrastruktur, er det dog nødvendigt at identificere sammenhængen mellem infrastruktur og tilgængelighed.
Formål:	Som udgangspunkt er formålet med studiet at undersøge, om tilgængelighedsmål har potentiale i økonomiske studier af infrastrukturens effekt på økonomisk udvikling. Dette kræver, at man kan identificere effekten af en investering i infrastruktur på tilgængeligheden, som igen påvirker økonomisk udvikling.
Metode:	Der findes en række mål for tilgængelighed, som også er anvendt til at estimere effekten på økonomiske variable (Johansson & Klaesson 2007). Sådanne studier kunne udvides til en slags tretrins metode, hvor man først evaluerer effekten af infrastruktur på tilgængelighed og dernæst af tilgængelighed på økonomisk udvikling. Et alternativ til tilgængelighedsmål er at evaluere konkrete infrastrukturelementer på geografisk meget afgrænsede områder og modellere sammenhængen i en spatial økonometrisk sammenhæng. Derved undgår man tretrins proceduren, som højst sandsynligt medfører efficienstab.
Udfordringer	Det er vanskeligt at identificere infrastruktur og tilgængelighed, hvilket stiller høje datakrav. Data bør være opdelt på meget afgrænsede, små regioner, og der skal tages højde for infrastrukturens geografiske afhængighed.
Omfang:	Studiet indeholder en stor grad af forskning. Der er både teoretiske og empiriske udfordringer i modellering og udledning af en estimerbar model. Projektet kunne være del af et ph.d. projekt.

Konkurrenceevne er som begreb dårligt at arbejde med. I projekt 6 undersøges, hvorfor det trods alt er så populært et mål, og om der kan findes alternativer.

PROJEKT 6: Regional konkurrenceevne	
Indhold:	Undersøge, hvorfor begrebet konkurrenceevne er så populært, dets kommunikative fordele, og om det er muligt at opnå bedre mål for konkurrenceevne end ved tilfældige indikatorer. Muligvis kan indikatorer anvendes som mål, hvis de kan argumenteres teoretisk.
Formål:	Begrebet konkurrenceevne anvendes ofte af både politikere og meningsdannere. Men som vores behandling af emnet viser, er det et vanskeligt begreb, da det er svært målbart og relateret til videnskabelig kontrovers. Formålet med studiet er at redegøre for, hvorfor det trods disse klare ulemper er så populært et mål. Hvilke kommunikative fordele det har frem for mere håndgribelige mål
Metode:	Der bør primært tages udgangspunkt i den eksisterende litteratur om begrebet regional konkurrenceevne, og hvad dette dækker over.
Udfordringer	Udover at det er et ikke let definerbart begreb, møder det stor modstand i store dele af den videnskabelige litteratur. Det vil være en udfordring at få videnskabelige kritikere til at tage stilling til begrebet.
Omfang:	Vanskeligt at vurdere, da det afhænger af, hvor grundigt studiet udføres, og af om der vælges at fokuseres på en rent teoretisk tilgang eller en kombineret teoretisk og empirisk tilgang. Dette projekt kan derfor udføres som en afsluttende hovedopgave på en længere videregående uddannelse (kommunikation, filosofi, geografi osv.) eller som et ph.d. projekt.

9 Konklusion

Formålet med dette oversigtsstudie er at give et overblik over den eksisterende viden om sammenhængen mellem Danmarks konkurrenceevne og den trafikbærende infrastruktur.

Den første konklusion vedrører definitionerne af begreberne konkurrenceevne og infrastruktur. Begrebet konkurrenceevne – anvendt som beskrivelse af en region – er kontroversielt og svært målbart. Det er ikke desto mindre et populært begreb, da det anvendes i mange populære endimensionelle sammenligninger af regioner. Der findes dog ingen entydig videnskabelig definition eller mål for konkurrenceevne.

Infrastruktur er et håndgribeligt begreb, men det er ikke let målbart. Vi har koncentreret os om den trafikbærende infrastruktur, der inkluderer vej-, bane-, søfarts- og luftfartsinfrastrukturen. Der findes ikke et entydigt godt mål, der samler alle disse aspekter. Dette afspejler sig også i den empiriske litteratur.

Vi har kort belyst de teoretiske sammenhænge mellem infrastruktur og konkurrenceevne. På mikroøkonomisk niveau er der mange mekanismer, hvorigennem infrastrukturen kan påvirke den private sektors ydelse. Mange af disse mekanismer forklares i den økonomiske teori betegnet som Ny Økonomisk Geografi.

De empiriske tilgange til evaluering af sammenhængen mellem infrastruktur og økonomisk udvikling varierer meget. Det er muligt at opdele tilgange i såkaldte mikro- og makroøkonomiske tilgange. Den første tilgang koncentrerer sig om én af de beskrevne teoretiske mekanismer, mens den makroøkonomiske tilgang ser på effekten på økonomien som helhed.

Vi har evalueret 144 empiriske studier kvantitativt og fundet, at størstedelen af disse studier bekræfter hypotesen om en kausal sammenhæng fra infrastruktur til økonomisk udvikling. De anvendte mål for infrastruktur og økonomisk udvikling varierer noget. Det samme gør sig gældende for den metodiske tilgang og det evaluerede område.

Der kan konkluderes, at infrastruktur *kan* påvirke økonomisk udvikling. Der er tegn på at effekten aftager, jo mere udviklet det eksisterende infrastrukturnetværk er. Der er forskellige delhypoteser, der bør undersøges, fordi den eksisterende viden er begrænset eller ikke entydig. For det første: Hvilke faktorer skal være opfyldt, for at infrastruktur kan føre til økonomisk udvikling. For det andet: Kan enkelte mikroøkonomiske mekanismer kobles til den samlede makroøkonomiske vækst. For det tredje: Er der en direkte sammenhæng mellem infrastruktur, *tilgængelighed* og økonomisk udvikling. For det fjerde: Skaber regional infrastrukturinvesteringer økonomisk udvikling, eller flytter det økonomisk aktivitet.

