
Kattegatforbindelsen, tilgængelighed og virksomheder i Danmark

Ismir Mulalic

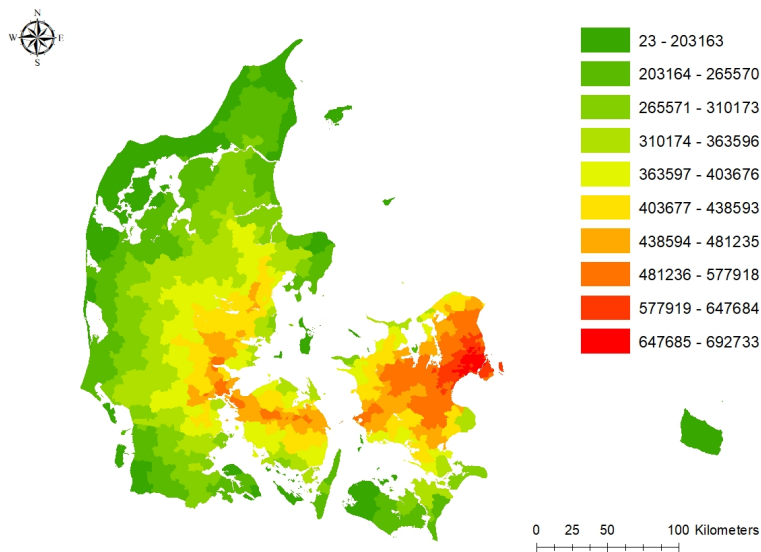
Marts 2021

Resumé

I denne rapport analyserer vi hvordan en fast Kattegatforbindelse påvirker virksomhedsproduktivitet. Kattegatforbindelsen definerer vi som en række forslag til løsninger for trafik mellem Jylland og Sjælland over Kattegat. Rapporten fokuserer på Samsø-korridoren.

Rapporten tager udgangspunkt i forskningsresultaterne fra forskningsprojektet "*Bedre tilgængelighed og produktivitet*", som har estimeret effekterne af Storebæltsforbindelsen på virksomhedsproduktivitet (De Borger et al., 2019). Vi kombinerer denne viden med unikke regnskabsdata og rejsetider fra trafikale beregninger for en fast Kattegatforbindelse, for at kvantificere de forventede produktivitetseffekter af Kattegatforbindelsen for virksomheder i Danmark.

Figur 1: Tilgængelighedsindekset for alle virksomheder for år 2015



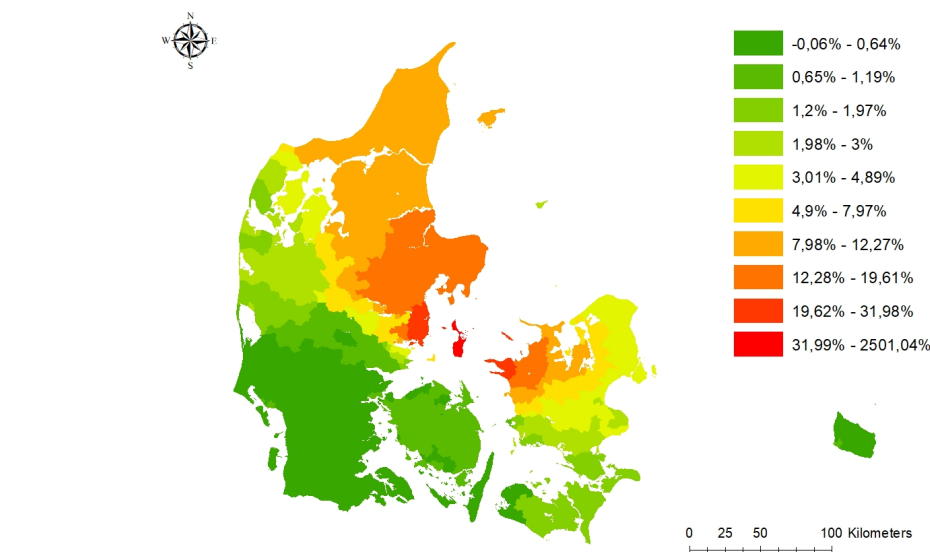
Noter: Tilgængelighedsindekset A er beregnet som $A_z = \sum_{z'} FTE_{z'} e^{-\delta t_{z,z'}}$, hvor z angiver LTM zoner, FTE angiver årsværk (fra registerdata), t angiver afstand målt i rejsetid i minutter mellem zoner (fra Vejdirektoratet) og δ er decay parameter; $\delta = 0,017$ (estimeret af De Borger et al. (2019)). Se afsnit 2.1 for en detaljeret diskussion af tilgængelighedsindekset.

Vi har først konstrueret en indikator for tilgængelighed på niveau af den enkelte Landstrafikmodel (LTM) zone. Denne tilgængelighedsindikator er defineret som den vægtede sum af beskæftigelsen i omkringliggende lokaliteter, hvor vægtene er en aftagende funktion af rejsetiden. Til tilgængelighedsindikatoren har vi anvendt parametre for rejsetidens betydning (decay parametre), som er estimeret af De Borger et al. (2019) på baggrund af ændring i rejsetider,

tilgængelighed og produktivitet efter Storebæltsforbindelsens åbning. Decay parametrene kombineres med rejsetider mellem alle LTM zoner fra Vejdirektoratets beregninger med Landstrafikmodellen, og registerdata vedr. årsværk i de enkelte zoner i 2015. Figur 1 viser det estimerede tilgængelighedsindeks for 2015. Vi finder at den økonomiske aktivitet i Danmark er stærkt koncentreret i få større byområder og at transport infrastruktur har stor betydning for danske virksomheder. Vi har også estimeret tilgængelighedsindekset for tre forskellige hovedbrancher: i) industri, ii) bygge og anlæg, og iii) handel og transport. Estimationsresultaterne afslører, at tilgængelighedsindekset for industrivirksomheder er højest i Trekantområdet og Københavnsområdet, for bygge og anlægsvirksomheder omkring motorvejsnettet, mens indekset for handel og transport er højest i Københavnsområdet.

Derefter har vi beregnet de forventede ændringer af tilgængelighedsindekset, som resulterer af en fast Kattegatforbindelse. For denne beregning har vi anvendt Vejdirektoratets trafikprognoser (de forventede transporttidsændringer) og antallet af årsværk for hver LTM zone for år 2015. Figur 2 viser de forventede procentvis ændringer i det beregnede indeks for de individuelle zoner, ved en fast Kattegatforbindelse. Det er nemt at se, at tilgængeligheden øges mest for områderne tæt på Kattegatforbindelsen, hvilket inkluderer Vestsjælland, Djursland og det nordlige Jylland.

Figur 2: De forventede procentvis ændringer i tilgængelighedsindekset for alle virksomheder for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* i forhold til *Basis 2035*



Noter: Tilgængelighedsindekset A er beregnet som $A_z = \sum_{z'} FTE_{z'} e^{-\delta t_{z,z'}}$, hvor z angiver LTM zoner, FTE angiver årsværk, t angiver afstand målt i rejsetid i minutter mellem zoner og δ er decay parameter. Se afsnit 2.1 for en detaljeret diskussion af tilgængelighedsindekset.

Til sidst har vi opgjort produktivitetseffekterne af en fast Kattegatforbindelse, først på aggregeret niveau, men også for hovedbrancher og landsdele. For denne beregning, har vi kom-

bineret de estimerede ændringer af tilgængelighedsindekset som resultatet af en fast Kattegatforbindelse med forskningsresultater fra De Borger et al. (2019), som har estimeret effekten af en stigning i tilgængeligheden på virksomheders produktivitet. De Borger et al. (2019) fandt, at åbningen af Storebæltsbroen har resulteret i en stigning af den gns. produktivitet svarende til ca. 0,12%. Den gennemsnitlig produktivitetsstigning for virksomheder lokaliseret på Fyn var signifikant højere (0,43%). Produktivitetseffekterne af en Kattegatforbindelse i denne rapport vurderes med udgangspunkt i erhvervsstrukturen i 2015, hvilket skyldes manglende prognose for de forventede ændringer af erhvervsstrukturen mellem 2015 og åbningen af en Kattegatforbindelse i tidligst 2035.

Tabel 1: De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* i forhold til *Basis 2035* for forskellige brancher og landsdele, gns. og std. afv. i parentes

Landsdel	Alle virksomheder	Industri	Bygge og anlæg	Handel og transport
Byen København	0,04 (0,002)	0,01 (0,001)	0,02 (0,001)	0,07 (0,01)
Københavns omegn	0,05 (0,01)	0,01 (0,002)	0,02 (0,001)	0,09 (0,01)
Nordsjælland	0,05 (0,01)	0,01 (0,004)	0,02 (0,003)	0,10 (0,03)
Bornholm	0,01 (0,0001)	0,0001 (0,00)	0,01 (0,001)	0,004 (0,001)
Østsjælland	0,06 (0,02)	0,02 (0,01)	0,02 (0,01)	0,12 (0,04)
Vest- og Sydsjælland	0,07 (0,06)	0,02 (0,02)	0,02 (0,01)	0,16 (0,15)
Fyn	0,01 (0,001)	0,003 (0,001)	0,001 (0,0002)	0,02 (0,005)
Syddjælland	0,01 (0,001)	0,001 (0,0004)	0,001 (0,0002)	0,01 (0,003)
Østjylland	0,58 (3,36)	0,35 (2,5)	0,06 (0,20)	2,27 (15,06)
Vestjylland	0,04 (0,03)	0,01 (0,004)	0,01 (0,01)	0,09 (0,07)
Nordjylland	0,10 (0,02)	0,01 (0,003)	0,03 (0,01)	0,20 (0,05)

Noter: Se afsnit 4.4 for en detaljeret diskussion af denne tabel.

Rapportens overordnede konklusion er, at etableringen af en fast Kattegatforbindelse vil

forøge virksomheders produktivitet med i gennemsnit 0,12% årligt. En vækst på 0,12% for alle virksomheder er en betydelig effekt. Væksten i totalfaktorproduktiviteten (TFP) for danske virksomheder har været relativt lav i gennem de seneste ti år (Rasmussen and Eriksen, 2019). I perioden 2008-2017 var den gennemsnitlige TFP vækst på 0,11% årligt, men der var også store forskelle i gennem perioden med bl.a. negativ vækst fra 2007-2009. Etableringen af en fast Kattegatforbindelse vil forøge TFP svarende til et års vækst hvis vi betragter udviklingen i TFP fra 2007 til 2017.¹ Effekten af en Kattegatforbindelse på virksomhedens produktivitet vurderes dermed, at være af samme størrelsesorden som effekten af Storebæltsforbindelsen. Det betyder, at danske virksomheder vil kunne producere mere med det samme produktionsapparat efter åbningen af en fast Kattegatforbindelse og forøge BNP med ca. 3 milliarder kr. årligt.

Når vi analyserer forskelle i effekterne på tværs af brancher finder vi, at Kattegatforbindelsen medfører den største forøgelse af produktiviteten for branchen handel og transport, se tabel 1. Tabellen viser også, at effekterne for virksomheder i Østjylland, det nordlige Jylland og Vest- og Sydsjælland – virksomheder lokaliseret i landsdele tættere på Kattegat – er mest mærkbare. Produktiviteten stiger med op til 0,6% som følge af etableringen af en fast Kattegatforbindelse.

Beregningerne i denne rapport omfatter ikke mulige effekter af Kattegatforbindelsen på lokalisering af virksomheder og husholdninger, konkurrence og klyngedannelser.

Rapporten er udarbejdet af CBS i perioden fra maj 2020 til januar 2021 og finansieret af Vejdirektoratet. Tak til følgegruppen bestående af Thomas A. Sick Nielsen, Anette Jacobsen og Jens Foller fra Vejdirektoratet for deres konstruktive bidrag til denne rapport. Ligeledes en særlig tak til studentermedhjælper Klara Fjorbøge for et kompetent og engageret arbejde i forbindelse med rapportens udarbejdelse.

¹Bemærk at udviklingen i den samlede produktivitet for virksomheder, ud over udviklingen i TFP, også afhænger af øget kapitalintensitet og et øget uddannelsesniveau.