Litteratur

- Agénor, P. R. (2010), "A theory of infrastructure-led development," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34, 932-950.
- Ai, C.. og Cassou, S. P. (1995), "A normative analysis of public capital," *Applied Economics*, 27.
- Albala-Bertrand, J. M.. og Mamatzakis, E. C. (2001), "The Impact of Public Infrastructure on the Productivity of the Chilean Economy," *Review of Development Economics*.
- Andrews, K.. og Swanson, J. (1995), "Does public infrastructure affect regional performance?," *Growth & Change*, 26.
- Aschauer, D. A. (1989a), "Does public capital crowd out private capital?," *Journal of Monetary Economics*, 24, 171-188.
- Aschauer, D. A. (2001), "Output and employment effects of public capital," *Public Finance and Management*, 1, 135-160.
- Aschauer, D. A.. og Campbell, E. J. (1991), "Transportation spending and economic growth," *The Effects of Transit and Highway Expenditures. Report prepared for the American Public Transit Association*.
- Aschauer, D. A. (1989b), "Public investment and productivity growth in the Group of Seven," *Economic Perspectives*, 17-25.
- Aschauer, D. A. (1990a), "Highway capacity and economic growth," *Economic Perspectives*, 14-24.
- Aschauer, D. A. (1989c), "Is public expenditure productive?," *Journal of Monetary Economics*, 23, 177-200.
- Aschauer, D. A. (1990b), "Why is infrastructure important?," *Conference Series ; [Proceedings]*, 21-68.
- Bajo-Rubio, O., az-Roldan, C., og Montavez-Garces, M. D. (2002), "Optimal endowments of public investment: an empirical analysis for the Spanish regions,".
- Bajo-Rubio, O.. og Sosvilla-Rivero, S. (1993), "Does public capital affect private sector performance? : An analysis of the Spanish case, 1964-1988," *Economic Modelling*, 10, 179-185.
- Baltagi, B. H.. og Pinnoi, N. (1995), "Public Capital Stock and State Productivity Growth: Further Evidence from an Error Components Model," *Empirical Economics*, 20, 351-359.
- Banister, D., og Berechman, J. (2000), "Transport Investment and Economic Development," i .
- Banister, D.. og Berechman, Y. (2001), "Transport investment and the promotion of economic growth," *Journal of Transport Geography*, 9.
- Begg, I. (1999), "Cities and Competitiveness," *Urban Studies*, 36, 795-809.

- Berechman, J., Ozmen, D., og Ozbay, K. (2006), "Empirical analysis of transportation investment and economic development at state, county and municipality levels," *Transportation*, 33, 537-551.
- Berndt, E. R.. og Hansson, B. (1992), "Measuring the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden," *The Scandinavian Journal of Economics*, 94.
- Bernotat, K.. og Snickars, F. (2002), "Regional development expectations in the Öresund region – travel patterns and cross border mobility,".
- Bhatta, S. D.. og Drennan, M. P. (2003), "The Economic Benefits of Public Investment in Transportation," *Journal of Planning Education and Research*, 22, 288-296.
- Blum, U. (1982), "Effects of transportation investments on regional growth: A theoretical and empirical investigation," *Twenty-First European Congress of the regional science association*.
- Boarnet, M. G. (1996), "The direct an indirect Effects of Transportation Infrastructure," *University of California, Irvine, Working Paper*.
- Boarnet, M. G. (1997), "Highways and Economic Productivity: Interpreting Recent Evidence," *Journal of Planning Literature*, 11, 476-486.
- Boarnet, M. G. (1998), "Spillovers and the locational effects of public infrastructure," *Journal of Regional Science*, 38.
- Bollinger, C. R.. og Ihlanfeldt, K. R. (1997), "The Impact of Rapid Rail Transit on Economic Development: The Case of Atlanta's MARTA," *Journal of Urban Economics*, 42, 179-204.
- Bom, P. R. D.. og Ligthart, J. (2008), "How Productive is Public Capital? A Meta-Analysis,".
- Bonaglia, F., Ferrara, E. L., og Marcellino, M. (2001), "Public Capital and Economic Performance: Evidence from Italy,".
- Brakman, S.. og Garretsen, H. (2006), "New economic geography: Closing the gap between theory and empirics," *Regional Science and Urban Economics*, 36, 569-572.
- Bruinsma, F. R., Rienstra, S. A., og Rietveld, P. (1997), "Economic Impacts of the Construction of a Transport Corridor: A Multi-level and Multiapproach Case Study for the Construction of the A1 Highway in the Netherlands," *Regional Studies*, 31, 391-402.
- Burmeister, A.. og Colletis-Wahl, K. (1997), "Proximity in Production Networks - The Circulatory Dimension," *European Urban and Regional Studies*, 4.
- Button, K. (1998), "Infrastructure investment, endogenous growth and economic convergence," *The Annals of Regional Science*, 32, 145-162.
- Cadot, O., Röller, L. H., og Stephan, A. (1999), "A Political Economy Model of Infrastructure Allocation: An Empirical Assessment,".
- Cadot, O., Röller, L. H., og Stephan, A. (2006), "Contribution to productivity or pork barrel? The two faces of infrastructure investment," *Journal of Public Economics*, 90, 1133-1153.
- Calderon, C.. og Serven, L. (2004), "The effects of infrastructure development on growth and income distribution,".

- Calderon, C.. og Servon, L. (2002), "The Output Cost of Latin American Infrastructure Gap,".
- Camagni, R. (2002), "On the Concept of Territorial Competitiveness: Sound or Misleading?," *Urban Studies*, 39, 2395-2411.
- Cameron, A. C., og Trivedi, P. K. (2005), *Microeconometrics: methods and applications* Cambridge Univ Press.
- Canning, D.. og Bennathan, E. (2000), "The social rate of return on infrastructure investments,".
- Canning, D.. og Fay, M. (1993), "The Effects of Transportation Networks on Economic Growth,".
- Cantos, P., Gumbau-Alberg, M., og Maudos, J. (2005), "Transport infrastructures, spillover effects and regional growth: evidence of the Spanish case," *Transport Reviews*, 25, 25-50.
- Carlino, G. A.. og Voith, R. (1992), "Accounting for differences in aggregate state productivity," *Regional Science and Urban Economics*, 22, 597-617.
- Cervero, R. (2009), "Transport Infrastructure and Global Competitiveness Balancing Mobility and Livability," i .
- Chandra, A.. og Thompson, E. (2000), "Does public infrastructure affect economic activity?: Evidence from the rural interstate highway system," *Regional Science and Urban Economics*, 30, 457-490.
- Charlot, S.. og Schmitt, B. (1999), "Public Infrastructure and Economic Growth in France's Regions,".
- Cohen, J. P.. og Paul, C. J. M. (2004), "Public Infrastructure Investment, Interstate Spatial Spillovers, and Manufacturing Costs," *The Review of Economics and Statistics*, 86, 551-560.
- Conrad, K.. og Seitz, H. (1994), "The economic benefits of public infrastructure," *Applied Economics*, 26.
- Copenhagen Economics (2004), "Economy-wide benefits Dynamic and Strategic Effects of Fehmarn Belt Fixed Link," i .
- Coughlin, C. C., Terza, J. V., og Arromdee, V. (1991), "State Characteristics and the Location of Foreign Direct Investment within the United States," *The Review of Economics and Statistics*, 73, 675-683.
- Creel, J.. og Pilon, G. (2008), "Is public capital productive in Europe?," *International Review of Applied Economics*, 22, 673-691.
- Crihfield, J. B.. og Panggabean, M. P. H. (1995), "Is public infrastructure productive? A metropolitan perspective using new capital stock estimates," *Regional Science and Urban Economics*, 25, 607-630.
- Crihfield, J. B.. og Panggabean, M. P. H. (1996), "The structure of metropolitan factor and product markets," *Journal of Regional Science*, 36.
- Crowder, W. J.. og Himarios, D. (1997), "Balanced growth and public capital: an empirical analysis," *Applied Economics*, 29, 1045-1053.
- Da Silva Costa, J., Ellson, R. W., og Martin, R. C. (1987), "Public capital, regional output, and development: Some empirical evidence," *Journal of Regional Science*, 27, 419-437.

Dalenberg, D. R.. og Partridge, M. D. (1995), "The effects of taxes, expenditures, and public infrastructure on metropolitan area employment," *Journal of Regional Science*, 35.

De Frutos, R. F., Gracia-Díez, M., og Pérez-Amaral, T. (1998), "Public capital stock and economic growth: an analysis of the Spanish economy," *Applied Economics*, 30, 985-994.

de la Fuente, A.. og Vives, X. (1995), "Infrastructure and education as instruments of regional policy: evidence from Spain," *Economic Policy*, 10, 13-51.

del Mar Salinas-Jiménez, M. (2004), "Public infrastructure and private productivity in the Spanish regions," *Journal of Policy Modeling*, 26, 47-64.

Delorme, C. D., Jr., Thompson, H. G., Jr., Warren, R. S., og Jr. (1999), "Public infrastructure and private productivity: A stochastic-frontier approach," *Journal of Macroeconomics*, 21, 563-576.

Demetriades, P. O.. og Mamuneas, T. P. (2000), "Intertemporal Output and Employment Effects of Public Infrastructure Capital: Evidence from 12 OECD Economies," *The Economic Journal*, 110, 687-712.

Demurger, S. (2001), "Infrastructure Development and Economic Growth: An Explanation for Regional Disparities in China?*", *Journal of Comparative Economics*, 29, 95-117.

Deno, K. T. (1988), "The effect of public capital on US manufacturing activity: 1970 to 1978," *Southern Economic Journal*, 400-411.

Dessus, S.. og Herrera, R. (2000), "Public capital and growth revisited: A panel data assessment," *Economic Development & Cultural Change*, 48.

Devarajan, S., Swaroop, V., og fu Zou, H. (1996), "The composition of public expenditure and economic growth," *Journal of Monetary Economics*, 37, 313-344.

DTU-TRANSPORT (2009), "Projektbeskrivelse," i .

Duffy-Deno, K. T.. og Eberts, R. W. (1991), "Public infrastructure and regional economic development: A simultaneous equations approach," *Journal of Urban Economics*, 30, 329-343.

Duggal, G., Saltzman, C., og Klein, L. R. (1999), "Infrastructure and productivity: a nonlinear approach," *Journal of Econometrics*, 92, 47-74.

Durand, M.. og Giorno, C. (1987), "Indicators of international competitiveness: conceptual aspects and evaluation," *OECD*.

Eberts, R. W. (1986), "Estimating the contribution of urban public infrastructure to regional growth,".

Eddington, S. R. (2006), "The Eddington Study," i .

Egert, B., Kozluk, T. J., og Sutherland, D. (2009), "Infrastructure and Growth: Empirical Evidence," *CESIFO WORKING PAPER*, 2700, 48109-1234.

Eisner, R. (1991), "Infrastructure and regional economic performance: comment," *New England Economic Review*, 47-58.

- Eisner, R. (1994), "Real government saving and the future," *Journal of Economic Behavior & Organization*, 23, 111-126.
- EIU (2010), "Country forecast," i .
- Erenburg, S. J. (1998), "Productivity, private and public capital, and real wage in the US," *Applied Economics Letters*, 5.
- Esfahani, H. S.. og Ramírez, M. T. (2003), "Institutions, infrastructure, and economic growth," *Journal of Development Economics*, 70, 443-477.
- Evans, P.. og Karras, G. (1994a), "Is government capital productive? Evidence from a panel of seven countries," *Journal of Macroeconomics*, 16, 271-279.
- Evans, P.. og Karras, G. (1994b), "Are Government Activities Productive? Evidence from a Panel of U.S. States," *The Review of Economics and Statistics*, 76, 1-11.
- Everaert, G.. og Heylen, F. (2004), "Public capital and long-term labour market performance in Belgium," *Journal of Policy Modeling*, 26, 95-112.
- Fedderke, J. W.. og Bogetic, Z. (2009), "Infrastructure and growth in South Africa: direct and indirect productivity impacts of 19 infrastructure measures," *World Development*, 37, 1522-1539.
- Fernald, J. G. (1999), "Roads to Prosperity? Assessing the Link between Public Capital and Productivity," *The American Economic Review*, 89, 619-638.
- Ferrara, E. L.. og Marcellino, M. (2000), "TFP, Costs, and Public Infrastructure: An Equivocal Relationship," .
- Finn, M. (1993), "Is all government capital productive?," *Economic Quarterly*, 53-80.
- Ford, R.. og Poret, P. (1991), "Infrastructure and private-sector productivity," .
- Fujita, M.. og Krugman, P. (2004), "The new economic geography: Past, present and the future*," *Papers in Regional Science*, 83, 139-164.
- Fujita, M.. og Thisse, J. F. (1996), "Economics of agglomeration," *Journal of the Japanese and international economies*, 10, 339-378.
- Garcia-Milà, T.. og McGuire, T. J. (1992), "The contribution of publicly provided inputs to states' economies," *Regional Science and Urban Economics*, 22, 229-241.
- Garcia-Mila, T., McGuire, T. J., og Porter, R. H. (1996), "The Effect of Public Capital in State-Level Production Functions Reconsidered," *The Review of Economics and Statistics*, 78, 177-180.
- Gibbons, S.. og Machin, S. (2006), "Transport and Labour Market Linkages: Empirical Evidence, Implications for Policy and Scope for Further UK Research," *LSE & UCL*.
- Goodbody Economic Consultants (2003), "Transport and Regional Development," i Goodbody Economic Consultants.
- Gramlich, E. M. (1994), "Infrastructure Investment: A Review Essay," *Journal of Economic Literature*, 32, 1176-1196.