Indhold

Indhold	1
Liste over tabeller	2
Liste over figurer	3
1 Introduktion	5
2 Tilgængelighed og produktivitet	9
2.1 Tilgængelighedsindekset	9
2.2 Totalfaktorproduktivitet	12
3 Data	13
3.1 Rejsetider	13
3.2 Virksomhedsdata	16
4 Empiriske resultater	19
4.1 Kortlægning af tilgængelighedsindekset	19
4.2 Kortlægning af totalfaktorproduktivitet	23
4.3 Kattegatforbindelsen og tilgængelighedsindekset	24
4.4 Kattegatforbindelsen og totalfaktorproduktiviteten	28
5 Konklusion	34
Referencer	36
6 Appendix	I
6.1 Andelen af årsværk i hovedbrancher	I
6.2 Totalfaktorproduktivitet og skalaafkast	III
6.3 Ændringer i tilgængelighedsindekset	IV
6.4 Ændringer i totalfaktorproduktivitet	V

Tabeller

1	De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet <i>Kattegat via Samsø kun med vej</i> i forhold til <i>Basis 2035</i> for forskellige brancher og landsdele, gns. og std. afv. i parentes	iii
2.1	Decay parametre fra De Borger et al. (2019)	10
3.1	Gennemsnitlige rejseafstande og rejsetider	15
4.1	De forventede procentvis ændringer i tilgængelighedsindekset <i>A</i> mellem 2015 og 2035 for forskellige scenarier	25
4.2	De forventede procentvis ændringer i tilgængelighedsindekset <i>A</i> i forhold til <i>Basis 2035</i> for forskellige scenarier og hovedbrancher, gns. og std. afv. i parentes . . .	26
4.3	De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet i forhold til <i>Basis 2035</i> for den betragtede scenarie og hovedbrancher, gns. og std. afv. i parentes .	29
4.4	De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet <i>Kattegat via Samsø kun med vej</i> i forhold til <i>Basis 2035</i> for forskellige brancher og landsdele, gns. og std. afv. i parentes	33
6.1	Skalaafkast	III

Figurer

1	Tilgængelighedsindekset for alle virksomheder for år 2015	i
2	De forventede procentvis ændringer i tilgængelighedsindekset for alle virksomheder for scenariet <i>Kattegat via Samsø kun med vej</i> i forhold til <i>Basis 2035</i>	ii
2.1	Decayparametre anvendt i tilgængelighedsindekset	11
3.1	Antal årsværk pr kvadratkilometer på zone niveauet for år 2015	17
4.1	Tilgængelighedsindekset A for <i>alle virksomheder</i> for år 2015	20
4.2	Tilgængelighedsindekset A for <i>industri</i> for år 2015	21
4.3	Tilgængelighedsindekset A for <i>bygge og anlæg</i> for år 2015	22
4.4	Tilgængelighedsindekset A for <i>handel og transport</i> for år 2015	22
4.5	Totalfaktorproduktivitet for 2015, $\log(\text{TFP})$	24
4.6	De forventede procentvis ændringer i tilgængelighedsindekset A for alle virksomheder for scenariet <i>Kattegat via Samsø kun med vej</i> i forhold til <i>Basis 2035</i> . . .	26
4.7	De forventede procentvise ændringer i tilgængelighedsindekset A for branchen <i>industri</i> for scenariet <i>Kattegat via Samsø kun med vej</i> i forhold til <i>Basis 2035</i> .	27
4.8	De forventede procentvise ændringer i tilgængelighedsindekset A for branchen <i>bygge og anlæg</i> for scenariet <i>Kattegat via Samsø kun med vej</i> i forhold til <i>Basis 2035</i>	27

4.9	De forventede procentvise ændringer i tilgængelighedsindekset <i>A</i> for branchen <i>handel og transport</i> for scenariet <i>Kattegat via Samsø kun med vej</i> i forhold til <i>Basis 2035</i>	28
4.10	De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet <i>Kattegat via Samsø kun med vej</i> i forhold til <i>Basis 2035</i>	30
4.11	De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet <i>Kattegat via Samsø kun med vej</i> i forhold til <i>Basis 2035</i> for branchen <i>handel og transport</i>	31
4.12	De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet <i>Kattegat via Samsø kun med vej</i> i forhold til <i>Basis 2035</i> for branchen <i>industri</i> . . .	32
4.13	De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet <i>Kattegat via Samsø kun med vej</i> i forhold til <i>Basis 2035</i> for branchen <i>bygge og anlæg</i>	32
6.1	Andelen af årsværk i <i>industribranchen</i> for år 2015	I
6.2	Andelen af årsværk i branchen <i>bygge on anlæg</i> for år 2015	II
6.3	Andelen af årsværk i branchen <i>handel og transport</i> for år 2015	II
6.4	De forventede procentvise ændringer i tilgængelighedsindekset mellem 2015 og 2035 for scenariet uden en fast Kattegatforbindelse (<i>Basis 2035</i>)	IV
6.5	De forventede procentvise ændringer i tilgængelighedsindekset <i>A</i> mellem 2015 og 2035 for scenariet <i>Kattegat via Samsø med bane og vej</i>	V
6.6	De forventede procentvise ændringer i totalfaktorproduktivitet i forhold til <i>Basis 2035</i> for <i>Kattegat via Samsø med bane og vej</i>	VI

1 Introduktion

Denne rapport beskriver resultaterne af projektet "*Kattegatforbindelsen, tilgængelighed og virksomheder i Danmark*". Formålet med projektet er at analysere, kortlægge og kvantificere de forventede effekter af en fast Kattegatforbindelse på danske virksomheder. Rapporten tilvejebringer således viden om de forventede produktivitetseffekter af en fast Kattegatforbindelse. Denne viden kan med udgangspunkt i eksisterende virksomheder, anvendes til at vurdere Kattegatforbindelsens betydning for produktivitetsudviklingen inden for forskellige brancher og landsdele, og er en del af forundersøgelse af en fast Kattegatforbindelse. Kattegatforbindelsen forstås her som en række forslag til løsninger for trafik mellem Jylland og Sjælland over Kattegat. Vi fokuserer her på *Samsø-korridoren mellem Røsnæs/Asnæs over Samsø og Jylland ved Hov*.¹

Givet Danmarks geografi, vil anlæg af en fast forbindelse over Kattegat indebære en væsentlig reduktion i rejsetider mellem Øst- og Vestdanmark. En tydelig effekt af denne forbedring i transportinfrastrukturen er den reducerede betydning af afstand, hvilket medfører multiple implikationer. Først og fremmest vil bedre transportmuligheder betyde, at det bliver lettere at bringe inputs (inkl. arbejdskraft) til virksomhederne, samt output til forbrugerne, hvilket vil nedsætte produktions- og logistikomkostningerne pr. enhed (Shirley and Winston, 2004; Datta,

¹Den anden overordnede korridor – Sjællands Odde-korridoren med to mulige linjeførings-varianter (en nordlig mellem Sjællands Odde og Djursland og en sydlig mellem Sjællands Odde og syd for Aarhus) – er allerede på nuværende tidspunkt fravalgt.

2012; Li and Li, 2013). Kvaliteten af transportinfrastrukturen og nærhed til andre aktører er i en vis grad substitutter, hvortil det for mange (homogene) produkter og arbejdskraft gælder, at den reducerede betydning af afstand åbner muligheder for et bedre match mellem udbud og efterspørgsel (Helsley and Strange, 1990). Ydermere bidrager en forbedret transportinfrastruktur til bedre muligheder for møder mellem økonomiske agenter, og medfører derfor en lettere vidensdeling gennem formelle og uformelle kontakter. Alle disse fordele forbundet ved at ligge geografisk tæt bliver generelt refereret til som agglomerationseffekter.

En forbedret transportinfrastruktur bidrager til agglomerationseffekter, dvs. fordele ved at ligge tæt ved hinanden (Duranton and Puga, 2004; Rosenthal and Strange, 2004; Gaubert, 2018). På virksomhedsniveau forventes disse effekter at påvirke virksomhedernes produktivitet. Flere internationale studier har anvendt data på virksomhedsniveau og identificeret en positivt effekt af forbedret transportinfrastruktur på virksomhedernes produktivitet, dog ofte med fokus på en udvidelse af motorvejsnetværket (se f.eks. Graham (2007), Holl (2012, 2016) og Gibbons et al. (2019)). I kontrast til dette betragter vi en enkelt lokalitetsspecifik, men meget stor, infrastrukturel forbedring og ikke en kontinuerlig udvidelse af motorvejsnetværket. Vores projekt tager udgangspunkt i forskningsresultaterne fra forskningsprojektet "*Bedre tilgængelighed og produktivitet*", som har estimeret effekterne af Storebæltsforbindelsen på danske virksomheder og lønninger (De Borger et al., 2019).² De Borger et al. (2019) finder, at åbningen af Storebæltsbroen har resulteret i en stigning af den gns. produktivitet svarende til ca. 0,12%. Den gennemsnitlig produktivitetsstigning for virksomheder lokaliseret på Fyn var signifikant højere (0,43%).

Litteraturen foreslår, at en forbedret transportinfrastruktur vil have langsigtede effekter, der strækker sig ud over produktivitetseffekterne. For eksempel finder Duranton and Turner

²Analysen i De Borger et al. (2019) er også relateret til Ahlfeldt and Feddersen (2017) som måler effekter ved åbningen af højhastighedstog forbindelsen mellem Köln og Frankfurt.

(2012) en betydelig effekt af motorveje på befolkningsvækst.³ Flere har også fundet en betydelig effekt af forbedret transportinfrastruktur på handel (Duranton et al., 2014; Storeygard, 2016) og lokaliseringen af økonomisk aktivitet (Chandra and Thompson, 2000; Baum-Snow, 2007; Ghani et al., 2016; Baum-Snow et al., 2020). Ændringer i tætheden af økonomisk aktivitet genererer også effekter udover førnævnte, der skyldes den forbedrede infrastruktur i sig selv (Graham, 2007; Greenstone et al., 2010; Puga, 2010). Virksomheder lokaliseret i tættere områder kan nemmere få adgang til billigere og hurtigere leveringer af lokale tjenester og lokale goder. For eksempel, Krugman (1991) og Krugman and Venables (1995) diskuterer mekanismer gennem transportomkostninger påvirker den rumlige ligevægt og som kan lede til klyngedannelse. De finder at klyngedannelser er mere sandsynligt at udvikle sig, når der er vigtige skalaøkonomier og lave transportomkostninger. Inkludering af disse afledte effekter ligger dog uden for projektets rammer.

For at analysere de forventede effekter af en fast Kattegatforbindelse på virksomheder i Danmark, har vi først estimeret et indeks for tilgængelighed på niveau af den enkelte Landstrafikmodel, (LTM) zone, med og uden en fast Kattegatforbindelse. Indekset er defineret som den vægtede sum af beskæftigelsen i omkringliggende lokaliteter, hvor vægtene er en aftagende funktion af rejsetiden. Trafikprognoser, som inkluderer forventede rejsetider, er tilgængelige fra Vejdirektoratets indledende screening af en række mulige korridorer over Kattegat. Efterfølgende har vi estimeret effekten ved disse ændringer i tilgængeligheden på virksomhedens produktivitet, ved anvendelsen af forskningsresultater fra De Borger et al. (2019). Rapporten angiver de forventede effekter ved en fast Kattegatforbindelse, først på aggregeret niveau, men også for hovedbrancher og landsdele.

Rapportens resultater omfatter følgende. Virksomhederne i Danmark på kort sigt forventes at spare rejsetid, hvis der anlægges en fast Kattegatforbindelse. Etableringen af en fast Kat-

³Duranton and Turner (2012) fortolker befolkningsvækst også som byvækst.

tegatforbindelse vil desuden forøge tilgængelighed med ca. 12%, og det resulterer i en stigning af virksomheders produktivitet i Danmark, svarende til 0,12%. Den største effekt er fundet for branchen handel og transport. Vi finder også betydelige produktivitetseffekter for virksomheder lokaliseret i regioner tættere på Kattegat, hvilke inkluderer Vestsjælland, Djursland og det nordlige Jylland.

Produktivitetseffekten vurderes med udgangspunkt i erhvervsstrukturen i 2015. Ændringer af erhvervsstrukturen mellem 2015 og åbningen af en Kattegatforbindelse i tidligst 2035 kan forventes, men der er ingen prognose for det. Det kan også forventes, at en fast Kattegatforbindelse i nogen grad vil have betydning for lokaliseringsmønsteret, men dette kræver mere forskning på området. Beregningerne i denne rapport omfatter derfor ikke mulige effekter af Kattegatforbindelsen på lokalisering af virksomheder og husholdninger, konkurrence og klyngedannelser.

I kapitel 2 præsenterer vi indikatorer for virksomhedsproduktivitet og tilgængelighed, som vi anvender til de kvantitative analyser af de forventede effekter, ved en fast Kattegatforbindelse på virksomhedsproduktivitet. Kapitel 3 beskriver tilgængelige data. I kapitel 4 vises de vigtigste resultater af de empiriske analyser og kapitel 5 konkluderer.

2 Tilgængelighed og produktivitet

Kattegatforbindelsen forventes først og fremmest, at reducere rejseafstande og rejsetider mellem økonomiske aktører på Sjælland og Jylland. For at analysere de forventede effekter af en fast Kattegatforbindelse på danske virksomheder, er det derfor nødvendigt at udarbejde indikatorer for virksomhedsproduktivitet og tilgængelighed. Dette afsnit beskriver og diskuterer metoder anvendt i denne rapport, først i afsnit 2.1 for estimationen af tilgængelighedsmålet, og derefter i afsnit 2.2 metoder anvendt for estimationen af totalfaktorproduktivitet.

2.1 Tilgængelighedsindekset

Vi fokuserer på effekterne af Kattegatforbindelsen på produktiviteten indirekte gennem indvirkning på transporttiden. Det tilgængelighedsindeks vi anvender fanger nærheden af en given placering (LTM zone) til andre områder (LTM zoner). Tilgængelighedsindekset har sine rødder i by- og transportøkonomi, og er defineret som den afstandsvægtede sum af beskæftigelsen i omkringliggende områder (se f.eks. Lucas and Rossi-Hansberg (2002) og Redding and Rossi-Hansberg (2017)).¹ Vi følger litteraturen, men vi anvender transporttid i stedet for transportafstand som vægte. Vores tilgængelighedsindeks A (accessibility på eng.) er beregnet for hver enkel LTM zone z som den vægtede sum af årsværk (FTE (Full-Time Equivalent på eng.)) i alle

¹Et lignende indeks blev anvendt i Dekle and Eaton (1999), Ahlfeldt and Feddersen (2017) og i Lucas and Rossi-Hansberg (2002). H. Hanson (2005) anvender det til at modellere nærheden til forbrugermarked.

LTM zoner:

$$A_z = \sum_{z'} FTE_{z'} e^{-\delta t_{z,z'}} \quad (2.1)$$

hvor t angiver afstand målt i rejsetid mellem zoner og δ er decay parameter (*henfaldsparameteren*). Decay parameteren definerer hvor hurtigt aftagende vægtene med afstand målt i rejsetid er. Således kommer årsværk tæt på virksomheden til at vægte højere end årsværk med længere distance hertil. Figur 2.1 viser vægte for et årsværk med en given afstand. Vi fokuserer først på decay parameteren på tværs af alle virksomheder, hvor den er på 0,017. Det er nemt at se, at vægten er 1 ved en rejsetid på 0 min, som altså er hvis virksomheden ligger lige rundt om hjørnet. Vægten bliver halveret (0,50) efter 40 minutter, og er under 0,13 efter 2 timer. Den er meget lav og tæt på 0 allerede efter 3 timer. Det betyder, at for en zones tilgængelighedsindeks, f.eks. $A_{z'}$, indflydelsen af årsværk i zoner med 40 minutters rejseafstand bliver halveret (så 2 årsværk i zoner med 40 minutter afstand fra zone z' tæller som 1 årsværk i $A_{z'}$), mens den bliver under 0,13 efter 2 timers rejseafstand (eller med andre ord, 13 årsværk i zoner med 2 timers afstand fra zone z' tæller som knap 1 årsværk i $A_{z'}$).

Tabel 2.1: Decay parametre fra De Borger et al. (2019)

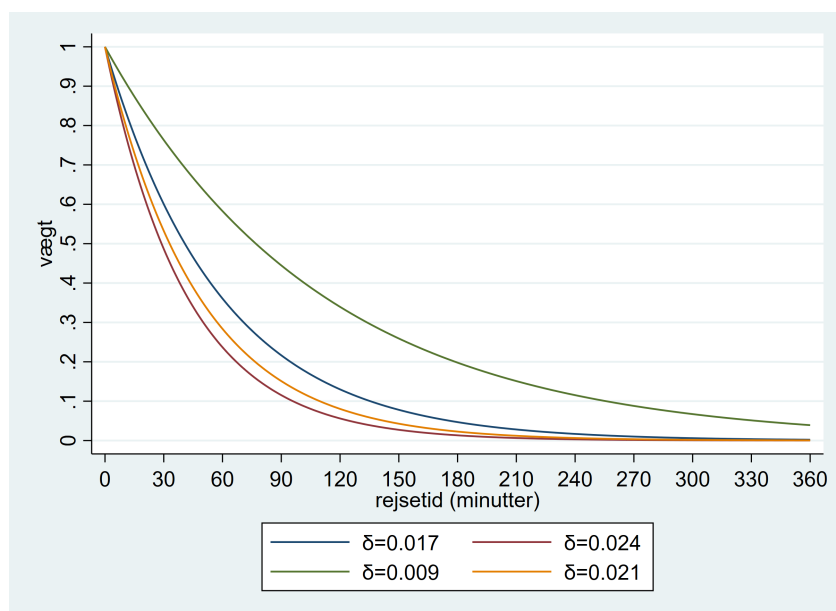
	δ
Alle virksomheder	0,017
Industri	0,024
Bygge og anlæg	0,009
Handel og transport	0,021

Noter: For flere detaljer se sektion 3.

Decay parametrene δ anvendt i denne analyse er estimeret af De Borger et al. (2019). De Borger et al. (2019) estimerer effekterne af Storebæltsforbindelsen på virksomhedernes produktivitet, og i den forbindelse estimerer to parametre: i) parameteren γ som fanger effekten af tilgængeligheden på totalfaktorproduktivitet (γA_z), og decay parameteren δ der angiver rejseti-

dens betydning i et tilgængelighedsindeks, der er målrettet effekten på virksomheders produktivitet ($\gamma (\sum_{z'} FTE_{z'} e^{-\delta t_{z,z'}})$). Bemærk at tilgængelighedsindekset estimeret i denne rapport er forskelligt fra et tilgængelighedsindeks, der fokuserer på daglig persontransport. Tabel 2.1 viser de estimerede decay parametre (se også figur (2.1)). Når vi sammenligner decay parameteren på tværs af alle virksomheder, hvor den er på 0,017, er den for brancherne industri og handel og transport signifikant højere. Det betyder, at for disse to brancher er vægtene hurtigere aftagende med afstand målt i rejsetid, eller med andre ord, at disse to brancher opererer mere lokalt. For branchen bygge og anlæg er decay parameter til gengæld signifikant lavere.

Figur 2.1: Decayparametre anvendt i tilgængelighedsindekset



Noter: Vægterne er beregnet som $e^{-\delta t_{z,z'}}$, hvor t angiver rejsetid og δ er decay parameter (henfaldsparameteren).

2.2 Totalfaktorproduktivitet

Begrebet totalfaktorproduktivitet er et empirisk begreb, der angiver forholdet mellem output og et produktionsapparat (et sammenvejet ressourceindsats). Det angiver, hvor meget værditilvækst der kommer til ud af en sammenvejet ressourceindsats. I denne analyse er produktionsapparatet sammensat af både arbejdskraft og kapital.

Vi antager, at produktionsfunktionen er Cobb-Douglas (i logaritmer):

$$y_{i,a} = \alpha_l l_{i,a} + \alpha_k k_{i,a} + \omega_{i,a} \quad (2.2)$$

hvor, i indekserer virksomheder, a indekserer år, $y_{i,a}$ er omsætning, $l_{i,a}$ er arbejdskraftsinput, $k_{i,a}$ er realkapital, α 'er er estimationskoefficienter (output-elasticiteterne mht. l og k), og $\omega_{i,a}$ er totalfaktorproduktivitet (TFP). TFP beregnes som:

$$\omega_{i,a} = y_{i,a} - \alpha_l l_{i,a} - \alpha_k k_{i,a}. \quad (2.3)$$

Vi estimerer outputelasticiteterne ved brug af proxy-metoden udviklet af Wooldridge (2009) og estimerer produktionsfunktion (α_l og α_k) separat for hver branche analyseret i denne rapport (se kapitel 3).²

²For en mere udtømmende diskussion af estimationen af totalfaktorproduktivitet henvises til Akerberg et al. (2015).

3 Data

Dette kapitel giver et overblik over det anvendte data. De empiriske analyser i denne rapport er baseret på to unikke dataset: i) mikrodata om virksomheder (såsom omsætning, årsværk, osv.), og ii) rejsetider fra trafikale beregninger for en fast Kattegatforbindelse. Afsnit 3.1 giver en beskrivelse af de anvendte rejsetider. Afsnittet giver også en detaljeret diskussion af de forskellige korridorer for en fast Kattegat forbindelse. Ydermere redegører afsnittet også for de empiriske specifikationer og begrænsninger af tilgængelighedsindekset, baseret på tilgængelige data. Afsnit 3.2 giver en beskrivelse af den anvendte mikrodata fra Danmarks Statistik om virksomheder i Danmark. Afsnittet giver også en nærmere beskrivelse af variableerne, som vi har inkluderet i vores model og anvendt for estimationen af totalfaktorproduktivitet.

3.1 Rejsetider

Prognoser for den fremtidige udvikling i vejtrafik og rejsetider udgør en central forudsætning bag beregningerne af effekterne ved en fast Kattegatforbindelse på virksomhedsproduktivitet. De forventede rejsetidsændringer ligger desuden til grund for senere estimation af ændringerne i tilgængelighedsindekset A (se ligning (2.1)).

Vejdirektoratet har gennemført en analyse af en række mulige korridorer over Kattegat. I den forbindelse er der også foretaget trafikale beregninger under en antagelse om, at Kattegat-

forbindelsen anlægges i de betragtede korridorer. Beregningerne er foretaget med Landstrafikmodellen (LTM). I denne rapport anvender vi de beregnede transporttider mellem alle niveau-2 LTM zoner (907 zoner). De er udledt ved brug af det komplette model-vejnet.

Vi sammenligner korridorerne i forhold til rejsetidsbesparelser for vejtrafikken. Vi fokuserer på rejsetider for 2015 (basis år i LTM) og rejsetider for fem forskellige scenarier:

1. Basis 2015,
2. Basis 2035 (hvor der ikke er anlagt en Kattegatforbindelse),
3. Kattegat via Samsø med bane og vej,
4. Kattegat via Samsø kun med vej,
5. Kattegat via Sjællands Odde nord for Aarhus, og
6. Kattegat via Sjællands Odde syd for Aarhus.

Der er signifikante forskelle mellem rejsetidsbesparelser for forskellige korridorer. Jævnfør beregninger fra Vejdirektoratet vil en tur fra København til Aarhus, via en Kattegatforbindelse i Samsø-korridoren, tage cirka 1 time og 50 minutter med en ren vejforbindelse og uden forsinkelser som følge af trængsel. Sammenlignet med en situation i 2035, hvor der ikke er anlagt en Kattegatforbindelse (Basis 2035), vil trafikanterne spare knap 50 minutter hvis de kan køre via en Kattegatforbindelse i Samsø-korridoren. Hvis trafikanterne i stedet kører via Sjællands Odde-korridoren (via den nordlige eller sydlige variant) vil de kunne spare ca. 40 minutter sammenlignet med en situation uden en fast Kattegatforbindelse i 2035.¹

¹I de indledende trafikprognoser udarbejdet af Vejdirektoratet er der ikke lavet opdaterede køreplaner for jernbaneløsningerne, hvilket gør, at mulige korridorer over Kattegat derfor ikke er fuld sammenlignelige.

Tabel 3.1 viser simple (ikke-vægtede) gennemsnitlige rejseafstande og rejsetider for de analyserede scenarier. Gennemsnittet er beregnet, f.eks. for rejseafstande, ved først at beregne summen over rejseafstande mellem alle 907 LTM zoner, og dernæst dividere summen med antallet af observerede zone kombinationer. Tilsvarende fremgangsmåde er også anvendt for beregningen af gennemsnittet for rejsetider.

Tabel 3.1: Gennemsnitlige rejseafstande og rejsetider

	gns.	std. afv.	min.	max.
	rejseafstand (km)			
Basis 2015	200.93	120.75	0.54	593.18
Basis 2035	203.66	122.17	0.54	606.11
Kattegat via Samsø med bane og vej	185.32	102.16	0.54	531.38
Kattegat via Samsø kun med vej	185.61	102.41	0.54	531.38
Kattegat via Sj. Odde n.f. Aarhus	186.02	102.27	0.54	513.39
Kattegat via Sj. Odde s.f. Aarhus	188.80	105.68	0.54	541.73
	rejsetid (min)			
Basis 2015	146.92	111.65	1.69	1750.02
Basis 2035	144.17	105.49	1.68	1689.41
Kattegat via Samsø med bane og vej	132.68	96.95	1.68	1689.38
Kattegat via Samsø kun med vej	132.41	96.70	1.68	1689.39
Kattegat via Sj. Odde n.f. Aarhus	133.59	97.26	1.68	1689.33
Kattegat via Sj. Odde s.f. Aarhus	135.01	98.44	1.68	1689.40

Noter: Her bruger vi rejseafstande og rejsetider mellem alle 907 LTM zoner. Tabellen viser simple (ikke-vægtede) gennemsnitlige rejseafstande og rejsetider. Den maksimale rejsetid på 1750.02 minutter er for zone 707010 (Anholt); 99-percentile=655.56; 90-percentilen=283.77 og 90-percentilen=244.77.