- Granger, C. W. J.. og Newbold, P. (1974), "Spurious regressions in econometrics," *J. of*
- Greene, W. H. (2008), *Econometric analysis* 6 udgave.), Mew York: Pearson Prentice Hal.
- Gunasekera, K., Anderson, W., og Lakshmanan, T. R. (2008), "Highway-Induced Development: Evidence from Sri Lanka," *World Development*, 36, 2371-2389.
- Haughwout, A. F. (2002), "Public infrastructure investments, productivity and welfare in fixed geographic areas," *Journal of Public Economics*, 83, 405-428.
- Haughwout, A. F. (1999), "Regional fiscal cooperation in metropolitan areas: An exploration," *Journal of Policy Analysis and Management*, 18.
- Henning Bergenholtz (2010), "Den danske Netordbog," i .
- Holl, A. (2004), "Transport Infrastructure, Agglomeration Economies, and Firm Birth: Empirical Evidence from Portugal*," *Journal of Regional Science*, 44, 693-712.
- Holtz-Eakin, D. (1994), "Public-Sector Capital and the Productivity Puzzle," *The Review of Economics and Statistics*, 76, 12-21.
- Holtz-Eakin, D.. og Lovely, M. E. (1996), "Scale economies, returns to variety, and the productivity of public infrastructure," *Regional Science and Urban Economics*, 26, 105-123.
- Holtz-Eakin, D.. og Schwartz, A. (1995a), "Spatial productivity spillovers from public infrastructure: Evidence from state highways," *International Tax and Public Finance*, 2, 459-468.
- Holtz-Eakin, D.. og Schwartz, A. E. (1995b), "Infrastructure in a structural model of economic growth," *Regional Science and Urban Economics*, 25, 131-151.
- Hong, J. (2007), "Transport and the location of foreign logistics firms: The Chinese experience," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41, 597-609.
- Hulten, C.. og Schwab, R. (1991), "Public Capital Formation and the Growth of Regional Manufacturing Industries," *National Tax Journal*, 44.
- IMD (2009), "World Competitiveness," i .
- Infrastrukturkommissionen (2006), "Arbejdsrapport om organisering og regulering af transportens infrastruktur," i .
- Jiang, B. (2001), "A Review of Studies on the Relationship between Transport Infrastructure Investments and Economics Growth," *Report; Canada Transportation Act Review; Vancouver, British Columbia*.
- Johansson, B. (2007), "Transport infrastructure inside and across urban regions: models and assessment methods," *ITF Round Tables No. 140: The Wider Economic Benefits of Transport: Macro-, Meso- and Micro-Economic Transport Planning and Investment Tools*.
- Johansson, B.. og Klaesson, J. (2007), "Infrastructure, Labour Market Accessibility and Economic Development," *The management and measurement of infrastructure: performance, efficiency and innovation*.

- Johansson, B.. og Klaesson, J. (2010), "Agglomeration dynamics of business services," *The Annals of Regional Science*, 1-19.
- Jones, B. D. (1990), "Public Policies and Economic Growth in the American States," *The Journal of Politics*, 52, 219-233.
- Kataoka, M. (2005), "Effect of Public Investment on the Regional Economies in Postwar Japan," *Review of Urban & Regional Development Studies*, 17, 115-139.
- Kavanagh, C. (1997), "Public capital and private sector productivity in Ireland, 1958-1990," *Journal of Economic Studies*, 24, 72-94.
- Kawaguchi, D., Ohtake, F., og Tamada, K. (2005), "The Productivity of Public Capital: Evidence from the 1994 Electoral Reform of Japan,".
- Keeler, T. E.. og Ying, J. S. (1988), "Measuring the benefits of a large public investment : The case of the U.S. Federal-aid highway system," *Journal of Public Economics*, 36, 69-85.
- Kelejian, H. H.. og Robinson, D. P. (1997), "Infrastructure productivity estimation and its underlying econometric specifications: a sensitivity analysis," *Papers in Regional Science*, 76, 115-131.
- Kemmerling, A.. og Stephan, A. (2002), "The contribution of local public infrastructure to private productivity and its political economy: Evidence from a panel of large German cities," *Public Choice*, 113.
- Khan, M. S.. og Kumar, M. S. (1997), "Public and Private Investment and the Growth Process in Developing Countries," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 59, 69-88.
- Knowles, R. D. (2006), "Transport shaping space: differential collapse in time-space," *Journal of Transport Geography*, 14, 407-425.
- Krugman, P. (1991), "Increasing Returns and Economic Geography," *The Journal of Political Economy*, 99, 483-499.
- Krugman, P. (1994), "Competitiveness: A Dangerous Obsession," *Foreign Affairs*, 73, 28-44.
- Lall, S. (2007), "Infrastructure and regional growth, growth dynamics and policy relevance for India," *The Annals of Regional Science*, 41, 581-599.
- Ligthart, J. E. (2000), "Public Capital and Output Growth in Portugal - An Empirical Analysis,".
- Lobo, J.. og Rantisi, N. M. (1999), "Investment in Infrastructure as Determinant of Metropolitan Productivity," *Growth & Change*, 30.
- Luoto, J. (2010), "Aggregate infrastructure capital stock and long-run growth: Evidence from Finnish data," *Journal of Development Economics*, In Press, Corrected Proof.
- Lynde, C.. og Richmond, J. (1993), "Public Capital and Long-run Costs in U.K. Manufacturing," *The Economic Journal*, 103, 880-893.
- Mamatzakis, E. C. (2002), "Public Infrastructure and Private Output: An Application to Greece," *Journal of Economic Development*, 27, 143-160.
- Marshall, A. (1890), "Principles of Economics," *London: McMillan*.

- Mas, M., Maudos, J., Pérez, F., og Uriel, E. (1996), "Infrastructures and Productivity in the Spanish Regions," *Regional Studies*, 30, 641-649.
- Maskell, P.. og Malmberg, A. (1995), "Localized Learning and Industrial Competitiveness,".
- McFadden, D. (1974), "Conditional logit analysis of qualitative choice behavior," *Frontiers in econometrics*, 8, 105-142.
- McMillin, W. D.. og Smyth, D. J. (1994), "A multivariate time series analysis of the United States aggregate production function," *Empirical Economics*, 19, 659-673.
- Mera, K. (1973), "Regional production functions and social overhead capital: An analysis of the Japanese case," *Regional and Urban Economics*, 3, 157-185.
- Merriman, D. (1991), "Public capital and regional output : Another look at some Japanese and American data," *Regional Science and Urban Economics*, 20, 437-458.
- Mofidi, A.. og Stone, J. A. (1990), "Do State and Local Taxes Affect Economic Growth?," *The Review of Economics and Statistics*, 72, 686-691.
- Moomaw, R. L., Mullen, J. K., og Williams, M. (1995), "The Interregional Impact of Infrastructure Capital," *Southern Economic Journal*, 61, 830-845.
- Moreno, R., Artis, M., López-Bazo, E., og Suriñach, J. (1997), "Evidence on the complex link between infrastructure and regional growth," *Working Papers in Economics*.
- Morrison, C. J.. og Schwartz, A. E. (1996a), "State Infrastructure and Productive Performance," *The American Economic Review*, 86, 1095-1111.
- Morrison, C. J.. og Schwartz, A. E. (1996b), "Public Infrastructure, Private Input Demand, and Economic Performance in New England Manufacturing," *Journal of Business & Economic Statistics*, 14, 91-101.
- Munnell, A. H. (1993), "An assessment of trends in and economic impacts of infrastructure investment," *OECD*.
- Munnell, A. H. (1990), "Why has productivity growth declined? Productivity and public investment," *New England Economic Review*, 3-22.
- Munnell, A. H.. og Cook, L. M. (1990), "How does public infrastructure affect regional economic performance?," *Conference Series ; [Proceedings]*, 69-112.
- Nadiri, M. I.. og Mamuneas, T. P. (1994), "The Effects of Public Infrastructure and R & D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries," *The Review of Economics and Statistics*, 76, 22-37.
- Nadiri, M. I.. og Mamuneas, TP. (1998), "Contributions of Highway Capital to Output and Growth in the U.S. Economy and Industries (summary)," *U. S. Department of Transportation*.
- Nazmi, N.. og Ramirez, M. D. (1997), "Public and private investment and economic growth in Mexico," *Contemporary Economic Policy*, 15.

- Nourzad, F.. og Vrieze, M. D. (1995), "Public capital formation and productivity growth: Some international evidence," *Journal of Productivity Analysis*, 6, 283-295.
- Nourzad, F. (1998), "Infrastructure capital and private sector productivity: A dynamic analysis," *Quarterly Journal of Business & Economics*, 37.
- Nourzad, F. (2000), "The productivity effect of government capital in developing and industrialized countries," *Applied Economics*, 32, 1181-1187.
- O'Fallon, D. C. (2003), "Linkages between infrastructure and regional development," i .
- OECD (1992), "Technology and the Economy," *OECD*.
- OEM (2009), "Konkurrenceevneredegørelsen," i .
- Ommeren, J.. og Rietveld, P. (2002), "Commuting, spatial search and labour market bargaining," .
- Oosterhaven, J., og Knaap, T. (2003), "5 Spatial Economic Impacts of Transport Infrastructure Investments," i *Transport Projects, Programmes and Policies: Evaluation Needs and Capabilities*, ed. A.Pearman and P.Mackie and J.Nellthorp.
- Oral, M.. og Chabchoub, H. (1996), "On the methodology of the World Competitiveness Report," *European Journal of Operational Research*, 90, 514-535.
- Oral, M.. og Chabchoub, H. (1997), "An estimation model for replicating the rankings of the world competitiveness report," *International Journal of Forecasting*, 13, 527-537.
- Otto, G.. og Voss, G. M. (1994), "Public capital and private sector productivity," *Economic Record*, 70.
- Otto, G. D.. og Voss, G. M. (1996), "Public capital and private production in Australia," *Southern Economic Journal*, 62.
- Otto, G. D.. og Voss, G. M. (1998), "Is public capital provision efficient?," *Journal of Monetary Economics*, 42, 47-66.
- Owyong, D. T.. og Thangavelu, S. M. (2001), "An Empirical Study on Public Capital Spillovers from the USA to Canada," *Applied Economics*, 33, 1493-1499.
- Ozbay, K., Ozmen, D., og Berechman, J. (2006), "Modeling and Analysis of the Link between accessibility and Employment Growth," *Journals of Transportation and Engineering*.
- Paul, S., Sahni, B. S., og Biswal, B. P. (2004), "Public Infrastructure and the Productive Performance of Canadian Manufacturing Industries," *Southern Economic Journal*, 70, 998-1011.
- Pereira, A. M. (2001), "Public Investment and Private Sector Performance An International Evidence," *Public Finance & Management*, 1, 261-277.
- Picci, L. (1999), "Productivity and Infrastructure in the Italian Regions," *Giornale degli Economisti*, 58, 329-353.
- Picci, L. (1995), "Productivity and Infrastructure in the Italian Regions," .

- Pilegaard, N.. og Fosgerau, M. (2008), "Cost Benefit Analysis of a Transport Improvement in the Case of Search Unemployment," *Journal of Transport Economics and Policy*, 42, 23-42.
- Pinnoi, N. (1994), "Public infrastructure and private production measuring relative contributions," *Journal of Economic Behavior & Organization*, 23, 127-148.
- Puga, D. (1998), "Urbanization patterns: European versus less developed countries," *Journal of Regional Science*, 38, 231.
- Ram, R. (1996), "Productivity of public and private investment in developing countries: A broad international perspective," *World Development*, 24, 1373-1378.
- Ram, R.. og Ramsey, D. D. (1989), "Government capital and private output in the United States : Additional evidence," *Economics Letters*, 30, 223-226.
- Ramirez, M. D. (1998), "Does public investment enhance productivity growth in Mexico? A cointegrating analysis," *Eastern Economic Journal*, 24.
- Ratner, J. B. (1983), "Government capital and the production function for U.S. private output," *Economics Letters*, 13, 213-217.
- Rephann, T.. og Isserman, A. (1994), "New highways as economic development tools: An evaluation using quasi-experimental matching methods," *Regional Science and Urban Economics*, 24, 723-751.
- Reynolds, P. D., Miller, B., og Maki, W. R. (1995), "Explaining Regional Variation in Business Births and Deaths: U.S. 1976-88," *Small Business Economics*, 7, 389-407.
- Rives, J. M.. og Heaney, M. T. (1995), "Infrastructure and local economic development," *Regional Science Perspectives*, 25.
- Rogerson, R. J. (1999), "Quality of Life and City Competitiveness," *Urban Studies*, 36, 969-985.
- Romp, W.. og De Haan, J. (2007), "Public capital and economic growth: a critical survey," *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 8, 6-52.
- Seetanah, B. (2009), "Using GMM framework to analyse the role of transport infrastructure in economic growth: the African Case," *9th Global Conference on Business & Economics*.
- Seitz, H. (1993), "A Dual Economic Analysis of the Benefits of the Public Road Network," *The Annals of Regional Science*, 27, 223-239.
- Shioji, E. (2001), "Public Capital and Economic Growth: A Convergence Approach," *Journal of Economic Growth*, 6, 205-227.
- Shirley, C.. og Winston, C. (2004), "Firm inventory behavior and the returns from highway infrastructure investments," *Journal of Urban Economics*, 55, 398-415.
- Skjøtt-Larsen, T.. og Fåssel, L. (1991), "Ledelse og erhvervsøkonomi: Logistik og infrastruktur," *Logistik og infrastruktur*.
- Stephan, A. (1997), "The Impact of Road Infrastructure on Productivity and Growth: Some Preliminary Results for the German Manufacturing Sector,".