Den gennemsnitlige transporttid i 2015 mellem LTM zonepar er 147 minutter, med en standard afvigelse på 112; hvor minimum er knap 2 minutter og maksimum er omkring 1750 minutter. Denne ekstreme maksimale rejsetid på 1750 minutter er observeret for Anholt, en lille ø i Kattegat.² Dog er 99-percentil for rejsetiden på 655 minutter og 90-percentilen på knap 5 timer (283 minutter). Sammenlignet med Sjællands Odde-korridoren er de gennemsnitlige rejsetider og rejseafstande lavere, hvis Kattegatforbindelsen anlægges i Samsø-korridoren. De

²LTM zone 707010.

gennemsnitlige rejsetider for Basis 2035 (hvor der ikke er anlagt en Kattegatforbindelse) er også lavere sammenlignet med Basis 2015, mens den gennemsnitlige rejseafstand er højere. Det skyldes de allerede planlagte og besluttede infrastruktur projekter.³ Det kan konkluderes, at virksomhederne i Danmark på kort sigt forventes at spare flere timer på vejene, hvis der anlægges en Kattegatforbindelse i Samsø-korridoren frem for i Sjællands Odde-korridoren.

I vores empiriske arbejde undersøger vi effekten af en fast Kattegatforbindelse. Forbindelsen forventes åben i 24 timer om dagen, 365 dage om året. Den nye infrastruktur vil åbenlyst forbedre transporttider mellem områder på modsatte sider af Kattegat, men har ingen effekt på transporttiden mellem områder på samme side af den faste Kattegatforbindelse. Selvom der vil være en afgift på Kattegatforbindelsen, vælger vi at ignorere den og antager at ændringen i transporttiden er den eneste store effekt af Kattegatforbindelsen for rejseomkostningerne. Bemærk her også, at De Borger et al. (2019) i deres analyse også ignorerer Storebælts takster og fokuserer kun på ændringer i rejsetider.

Sjællands Odde-korridoren med to mulige linjeførings-varianter – en nordlig mellem Sjællands Odde og Djursland og en sydlig mellem Sjællands Odde og syd for Aarhus – er allerede fravalgt. Derfor fokuserer vi i resten af rapporten kun på Samsø-korridoren.

3.2 Virksomhedsdata

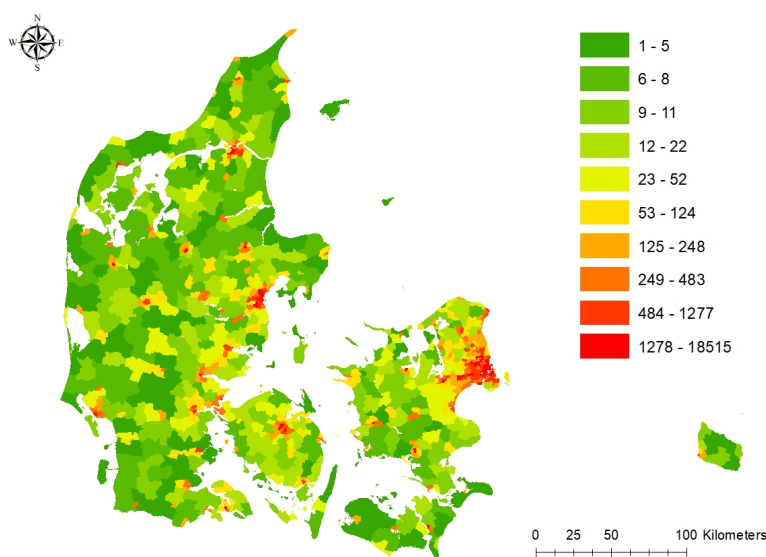
Oplysninger om virksomheder som vi bruger i denne rapport stammer fra registerdata. Danmarks Statistik fører et register over alle registrerede virksomheder. Dog er mindre ikke-regnskabspligtige virksomheder og stor del af den offentlige sektor ikke omfattet. Registeret indeholder, på virksomhedsniveau, data for omsætning, investeringer og input i produktion (f.eks. arbejdskraft

³Bemærk også at den længste afstand for Basis 2035 (606 km) er højere sammenlignet med Basis 2015 (593 km).

og kapital). Det omfatter også informationer om virksomheds hovedbranche, ejer struktur og dens geografiske placering (niveau-2 LTM zone). Vi observerer den fulde population af virksomheder, som vi referer til som arbejdssteder.

Vi beregner først summen af årsværk for hver LTM zone for år 2015 (basis år for rejsetider fra LTM). For denne beregning bruger vi alle de observerede arbejdssteder. Figur 3.1 viser antallet af årsværk per kvadratkilometer i 2015 for LTM zoner. Den økonomiske aktivitet er koncentreret i få store byområder liggende omkring de fire største byer og især København. Det er dog meget svært klart at se den geografiske fordeling af virksomheder pga. forskelle i zone størrelser. Vi vil se senere i afsnit 4 se at virksomheder i Danmark generelt er koncentreret i større byområder.

Figur 3.1: Antal årsværk pr kvadratkilometer på zone niveauet for år 2015



Vi fokuserer på brancher der hører under tre hovedbrancher analyseret af De Borger et al. (2019): i) industri, ii) byggeri, og iii) handel og transport. Også for disse tre hovedsektorer beregner vi andelen af årsværk for hver LTM zone for år 2015. Figurer 6.1-6.3 viser de opnåede resulterede og kan ses i Appendix. Figurerne viser at koncentration af industri er højere i

Jylland, mens handel og transport er mere koncentreret i større byer, især i og omkring København. Byggebranchen er geografisk mere spredt sammenlignet med de andre to hovedbrancher. Bemærk her, at hovedformålet med beregningen af summen af årsværk for hver LTM zone er generering af input til estimationen af tilgængelighedsindekset, som defineret i ligning (2.1).

Regnskabsoplysninger i det danske virksomhedsregister, som ligner mange tilsvarende datakilder fra andre lande, er kun registreret på virksomheds- og ikke på arbejdsstedsniveau. Derfor er det umuligt at fordele output og input på de individuelle arbejdssteder.⁴ Dette medfører, at TFP ikke kan knyttes til LTM zoner for virksomheder med flere arbejdssteder. Vi estimerer derfor kun TFP for virksomheder med ét arbejdssted. Vores stikprøve af virksomheder der anvendes til at estimere TFP dækker perioden 2010-2015.

I denne analyse er produktionsapparatet sammensat af arbejdskraft og kapital. Vi gør derfor brug af omsætning, arbejdskraftsinput og kapital for estimationen af produktionsfunktioner. Kapital er beregnet som virksomhedens materielle og immaterielle anlægsaktiver. Omsætning, kapital og varekøb er omregnet til faste priser. Arbejdskraftsinput måles ved årsværk.

⁴Vi observerer årsværk for de individuelle arbejdssteder.

4 Empiriske resultater

I dette kapitel præsenteres empiriske resultater. Til start gives der en overordnet beskrivelse af resultaterne og en uddybende beskrivelse af udvalgte effekter. Derefter forklares og illustreres forskelle ved de forventede effekter på virksomheders totalfaktorproduktivitet af en fast Kattegatforbindelse. Først i afsnit 4.1 præsenteres og kortlægges estimerede tilgængelighedsindeks A for år 2015. I afsnit 4.2 kortlægges og diskuteres den estimerede totalfaktorproduktivitet. Analysen af de forventede ændringer ved tilgængelighedsindekset for en fast Kattegatforbindelse er præsenteret i afsnit 4.3, mens afsnit 4.4 præsenterer og diskuterer de forventede effekter på totalfaktorproduktiviteten.

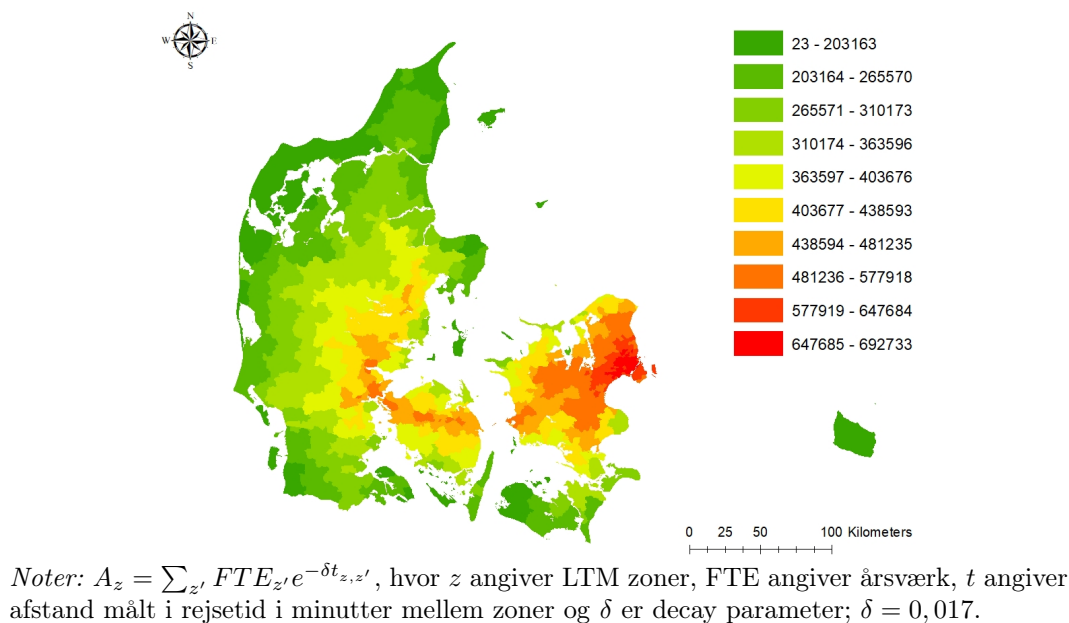
4.1 Kortlægning af tilgængelighedsindekset

Ved at kombinere data vedrørende årsværk og data vedrørende rejsetider mellem LTM zoner, er der beregnet et zone-specifikt mål for tilgængeligheden A . Figur 4.1 viser resultaterne af det estimerede tilgængelighedsindeks for 2015, beregnet ved brug af udtryk (2.1) fra afsnit 2.1. Dette tilgængelighedsindeks er estimeret for decay parameter $\delta = 0,017$ (se tabel 2.1).

Det er nemt at se i figur 4.1, at virksomheder i og omkring større byområder og tættere på motorvejsnettet har markant højere tilgængelighedsindeks. Indekset er som forventet højest i Hovedstaden. For eksempel har en virksomhed i Københavnsområdet op til otte gange højere

tilgængelighedsindeks, sammenlignet med virksomheder i Nordjylland. Figuren afslører to vigtige egenskaber af dansk økonomi: i) den økonomiske aktivitet i Danmark er stærkt koncentreret i få større byområder, og ii) transport infrastruktur har meget sandsynligt stor betydning for virksomheder i Danmark.