- Stephan, A. (2003), "Assessing the contribution of public capital to private production: evidence from the German manufacturing sector," *International Review of Applied Economics*, 17, 399-417.
- Sturm, J. E.. og de Haan, J. (1995), "Is public expenditure really productive? : New evidence for the USA and The Netherlands," *Economic Modelling*, 12, 60-72.
- Suarez-Villa, L.. og Hasnath, S. A. (1993), "The effect of infrastructure on invention : Innovative capacity and the dynamics of public construction investment," *Technological Forecasting and Social Change*, 44, 333-358.
- Tatom, J. A. (1991), "Public capital and private sector performance," *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, May, 3-15.
- Tatom, J. A. (1993), "Paved with Good Intentions: The Mythical National Infrastructure Crisis," *Cato Institute*, 196.
- Thompson, E. R. (2003), "A grounded approach to identifying national competitive advantage: a preliminary exploration," *Environment and Planning A*, 35, 631-657.
- Thompson, E. R. (2004), "The Political Economy of National Competitiveness: 'One Country, Two Systems' and Hong Kong's Diminished International Business Reputation," *Review of International Political Economy*, 11, 62-97.
- Vijverberg, W. P. M., Vijverberg, C. P., og Gamble, J. L. (1997), "Public Capital and Private Productivity," *The Review of Economics and Statistics*, 79, 267-278.
- Vu Le, M.. og Suruga, T. (2005), "Foreign direct investment, public expenditure and economic growth: the empirical evidence for the period 1970-2001," *Applied Economics Letters*, 12, 45-49.
- WorldEconomicForum (2009), "The Global Competitiveness Report 2009-2010," i .
- Yamano, N.. og Ohkawara, T. (2000), "The regional allocation of public investment: Efficiency or equity?," *Journal of Regional Science*, 40.
- Yamarik, S. (2000), "THE EFFECT OF PUBLIC INSTRASTRUCTURE ON PRIVATE PRODUCTION DURING 1977-96," *University of Akron, Akron, Ohio*.
- Zhang, W. B. (2007), "Economic geography and transportation conditions with endogenous time distribution amongst work, travel, and leisure," *Journal of Transport Geography*, 15, 476-493.
- Zhang, X.. og Fan, S. (2004), "How Productive Is Infrastructure? A New Approach and Evidence from Rural India," *American Journal of Agricultural Economics*, 86, 492-501.

Figur A.1 Empiriske studier der er medtaget i den kvantitative evaluering

Forfatter	Titel	Konklusion	Elasticitet	Std. afvigelse
(Ai & Cassou 1995)	A normative analysis of public capital	1	0,17	0,02
(Albala-Bertrand & Mamatzakis 2001)	The Impact of Public Infrastructure on the Productivity of the Chilean Economy	1		
(Andrews & Swanson 1995)	Does public infrastructure affect regional performance?	1	0,11	0,02
(Aschauer 1989a)	Does public capital crowd out private capital?	1		
(Aschauer 1989c)	Is public expenditure productive?	1	0,24	0,05
(Aschauer 1989b)	Public investment and productivity growth in the Group of Seven	1	0,41	0,13
(Aschauer 1990a)	Highway capacity and economic growth	1		
(Aschauer 1990b)	Why is infrastructure important?	1		
(Aschauer & Campbell 1991)	Transportation spending and economic growth	1		
(Aschauer 2001)	Output and employment effects of public capital	1		
(Bajo-Rubio & Sosvilla-Rivero 1993)	Does public capital affect private sector performance? : An analysis of the Spanish case, 1964-1988	1	0,19	0,01
(Bajo-Rubio et al. 2002)	Optimal endowments of public investment: an empirical analysis for the Spanish Regions	1	0,04	0,02
(Baltagi & Pinnoi 1995)	Public Capital Stock and State Productivity Growth: Further Evidence from an Error Components Model.	0	0,00	0,10
(Berechman et al. 2006)	Empirical analysis of transportation investment and economic development at state, county and municipality levels	1	0,04	0,02
(Berndt & Hansson 1992)	Measuring the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden	1	0,69	0,22
(Blum 1982)	Effects of transportation investments on regional growth: A theoretical and empirical investigation	1		
(Boarnet 1996)	The direct and indirect Effects of Transportation Infrastructure	1		
(Boarnet 1997)	Highways and Economic Productivity: Interpreting Recent Evidence	1	0,29	0,05
(Boarnet 1998)	Spillovers and the locational effects of public infrastructure.	1	0,26	0,05
(Bollinger & Ihlanfeldt 1997)	The Impact of Rapid Rail Transit on Economic Development: The Case of Atlanta's MARTA,	0		
(Bonaglia et al. 2001)	Public Capital and Economic Performance: Evidence from Italy	1	0,31	0,04
(Bruinsma et al. 1997)	Economic Impacts of the Construction of a Transport Corridor: A Multi-level and Multiapproach Case Study for the Construction of the A1 Highway in the Netherlands	1		
(Cadot et al. 1999)	A Political Economy Model of Infrastructure Allocation: An Empirical Assessment	1	0,09	0,04
(Cadot et al. 2006)	Contribution to productivity or pork barrel? The two faces of infrastructure investment	1		
(Calderon & Servon 2002)	The Output Cost of Latin American Infrastructure Gap	1		