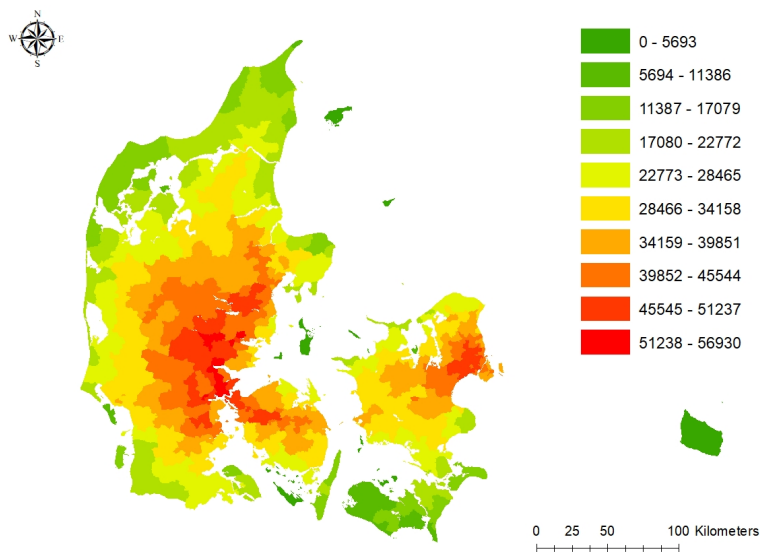
Figur 4.1: Tilgængelighedsindekset A for *alle virksomheder* for år 2015



Vi har også beregnet tilgængelighedsindekset for de tre ovenfor definerede hovedbrancher. Det viser sig, at figur 4.1 skjuler større forskelle i tilgængelighedsindekset på tværs af brancher. Figurerne 4.2-4.4 giver et mere detaljeret overblik over de beregnede indekser for 2015 for hovedbrancherne. Figur 4.2 afslører, at tilgængelighedsindekset for industrivirksomheder er højest i Trekantområdet og Københavnsområdet. Tilgængelighedsindekset til bygge og anlægsvirksomheder er højest omkring motorvejsnettet (se figur 4.3), mens indekset for handel og transport virksomheder er højest i Københavnsområdet (se figur 4.4). Derfor kan vi forvente at etableringen af en fast Kattegatforbindelse vil have forskellige effekter for hovedbrancherne. Bemærk her også, at decay parametrene for industri, bygge og anlæg og handel og transport er signifikant

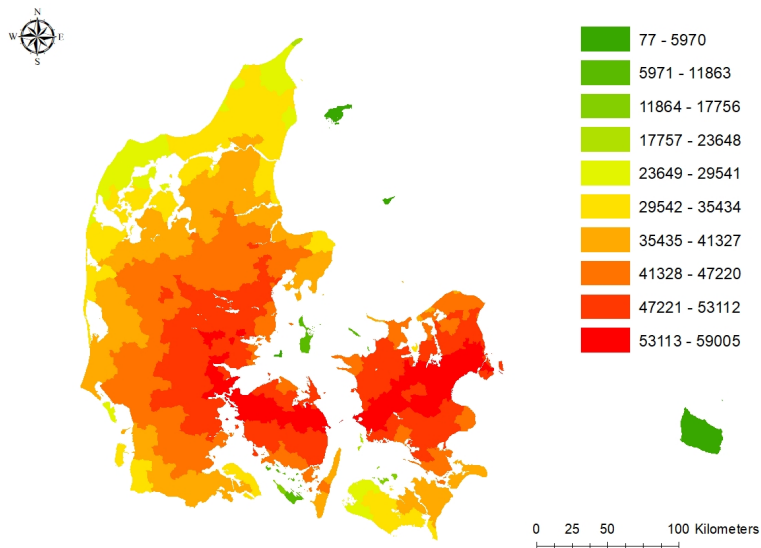
forskellige fra decay parameteren for alle virksomheder. Sammenlignet på tværs af alle virksomheder, er decay parametrene for brancherne industri og handel og transport signifikant højere (afstand betyder mere), mens decay parameteren for branchen bygge og anlæg er signifikant lavere (afstand betyder mindre), se også tabel 2.1.

Figur 4.2: Tilgængelighedsindekset A for *industri* for år 2015



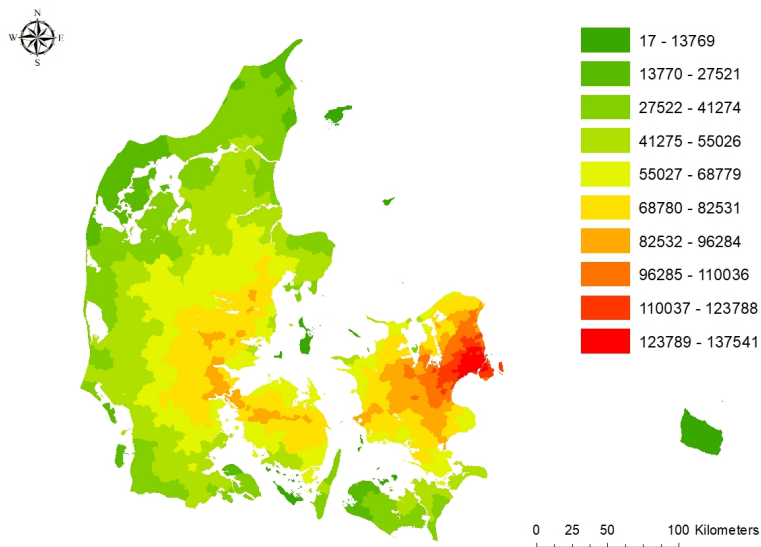
Noter: $A_z = \sum_{z'} FTE_{z'} e^{-\delta t_{z,z'}}$, hvor z angiver LTM zoner, FTE angiver årsværk, t angiver afstand målt i rejsetid i minutter mellem zoner og δ er decay parameter; $\delta = 0,024$. Farveskalaen er baseret på lige store intervaller.

Figur 4.3: Tilgængelighedsindekset A for *bygge og anlæg* for år 2015



Noter: $A_z = \sum_{z'} FTE_{z'} e^{-\delta t_{z,z'}}$, hvor z angiver LTM zoner, FTE angiver årsværk, t angiver afstand målt i rejsetid i minutter mellem zoner og δ er decay parameter; $\delta = 0,009$. Farveskalaen er baseret på lige store intervaller.

Figur 4.4: Tilgængelighedsindekset A for *handel og transport* for år 2015



Noter: $A_z = \sum_{z'} FTE_{z'} e^{-\delta t_{z,z'}}$, hvor z angiver LTM zoner, FTE angiver årsværk, t angiver afstand målt i rejsetid i minutter mellem zoner og δ er decay parameter; $\delta = 0,021$. Farveskalaen er baseret på lige store intervaller.

4.2 Kortlægning af totalfaktorproduktivitet

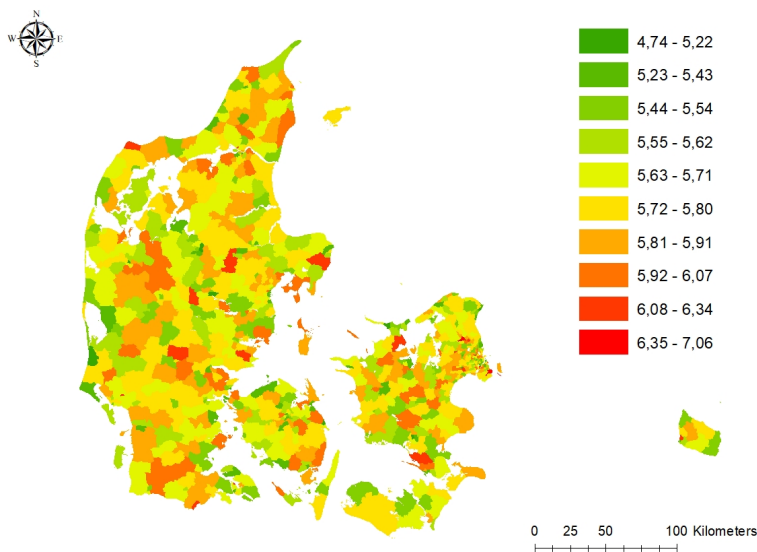
For at analysere fordelingen af totalfaktorproduktivitet for virksomheder i Danmark i 2015 og på tværs af brancher estimerer vi separate produktionsfunktioner, for hver af de enkelte branche listet i tabel 6.2 i Appendix. Derefter anvender vi metoden beskrevet i afsnit 2.2 for at estimere totalfaktorproduktiviteten (TFP). Vores estimationsresultater er konsistente med andre produktivitetsanalyser lavet på danske data, se f.eks. Produktivitetsråd (2017).¹

Baseret på de estimerede produktionsfunktioner udleder vi estimater for totalfaktorproduktiviteten på virksomhedsniveau. Figur 4.5 viser fordelingen af totalfaktorproduktiviteten over LTM zoner. Vi finder ikke at TFP i gennemsnittet er højere i større byer. Det kan skyldes forskelle i antallet og typer af virksomheder i hver LTM zone. Produktiviteten er ofte høj i virksomheder i mindre byer som f.eks. Esbjerg. Dog vil det ikke have stor indflydelse på vores analyse af Kattegatforbindelsen, da tilgængeligheden til byer som Esbjerg i meget lille grad vil blive påvirket ved etableringen af en fast forbindelse over Kattegat.

Vi har også analyseret om fordelingen af totalfaktorproduktiviteten i 2015 og produktivitetsændringer fra 2010 og 2015 er relateret til en fast Kattegat forbindelse (de forventede ændringer i rejsetider og tilgængelighedsindekset), man ikke har fundet signifikante sammenhænge.

¹Vi finder for flere brancher (inklusive mad, drikkevarer og tobak, maskinindustri, og handel), at hypotesen om konstant skalaafkast ikke kan forkastes. I de andre tilfælde hvor hypotesen statistisk forkastes, er faldende skalaafkast meget milde (se tabel 6.2 i Appendix).

Figur 4.5: Totalfaktorproduktivitet for 2015, $\log(\text{TFP})$



4.3 Kattegatforbindelsen og tilgængelighedsindekset

Vi har yderst detaljeret information om antallet af årsværk for hver LTM zone for år 2015. Desuden har vi estimeret for rejsetidsbesparelserne for den betragtede korridor over Kattegat. Vi har derfor udledt effekterne af en fast Kattegatforbindelse på tilgængelighedsindekset ved at anvende transporttidsændringer mellem Basis 2035 og scenariet med en fast Kattegatforbindelse og antallet af årsværk for hver LTM zone for år 2015. Det er vigtigt at nævne her, at vi i vores beregninger også inkluderer andre fremtidige og allerede besluttede ændringer i vejnettet, men også at vores analyse er udarbejdet under følgende tre antagelser:

1. virksomheder er immobile,
2. der oprettes ingen nye virksomheder og ingen virksomheder lukkes, og
3. ingen økonomisk vækst eller fald mellem 2015 og 2035.

Med andre ord, vi antager at anlæg af en fast forbindelse over Kattegat ikke vil have i) en effekt

på fødsel og død af virksomheder, og ii) på virksomheds valg af lokalitet (klynge-dannelser).

Tabel 4.1 viser de forventede procentvis ændringer i tilgængelighedsindekset A mellem 2015 og 2035 for forskellige scenarier. Selv uden en fast Kattegatforbindelse forventes tilgængelighedsindekset at stige fra 2015 til 2035 med knap 1%. Det skyldes først og fremmest infrastruktur projekter der allerede er besluttet. Dog vil der også være områder der vil opleve forringelser i tilgængeligheden (se også figur 6.4 i Appendix). Tabellen viser også, at en fast Kattegatforbindelse i Samsø-korridoren vil medføre forbedret tilgængelighed, svarende til ca. 11% sammenlignet med Basis 2035.

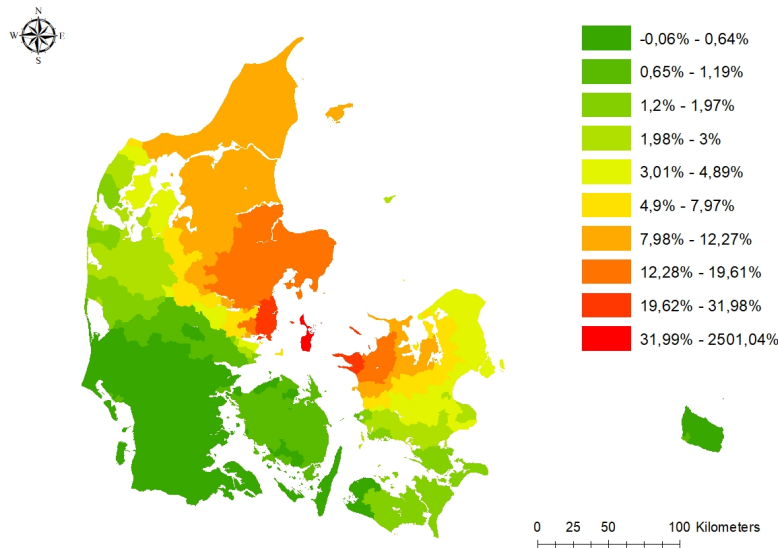
Tabel 4.1: De forventede procentvis ændringer i tilgængelighedsindekset A mellem 2015 og 2035 for forskellige scenarier

	gns.	std. afv.	min.	max.
Basis 2035 (uden en fast Kattegatforbindelse)	0,94	3,16	-7,23	18,94
Kattegat via Samsø med bane og vej	11,50	114,75	-4,45	2550,43
Kattegat via Samsø kun med vej	11,60	114,32	-4,31	2544,87

Figur 4.6 giver et mere detaljeret overblik over ændringer i det beregnede indeks for de individuelle zoner, for en fast Kattegatforbindelse i Samsø-korridoren. Det ses tydeligt, at tilgængeligheden øges mest for områderne tæt på Kattegatforbindelsen, hvilket inkluderer Vestsjælland, Djursland og det nordlige Jylland. Bemærk også, at tilgængeligheden på Samsø stiger drastisk (med mere end 2000%). Figuren for det andet scenariet (Kattegat via Samsø med bane og vej) viser det same (se også figur 6.5 i Appendix).