(Calderon & Serven 2004)	The Effects of Infrastructure Development on Growth and Income Distribution	1		
(Canning & Bennathan 2000)	The social return on public infrastructure investment	1		
(Canning & Fay 1993)	The effect of transportation networks on economic growth	1		
(Cantos et al. 2005)	Transport Infrastructures, Spillover Effects and Regional Growth: Evidence of the Spanish Case	1	0,04	0,02
(Carlino & Voith 1992)	Accounting for difference in average state productivity	1		
(Chandra & Thompson 2000)	Does public infrastructure affect economic activity? Evidence from the rural interstate highway system	1		
(Charlot & Schmitt 1999)	Public Infrastructure and Economic Growth in France's Regions	1	0,32	0,02
(Cohen & Paul 2004)	Public Infrastructure Investment, Interstate Spatial Spillovers, and Manufacturing Costs	1		
(Conrad & Seitz 1994)	The economic benefits of public infrastructure	1		
(Coughlin et al. 1991)	State Characteristics and the Location of Foreign Direct Investment within the United States	1		
(Creel & Pilon 2008)	Is public capital productive in Europe?	1	0,14	0,01
(Crihfield & Panggabean 1995)	Is public infrastructure productive? A metropolitan perspective using new capital stock estimates	0		
(Crihfield & Panggabean 1996)	the structure of metropolitan factor and product markets	1		
(Crowder & Himarios 1997)	Balanced growth and public capital: an empirical analysis	1	0,29	0,05
(Da Silva Costa et al. 1987)	Public capital, regional output, and development: Some empirical evidence	1	0,28	0,09
(Dalenberg & Partridge 1995)	The effects of taxes, expenditures, and public infrastructure on metropolitan area employment	0		
(De Frutos et al. 1998)	Public capital stock and economic growth: an analysis of the Spanish economy	1	0,21	0,07
(de la Fuente & Vives 1995)	Infrastructure and education as instruments of regional policy: evidence from Spain.	1	0,21	0,06
(del Mar Salinas-Jiménez 2004)	Public infrastructure and private productivity in the Spanish Regions	1		
(Delorme et al. 1999)	Public Infrastructure and Private Productivity: A Stochastic-Frontier Approach	1	0,21	0,13
(Demetriades & Mamuneas 2000)	Intertemporal Output and Employment Effects of Public Infrastructure Capital: Evidence from 12 OECD Economies	1		
(Demurger 2001)	Infrastructure Development and Economic Growth: An Explanation for Regional Disparities in China	1		
(Deno 1988)	The Effect of Public Capital on U.S. Manufacturing Activity: 1970 to 1978	1		
(Dessus & Herrera 2000)	Public capital and growth revisited: A panel data assessment.	1	0,13	0,07
(Devarajan et al. 1996)	The composition of public expenditure and economic growth	0		
(Duffy-Deno & Eberts 1991)	Public Infrastructure and Regional Economic Development: A Simultaneous Equations Approach	1	0,08	0,03
(Duggal et al. 1999)	Infrastructure and productivity: a nonlinear ap-	1		

	proach			
(Eberts 1986)	Estimating the contribution of urban public infrastructure to regional growth	1		
(Egert et al. 2009)	Infrastructure and Growth: Empirical Evidence	1		
(Eisner 1991)	infrastructure and regional economic performance	0	0,08	0,03
(Eisner 1994)	Real government saving and the future	1	0,27	0,07
(Erenburg 1998)	Productivity, private and public capital, and real wage in the US	1		
(Esfahani & Ramírez 2003)	Institutions, infrastructure, and economic growth	1		
(Evans & Karras 1994b)	Are Government Activities Productive? Evidence from a Panel of U.S. States	0	-0,06	0,05
(Evans & Karras 1994a)	Is Government Capital Productive? Evidence from a Panel of Seven Countries	0	-0,18	0,11
(Everaert & Heylen 2004)	Public capital and long-term labour market performance in Belgium	1		
(Fedderke & Bogetic 2009)	Infrastructure and Growth in South Africa: Direct and Indirect Productivity Impacts of 19 Infrastructure Measures	1		
(Fernald 1999)	Roads to Prosperity? Assessing the Link between Public Capital and Productivity	1	0,35	
(Ferrara & Marcellino 2000)	TFP, Costs, and Public Infrastructure: An Equivocal Relationship	0	-0,15	0,05
(Finn 1993)	Is All Government Capital Productive Is all Capital Productive?	1	0,16	0,08
(Ford & Poret 1991)	Infrastructure and private-sector productivity	0		
(Garcia-Milà & McGuire 1992)	The contribution of publicly provided inputs to states economy	1	0,05	0,01
(Garcia-Mila et al. 1996)	The Effect of Public Capital in State-Level Production Functions Reconsidered	0	-0,06	0,08
(Gunasekera et al. 2008)	Highway-Induced Development: Evidence from Sri Lanka	1	0,00	0,00
(Haughwout 1999)	Regional Fiscal Cooperation in Metropolitan Areas: An Exploration	0		
(Haughwout 2002)	Public infrastructure investments, productivity and welfare in fixed geographic areas	1		
(Holl 2004)	Transport Infrastructure, Agglomeration Economies, and Firm Birth: Empirical Evidence from Portugal*	1		
(Holtz-Eakin 1994)	Public-Sector Capital and the Productivity Puzzle	0	-0,02	0,13
(Holtz-Eakin & Schwartz 1995b)	Infrastructure in a structural model of economic growth	0	0,11	0,04
(Holtz-Eakin & Schwartz 1995a)	Spatial Productivity Spillovers from Public Infrastructure: Evidence from State Highways	0	-0,01	0,03
(Holtz-Eakin & Lovely 1996)	Scale economies, returns to variety, and the productivity of public infrastructure	0	-0,14	0,06
(Hong 2007)	Transport and the location of foreign logistics firms: The Chinese experience	1		
(Hulten & Schwab 1991)	Public Capital Formation and The Growth of Regional Manufacturing Industries	0		