Når vi analyserer forskelle i tilgængelighedsindekset på tværs af brancher finder vi, at Samsø-korridoren medfører den største forøgelse i tilgængeligheden for industribranchen, se tabel 4.2. Tilgængeligheden til industrivirksomheder forbedres med ca 18%. Det skyldes en kombination af Kattegatforbindelsen og lokaliseringsmønsteret (se også figur 4.2). Tilgængeligheden til branchen handel og transport forbedres med knap 14%. For branchen bygge og anlæg er

Figur 4.6: De forventede procentvis ændringer i tilgængelighedsindekset A for alle virksomheder for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* i forhold til *Basis 2035*



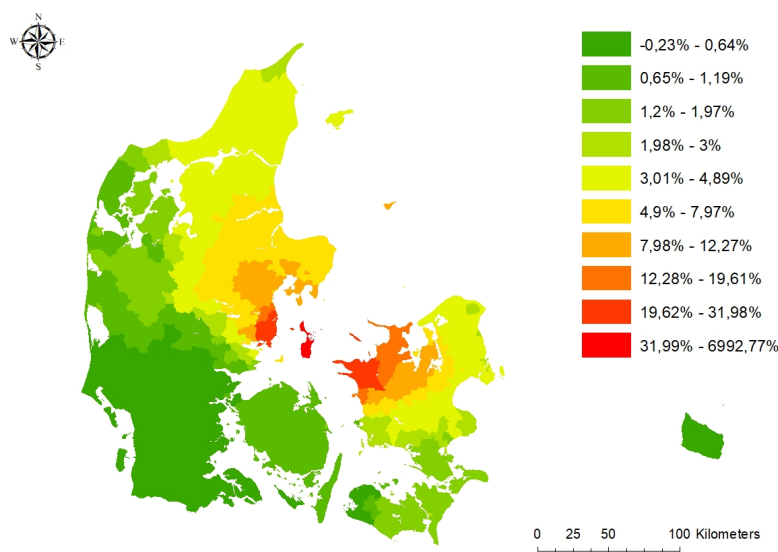
Noter: Tilgængelighedsindeks er defineret i ligning (2.1).

forbedringerne signifikant lavere og ligger mellem 6 og 7%. Figurerne 4.7-4.9 viser de samme mønstre som figur 4.6, dvs. tilgængeligheden for de analyserede hovedbrancher også øges mest på Vestsjælland, Djursland og det Nordjylland.

Tabel 4.2: De forventede procentvis ændringer i tilgængelighedsindekset A i forhold til *Basis 2035* for forskellige scenarier og hovedbrancher, gns. og std. afv. i parentes

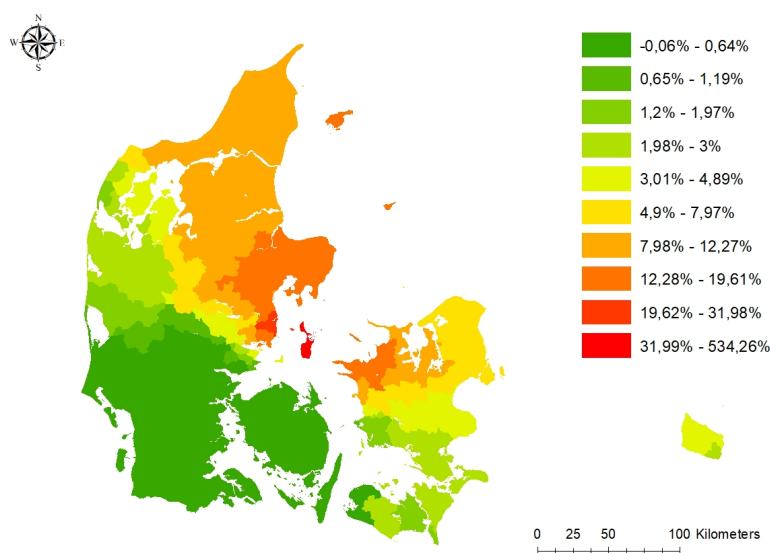
	Industri	Bygge og anlæg	Handel og transport
Kattegat via Samsø med bane og vej	18,06 (307,60)	6,49 (24,89)	13,61 (198,40)
Kattegat via Samsø kun med vej	18,13 (306,64)	6,63 (24,85)	13,68 (197,57)

Figur 4.7: De forventede procentvise ændringer i tilgængelighedsindekset A for branchen *industri* for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* i forhold til *Basis 2035*



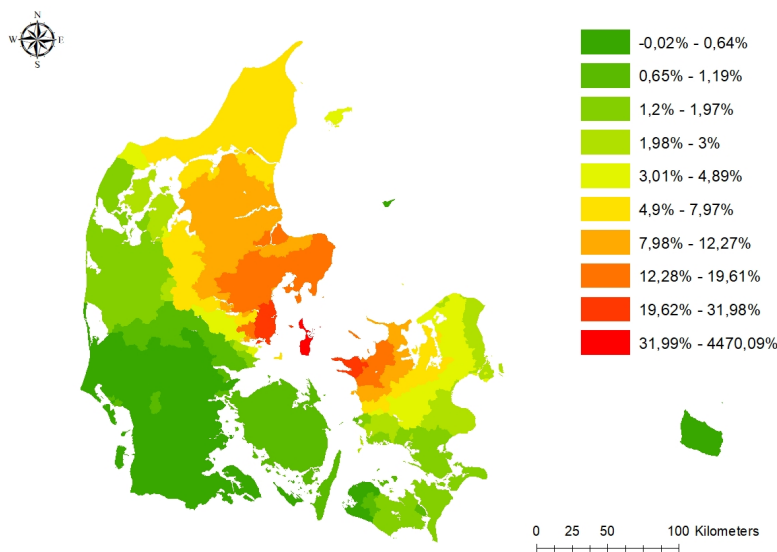
Noter: Tilgængelighedsindeks er defineret i ligning (2.1). Farveskalaen er baseret på fordelingen af tilgængelighedsindekset for industribranchen og er identisk for figurerne 4.7-4.9.

Figur 4.8: De forventede procentvise ændringer i tilgængelighedsindekset A for branchen *bygge og anlæg* for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* i forhold til *Basis 2035*



Noter: Tilgængelighedsindeks er defineret i ligning (2.1). Farveskalaen er baseret på fordelingen af tilgængelighedsindekset for industribranchen og er identisk for figurerne 4.7-4.9.

Figur 4.9: De forventede procentvise ændringer i tilgængelighedsindekset A for branchen *handel og transport* for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* i forhold til *Basis 2035*



Noter: Tilgængelighedsindeks er defineret i ligning (2.1). Farveskalaen er baseret på fordelingen af tilgængelighedsindekset for industribranchen og er identisk for figurerne 4.7-4.9.

4.4 Kattegatforbindelsen og totalfaktorproduktiviteten

Vi bruger empiriske resultater fra De Borger et al. (2019) for at beregne de forventede effekter af en fast Kattegatforbindelse på virksomhedernes produktivitet. I deres analyse af effekterne ved Storebæltsforbindelsen på danske virksomheder har De Borger et al. (2019) fundet, at en stigning på 1% i tilgængeligheden øger produktivitet (TFP) med 0,01% årligt. Dette synes som en meget lille effekt, men baseret på estimater fra tabel 4.1, vil etableringen af en fast Kattegatforbindelse forøge tilgængelighed med ca. 0.11%. Det medfører så, at TFP vil stige med ca. 0,12% som følge af en fast Kattegatforbindelse. Bemærk dog, at tilgængeligheden for områder tæt på Kattegat (Vestsjælland og Djursland) forventes at stige med mere end 30%, se figur 4.6. I dette tilfælde vil etableringen af en fast Kattegatforbindelse medføre lokalt en vækst i produktivitet på mere end 0.3%. Både tilgængelighedsindekset og produktivitet stiger

ekstremt meget på Samsø. Det har dog ikke stor indflydelse på vores resultater, fordi antallet af virksomheder (årsværk) på Samsø er relativt lavt.

Tabel 4.3: De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet i forhold til *Basis 2035* for den betragtede scenarie og hovedbrancher, gns. og std. afv. i parentes

	Alle virks.	Industri	Bygge og anlæg	Handel og transport
Kattegat via Samsø kun med vej	0,12 (1,24)	0,05 (0,92)	0,02 (0,07)	0,38 (5,53)

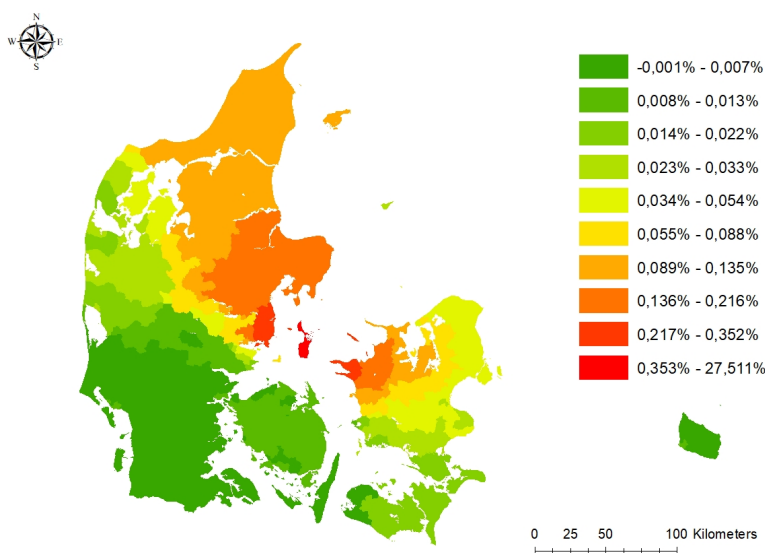
Tabel 4.3 viser de forventede procentvise ændringer i totalfaktorproduktivitet i forhold til Basis 2035 (uden en fast Kattegatforbindelse), for den betragtede scenarie og hovedbrancher. Vi har brugt branchespecifikke effekter fra De Borger et al. (2019) af 1% stigning i tilgængeligheden på TFP: 0,003 for industri, 0,003 for bygge og anlæg, og 0,028 for handel og transport. Tabellen viser at etableringen af en fast Kattegatforbindelse forventes at forøge TFP med lidt ca. 0.12%. Ikke overraskende, for ændringer af tilgængeligheden set ovenfor og de anvendte branchespecifikke effekter, kan handel og transport forvente den højeste produktivitetsvækst. Det skyldes primært den signifikant højere effekt af 1% stigning i tilgængeligheden på TFP for handel og transport. Den er knap 10 gange større for branchen handel og transport, sammenlignet med de andre to hovedbrancher.

Vi understreger her, at disse beregninger er udarbejdet under antagelserne diskuteret ovenfor, som vi gentager endnu en gang her: i) virksomheder er immobile, ii) der oprettes ingen nye virksomheder og ingen virksomheder lukkes, og iii) ingen økonomisk vækst eller fald mellem 2015 og 2035. Det er vigtigt fordi etableringen af en fast Kattegatforbindelse også kan påvirke lokalisering af virksomheder og husholdninger, konkurrence (markedsstørrelser og output priser), og klynge-dannelser (agglomeration) og på den måde medføre yderligere effekter på økonomien og

velfærden på lidt længere sigt.² Inkludering af disse afledte effekter er ikke muligt på nuværende tidspunkt pga. manglende viden, og vil kræve mere forskning på området.

Figur 4.10 giver et mere detaljeret overblik over ændringer i totalfaktorproduktivitet i forhold til Basis 2035 for de individuelle zoner for en fast Kattegatforbindelse i Samsø-korridoren (*Kattegat via Samsø kun med vej*). Denne figur viser også, at TFP forventes at stige mest i virksomheder på Vestsjælland, Djursland og det nordlige Jylland. Figuren for scenariet *Kattegat via Samsø med bane og vej* kan ses i Appendix (figur 6.6).

Figur 4.10: De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* i forhold til *Basis 2035*

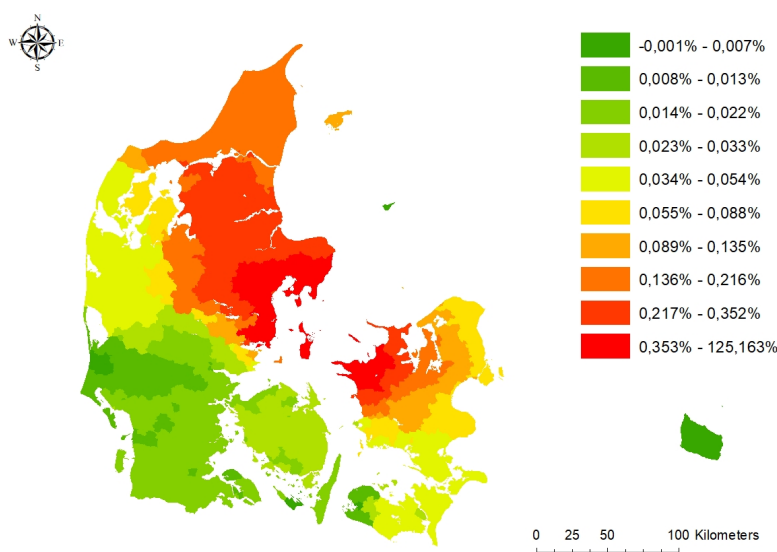


Når vi analyserer forskelle i tilgængelighedsindekset på tværs af brancher finder vi igen, at Samsø-korridoren medfører den største forøgelse af TFP for branchen handel og transport, se tabel 4.3. Dog skyldes forskellen denne gang ikke kun, at der er forskelle i lokaliseringen af virksomheder indenfor forskellige brancher, men også de anvendte branchespecifikke effekter og decay parametre fra De Borger et al. (2019). Figur 4.11 viser, at en fast Kattegatforbindelse

²Se også diskussionen i kapitel 1.

vil have en signifikant positiv effekt på TFP for virksomheder indenfor handel og transport, især lokaliseret på Vestsjælland og Djursland, men også i Nordjylland. Effekterne af en fast Kattegatforbindelse for TFP for industri- og byggevirksomheder er herimod relativt begrænsede, se figurer 4.12 og 4.13.

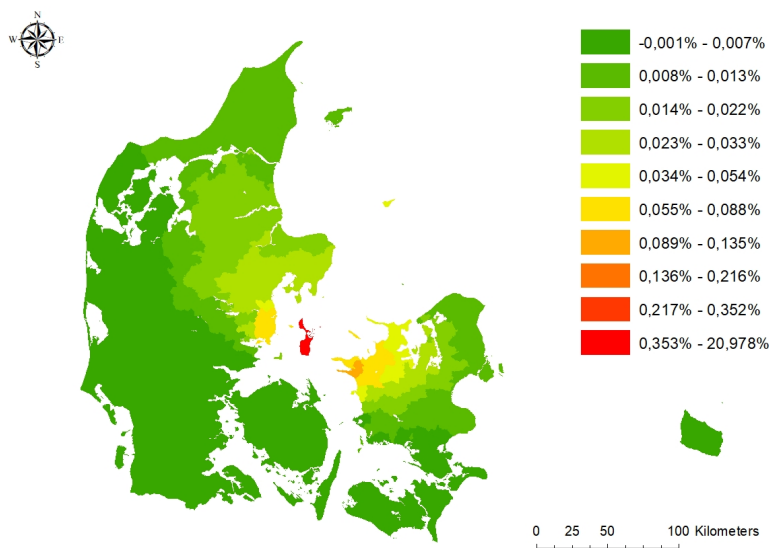
Figur 4.11: De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* i forhold til *Basis 2035* for branchen *handel og transport*



Noter: Farveskalaen er baseret på fordelingen af de forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet i forhold til Basis 2035 for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* for alle virksomheder og er identisk for figurerne 4.11-4.13.

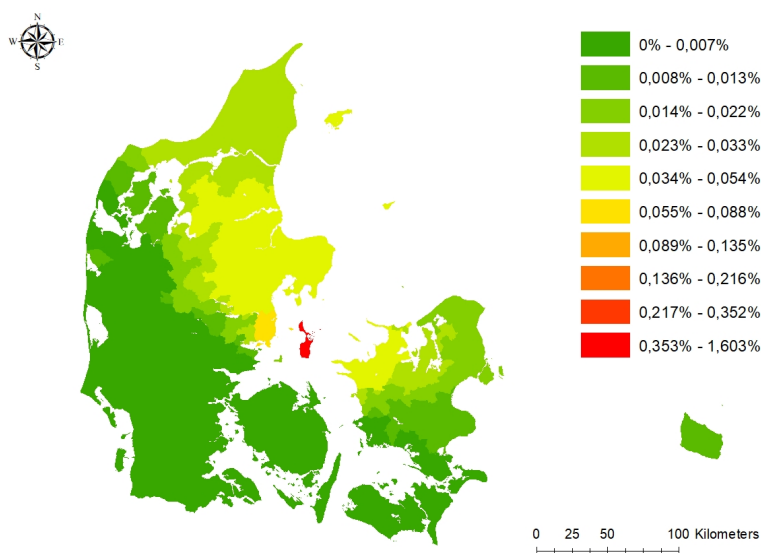
Der er også forskel på hvilke regioner der får mest glæde af en fast Kattegatforbindelse. Tabel 4.4 viser væksten i TFP for de forskellige regioner og hovedbrancher i Danmark, for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej*. Den bekræfter resultaterne vi har set i figur 4.10. Tabellen viser tydeligt at produktiviteten øges mest for Østjylland og Nordjylland. Specielt i Østjylland stiger TFP dramatisk – ca. 0.58% – som følge af en fast Kattegatforbindelse i Samsø-korridoren. Effekten for Nordjylland er næsten seks gange lavere, omkring 0.10%, mens den er lidt over 0.06% for Østsjælland og Vest- og Sydsjælland. Det skyldes, at Østjylland og Nordjylland opnår flere rejsetidsbesparelser sammenlignet med de øvrige landsdele.

Figur 4.12: De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* i forhold til *Basis 2035* for branchen *industri*



Noter: Farveskalaen er baseret på fordelingen af de forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet i forhold til Basis 2035 for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* for alle virksomheder og er identisk for figurerne 4.11-4.13.

Figur 4.13: De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* i forhold til *Basis 2035* for branchen *bygge og anlæg*



Noter: Farveskalaen er baseret på fordelingen af de forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet i forhold til Basis 2035 for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* for alle virksomheder og er identisk for figurerne 4.11-4.13.

Tabel 4.4 viser også, at Samsø-korridoren vil forøge TFP for virksomheder indenfor handel og transport branchen i næsten alle landsdele (kun med undtagelse af Bornholm, Fyn og Sydsjælland), dog mest i Østjylland og Nordjylland. Samsø-korridoren vil kun have en signifikant positiv effekt på TFP for industrivirksomheder lokaliseret i Østjylland. Effekterne for byggevirksomheder er relativt begrænsede.

Tabel 4.4: De forventede procentvis ændringer i totalfaktorproduktivitet for scenariet *Kattegat via Samsø kun med vej* i forhold til *Basis 2035* for forskellige brancher og landsdele, gns. og std. afv. i parentes

Landsdel	Alle virksomheder	Industri	Bygge og anlæg	Handel og transport
Byen København	0,04 (0,002)	0,01 (0,001)	0,02 (0,001)	0,07 (0,01)
Københavns omegn	0,05 (0,01)	0,01 (0,002)	0,02 (0,001)	0,09 (0,01)
Nordsjælland	0,05 (0,01)	0,01 (0,004)	0,02 (0,003)	0,10 (0,03)
Bornholm	0,01 (0,0001)	0,0001 (0,00)	0,01 (0,001)	0,004 (0,001)
Østsjælland	0,06 (0,02)	0,02 (0,01)	0,02 (0,01)	0,12 (0,04)
Vest- og Sydsjælland	0,07 (0,06)	0,02 (0,02)	0,02 (0,01)	0,16 (0,15)
Fyn	0,01 (0,001)	0,003 (0,001)	0,001 (0,0002)	0,02 (0,005)
Syddjylland	0,01 (0,001)	0,001 (0,0004)	0,001 (0,0002)	0,01 (0,003)
Østjylland	0,58 (3,36)	0,35 (2,5)	0,06 (0,20)	2,27 (15,06)
Vestjylland	0,04 (0,03)	0,01 (0,004)	0,01 (0,01)	0,09 (0,07)
Nordjylland	0,10 (0,02)	0,01 (0,003)	0,03 (0,01)	0,20 (0,05)

Noter: Tabellen viser effekterne beregnet ved at gange i) ændringerne i tilgængelighedsindekset beregnet ved transporttidsændringer mellem Basis 2035 og scenariet med en fast Kattegatforbindelse og antallet af årsværk for hver LTM zone for år 2015 med ii) estimerede effekter af en stigning i tilgængelighed på TFP estimeret af De Borger et al. (2019).

5 Konklusion

I dette projekt har vi analyseret, kortlagt og kvantificeret forventede effekter af en fast Kattegatforbindelse på virksomhedsproduktiviteten. Vi har først estimeret indikatorer for virksomhedsproduktivitet og tilgængelighed samt ændringerne i disse indikatorer afledt af en række mulige korridorer over Kattegat. Ud fra disse ændringer i indikatorerne har vi fundet, at etableringen af en fast Kattegatforbindelse vil øge virksomheders produktivitet med 0,12% årligt, hvilket er en signifikant effekt. En produktivitetsstigningen af denne størrelse svarer til ca. 3 milliarder kr., eller med andre ord, at danske virksomheder vil kunne forøge BNP med ca. 3 milliarder kr. med det konstante produktionsapparat. Ifølge Rasmussen and Eriksen (2019) har væksten i totalfaktorproduktiviteten (TFP) for danske virksomheder været relativt lav i gennem de seneste ti år. I 2003 var TFP på 0,45%, i 2017 på 0,55%, og fra 2007 til 2009 var den negativ. I perioden 2008-2017 var den gennemsnitlige TFP på 0,11% årligt. Vores resultater foreslår at etableringen af en fast Kattegatforbindelse vil fordoble bidraget fra væksten i TFP til produktivitetsvæksten hvis vi betragter udviklingen i TFP fra 2007 til 2017.¹

Den gennemsnitlige ændringer i produktiviteten skjuler dog en underliggende heterogenitet. Den højeste effekt af en fast Kattegatforbindelse i Samsø-korridoren er identificeret for branchen handel og transport, for hvilken den udgør omkring 0,4% af virksomhedernes output.

¹Dog afhænger udviklingen i den samlede produktivitet for virksomheder, ud over udviklingen i TFP, også af øget kapitalintensitet og et øget uddannelsesniveau.

Effekterne for industrien og bygge sektoren er betydeligt lavere. Generelt ses det, at effekterne er mest betydelige for virksomheder lokaliseret i regioner tættere på Kattegat. Produktivitet for virksomheder i Østjylland vil stige med op til 0,6% efter etableringen af en fast Kattegatforbindelse i Samsø korridoren. Samsø-korridoren forventes at forøge TFP for handel og transport branchen mest i Østjylland og Nordjylland, mens effekten kun er af en betydelig størrelse for industrivirksomheder lokaliseret i Østjylland.

Transport infrastruktur er afgørende for at fjerne områder bliver knyttet tættere sammen, eller med andre ord, for opretholdelsen og forbedringer af den effektive tæthed. Det er også tydeligt, både i den videnskabelig litteratur og i denne rapports resultater, at transportinfrastrukturen spiller en væsentlig rolle for regional udvikling og økonomisk vækst. Der eksisterer dog flere forskellige mekanismer hvorigennem infrastrukturelle ændringer kan påvirke økonomisk vækst og velfærd.

Beregningerne i denne rapport er udarbejdet under antagelser om, at en fast forbindelse over Kattegat ikke vil påvirke fødsel og død af virksomheder eller klynge-dannelser. Det betyder, at rapporten muligvis forsømmer en række af mulige effekter. F.eks. påvirker transport infrastrukturen virksomhedernes lokaliseringsbeslutninger, deres flyttemønstre og jobomsætning? Det vil kræver mere forskning for at gøre os i stand at vurdere præcist hvilke faktorer, som er mest betydelige på længere sigt, hvordan disse bør måles, og hvordan de skal indarbejdes i en traditionel cost-benefit analyse (CBA).

Litteratur

- Akerberg, D. A., Caves, K., and Frazer, G. (2015). Identification properties of recent production function estimators. *Econometrica*, 83(6):2411–2451.
- Ahlfeldt, G. M. and Feddersen, A. (2017). From periphery to core: measuring agglomeration effects using high-speed rail. *Journal of Economic Geography*, 18(2):355–390.
- Baum-Snow, N. (2007). Did Highways Cause Suburbanization?*. *The Quarterly Journal of Economics*, 122(2):775–805.
- Baum-Snow, N., Henderson, J. V., Turner, M. A., Zhang, Q., and Brandt, L. (2020). Does investment in national highways help or hurt hinterland city growth? *Journal of Urban Economics*, 115:103124. Cities in China.
- Chandra, A. and Thompson, E. (2000). Does public infrastructure affect economic activity?: Evidence from the rural interstate highway system. *Regional Science and Urban Economics*, 30(4):457 – 490.
- Datta, S. (2012). The impact of improved highways on indian firms. *Journal of Development Economics*, 99(1):46 – 57.
- De Borger, B., Mulalic, I., and Rouwendal, J. (2019). Productivity effects of an exogenous

- improvement in transport infrastructure: accessibility and the Great Belt Bridge. Tinbergen Institute Discussion Papers 19-065/VIII, Tinbergen Institute.
- Dekle, R. and Eaton, J. (1999). Agglomeration and land rents: Evidence from the prefectures. *Journal of Urban Economics*, 46(2):200 – 214.
- Duranton, G., Morrow, P. M., and Turner, M. A. (2014). Roads and Trade: Evidence from the US. *The Review of Economic Studies*, 81(2):681–724.
- Duranton, G. and Puga, D. (2004). Micro-foundations of urban agglomeration economies. In Henderson, J. V. and Thisse, J. F., editors, *Handbook of Regional and Urban Economics*, volume 4 of *Handbook of Regional and Urban Economics*, chapter 48, pages 2063–2117. Elsevier.
- Duranton, G. and Turner, M. A. (2012). Urban Growth and Transportation. *The Review of Economic Studies*, 79(4):1407–1440.
- Gaubert, C. (2018). Firm sorting and agglomeration. *American Economic Review*, 108(11):3117–53.
- Ghani, E., Goswami, A. G., and Kerr, W. R. (2016). Highway to success: The impact of the golden quadrilateral project for the location and performance of indian manufacturing. *The Economic Journal*, 126(591):317–357.
- Gibbons, S., Lyytikäinen, T., Overman, H. G., and Sanchis-Guarner, R. (2019). New road infrastructure: The effects on firms. *Journal of Urban Economics*, 110:35 – 50.
- Graham, D. J. (2007). Variable returns to agglomeration and the effect of road traffic congestion. *Journal of Urban Economics*, 62(1):103 – 120.