(Johansson & Klaesson 2010)	Agglomeration dynamics of business services	1		
(Jones 1990)	Public Policies and Economic Growth in the American States	0		
(Kataoka 2005)	Effect of Public Investment on the Regional Economies in Postwar Japan	1	0,19	0,02
(Kavanagh 1997)	Public capital and private sector productivity in Ireland,1958-1990	0	0,14	0,30
(Kawaguchi et al. 2005)	The Productivity of Public Capital: Evidence from the 1994 Electoral Reform of Japan	1	0,18	0,16
(Keeler & Ying 1988)	Measuring the benefits of a large public investment : The case of the U.S. Federal-aid highway system	1		
(Kelejian & Robinson 1997)	infrastructure productivity estimation and its underlying econometric specifications	0	-0,02	0,06
(Kemmerling & Stephan 2002)	The contribution of local public infrastructure to private productivity and its political economy: Evidence from a panel of large German cities	1	0,17	0,04
(Khan & Kumar 1997)	Public and Private Investment and the Growth Process in Developing Countries	1	0,29	0,09
(Lall 2007)	Infrastructure and regional growth, growth dynamics and policy relevance for India	1		
(Ligthart 2000)	Public Capital and Output Growth in Portugal - An Empirical Analysis	1	0,37	0,03
(Lobo & Rantisi 1999)	Investment in infrastructure as Determinant of Metropolitan Productivity	1		
(Luoto 2010)	Aggregate infrastructure capital stock and long-run growth: Evidence from Finnish data	1		
(Lynde & Richmond 1993)	Public Capital and Long-run Costs in U.K. Manufacturing	1		
(Mamatzakis 2002)	Public Infrastructure and Private Output: An Application to Greece	1		
(Mas et al. 1996)	Infrastructures and Productivity in the Spanish Regions	1	0,09	0,03
(McMillin & Smyth 1994)	A multivariate time series analysis of the United States aggregate production function	0		
(Mera 1973)	Regional production functions and social overhead capital: An analysis of the Japanese case	1		
(Merriman 1991)	Public capital and regional output : Another look at some Japanese and American data	1		
(Mofidi & Stone 1990)	Do State and Local Taxes Affect Economic Growth?	1		
(Moomaw et al. 1995)	The Interregional Impact of Infrastructure Capital	1		
(Moreno et al. 1997)	Evidence on the complex link between infrastructure and regional growth	1	0,05	0,02
(Morrison & Schwartz 1996b)	Public Infrastructure, Private Input Demand, and Economic Performance in New England Manufacturing	1		
(Morrison & Schwartz 1996a)	State Infrastructure and Productive Performance	1		
(Munnell 1990)	Why has productivity growth declined? Productivity and public investment	1	0,33	0,07
(Munnell 1993)	An assessment of trends in and economic impacts of infrastructure investment	1	0,04	0,01

(Munnell & Cook 1990)	How does public infrastructure affect regional economic performance?	1	0,06	0,02
(Nadiri & Mamuneas 1994)	The Effects of Public Infrastructure and R & D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries	1		
(Nadiri & Mamuneas 1998)	Contributions of Highway Capital to Output and Growth in the U.S. Economy and Industries (summary)	1		
(Nazmi & Ramirez 1997)	Public and private investment and economic growth in Mexico	1	0,13	0,03
(Nourzad 1998)	Infrastructure capital and private sector productivity: A dynamic analysis.	1	0,34	0,20
(Nourzad 2000)	The productivity effect of government capital in developing and industrialized countries	1	0,53	0,11
(Nourzad & Vrieze 1995)	Public capital formation and productivity growth: Some international evidence	1		
(Otto & Voss 1994)	Public capital and private sector productivity	1	0,38	0,14
(Otto & Voss 1996)	Public capital and private production in Australia	1	0,17	0,08
(Otto & Voss 1998)	Is public capital provision efficient?	1	0,06	0,30
(Owyong & Thangavelu 2001)	An empirical study on public capital spillovers from the USA to Canada	1	0,92	0,19
(Ozbay et al. 2006)	Modeling and Analysis of the Link between accessibility and Employment Growth	1		
(Pereira 2001)	Public Investment and Private Sector Performance – International Evidence	1		
(Picci 1995)	Productivity and Infrastructure in the Italian Regions	0		
(Picci 1999)	Productivity and Infrastructure in the Italian Regions	1	0,50	0,03
(Pinnoi 1994)	Public infrastructure and private production measuring relative contributions	0		
(Ram 1996)	Productivity of Public and Private Investment in Developing Countries: A Broad International Perspective	1	0,14	0,05
(Ram & Ramsey 1989)	Government capital and private output in the United States:: Additional evidence	1	0,24	0,06
(Ramirez 1998)	Does public investment enhance productivity growth in Mexico? A cointegrating analysis	1	0,59	0,30
(Ratner 1983)	Government capital and the production function for U.S. private output	1	0,28	0,10
(Rephann & Isserman 1994)	New highways as economic development tools: An evaluation using quasi-experimental matching method	1		
(Reynolds et al. 1995)	Explaining Regional Variation in Business Births and Deaths: U.S. 1976-88.	0		
(Rives & Heaney 1995)	Infrastructure and local economic development	1		
(Paul et al. 2004)	Public Infrastructure and the Productive Performance of Canadian Manufacturing Industries	1		
(Seetanah 2009)	Using GMM framework to analyse the role of transport infrastructure in economic growth: the African Case	1		
(Seitz 1993)	A dual economic analysis of the benefits of the public road network	1		

(Shioji 2001)	Public Capital and Economic Growth: A Convergence Approach	1	0,24	0,06
(Shirley & Winston 2004)	Firm inventory behavior and the returns from highway infrastructure investments	1		
(Skjøtt-Larsen & Fåssel 1991)	Logistik og infrastruktur	0		
(Stephan 1997)	The Impact of Road Infrastructure on Productivity and Growth: Some Preliminary Results for the German Manufacturing Sector	1		
(Stephan 2003)	Assessing the contribution of public capital to private production: evidence from the German manufacturing sector.	1	0,54	0,13
(Sturm & de Haan 1995)	Is public expenditure really productive? : New evidence for the USA and The Netherlands	0	0,78	0,28
(Suarez-Villa & Hasnath 1993)	The Effect of Infrastructure on Invention Innovative Capacity and the Dynamics of Public Construction Investment	1		
(Tatom 1991)	Public capital and private sector performance	0		
(Tatom 1993)	Paved with Good Intentions: The Mythical National Infrastructure Crisis	0	0,04	0,13
(Vijverberg et al. 1997)	Public Capital and Private Productivity	0	0,48	0,11
(Vu Le & Suruga 2005)	Foreign direct investment, public expenditure and economic growth: the empirical evidence for the period 1970-2001.	1	0,08	0,02
(Yamano & Ohkawara 2000)	The regional allocation of public investment: Efficiency or equity?	1	0,15	0,02
(Yamarik 2000)	The Effect of Public Infrastructure on private Production During 1977-96	1	0,09	0,03
(Zhang & Fan 2004)	How Productive Is Infrastructure? A New Approach and Evidence from Rural India	1		

DTU Transport forsker og underviser i trafik og transportplanlægning. Institutet rådgiver myndighederne inden for infrastruktur, samfundsøkonomi, transportpolitik og trafiksikkerhed. DTU Transport samarbejder tillige med erhvervslivet om grøn logistik, behovsstyret kollektiv trafik, brugerbetaling og design af bæredygtige transportnetværk.

DTU Transport
Institut for Transport
Danmarks Tekniske Universitet

Bygningstorvet 116 Vest
2800 Kgs. Lyngby
Tlf. 45 25 65 00
Fax 45 93 65 33

www.transport.dtu.dk