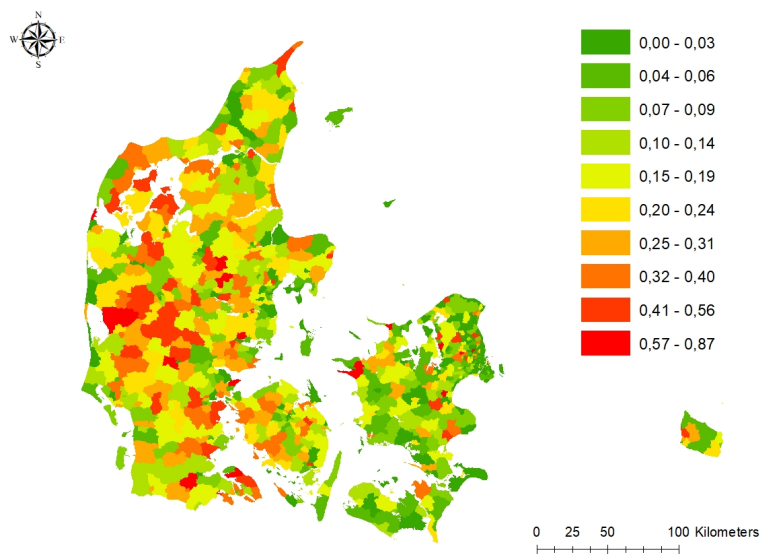
- Greenstone, M., Hornbeck, R., and Moretti, E. (2010). Identifying agglomeration spillovers: Evidence from winners and losers of large plant openings. *Journal of Political Economy*, 118(3):536–598.
- H. Hanson, G. (2005). Market potential, increasing returns and geographic concentration. *Journal of International Economics*, 67(1):1 – 24.
- Helsley, R. W. and Strange, W. C. (1990). Matching and agglomeration economies in a system of cities. *Regional Science and Urban Economics*, 20(2):189 – 212.
- Holl, A. (2012). Market potential and firm-level productivity in spain. *Journal of Economic Geography*, 12:1191–1215.
- Holl, A. (2016). Highways and productivity in manufacturing firms. *Journal of Urban Economics*, 93:131 – 151.
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99(3):483–499.
- Krugman, P. and Venables, A. J. (1995). Globalization and the Inequality of Nations*. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(4):857–880.
- Li, H. and Li, Z. (2013). Road investments and inventory reduction: Firm level evidence from china. *Journal of Urban Economics*, 76:43 – 52.
- Lucas, R. E. and Rossi-Hansberg, E. (2002). On the internal structure of cities. *Econometrica*, 70(4):1445–1476.
- Produktivitetsråd (2017). Produktivitet 2017. Rapport fra produktivitetsrådet, De Økonomiske Råd.

- Puga, D. (2010). The magnitude and causes of agglomeration economies*. *Journal of Regional Science*, 50(1):203–219.
- Rasmussen, J. N. and Eriksen, M. B. (2019). Skift i industriens sammensætning påvirker produktivitets-udviklingen. DST Analyse, Danmarks Statistik.
- Redding, S. J. and Rossi-Hansberg, E. (2017). Quantitative spatial economics. *Annual Review of Economics*, 9(1):21–58.
- Rosenthal, S. S. and Strange, W. C. (2004). Chapter 49 - evidence on the nature and sources of agglomeration economies. In Henderson, J. V. and Thisse, J.-F., editors, *Cities and Geography*, volume 4 of *Handbook of Regional and Urban Economics*, pages 2119 – 2171. Elsevier.
- Shirley, C. and Winston, C. (2004). Firm inventory behavior and the returns from highway infrastructure investments. *Journal of Urban Economics*, 55(2):398 – 415.
- Storeygard, A. (2016). Farther on down the Road: Transport Costs, Trade and Urban Growth in Sub-Saharan Africa. *The Review of Economic Studies*, 83(3):1263–1295.
- Wooldridge, J. M. (2009). On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. *Economics Letters*, 104(3):112–114.

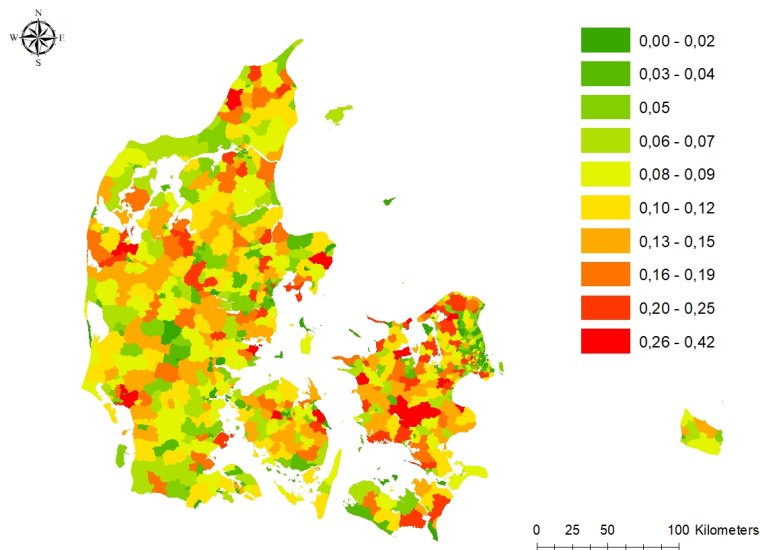
6 Appendix

6.1 Andelen af årsværk i hovedbrancher

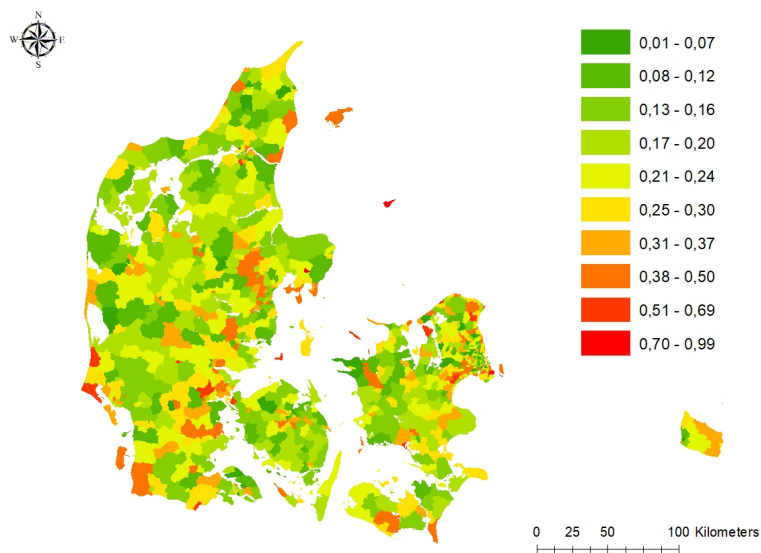
Figur 6.1: Andelen af årsværk i *industribranchen* for år 2015



Figur 6.2: Andelen af årsværk i branchen *bygge on anlæg* for år 2015



Figur 6.3: Andelen af årsværk i branchen *handel og transport* for år 2015



6.2 Totalfaktorproduktivitet og skalaafkast

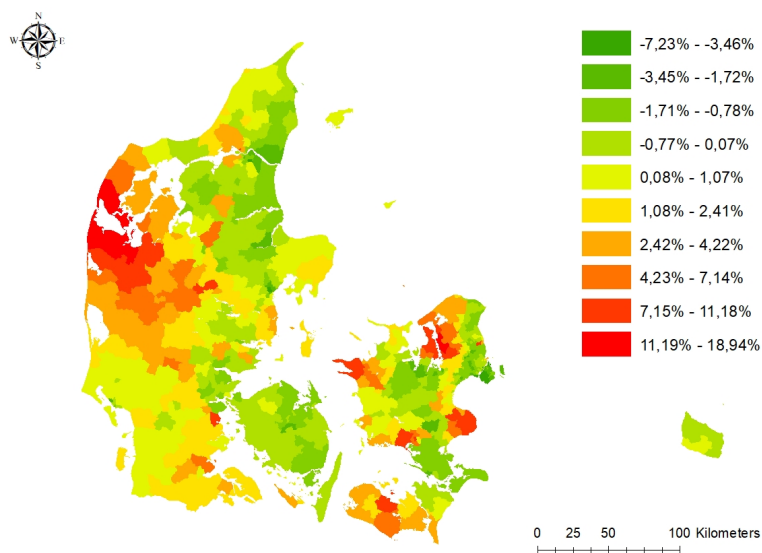
Tabel 6.1: Skalaafkast

Branche	Ant. obs.	Wald test for konst. skalaafkast
Føde-, drikke- og tobaksvareindustri	2,345	$p = 0.2163$
Plast-, glas- og betonindustri	1,853	$p = 0.0112$
Metalindustri	4,969	$p = 0.0013$
Fremst. af elektrisk udstyr	798	$p = 0.0007$
Maskinindustri	3,377	$p = 0.8135$
Møbel og anden industri mv.	2,976	$p = 0.0021$
Bygge og anlæg	23,837	$p = 0.1600$
Handel	37,386	$p = 0.0881$
Transport	7,973	$p < 0.0001$
Hoteller og restauranter	7,332	$p = 0.0013$

Noter: Skalaafkast viser hvordan produktionen påvirkes af en øget proportional indsats af inputs.

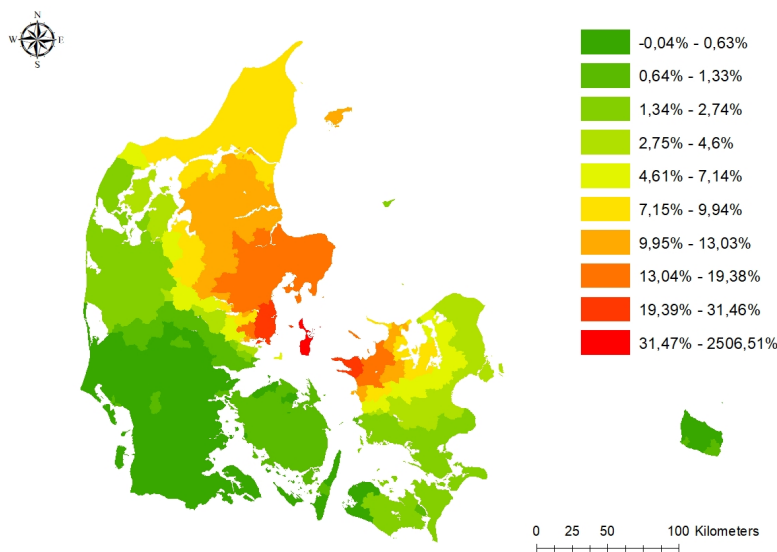
6.3 Ændringer i tilgængelighedsindekset

Figur 6.4: De forventede procentvise ændringer i tilgængelighedsindekset mellem 2015 og 2035 for scenariet uden en fast Kattegatforbindelse (*Basis 2035*)



Noter: Tilgængelighedsindeks er defineret i ligning (2.1).

Figur 6.5: De forventede procentvise ændringer i tilgængelighedsindekset A mellem 2015 og 2035 for scenariet *Kattegat via Samsø med bane og vej*



Noter: Tilgængelighedsindeks er defineret i ligning (2.1).

6.4 Ændringer i totalfaktorproduktivitet

Figur 6.6: De forventede procentvise ændringer i totalfaktorproduktivet i forhold til *Basis 2035* for *Kattegat via Samsø med bane og vej*

