

## Dokumentationsnotat: Analyse om effekten af motorveje

### 1 Indledning

Notatet beskriver analysen af effekten af motorveje på indkomst og beskæftigelse, som indgår i *Produktivitet 2020*. I analysen anvendes motorvejsudbygninger i Jylland i starten af 1990'erne, idet det argumenteres for, at udbygningen af disse veje var nogenlunde uafhængig af den eksisterende økonomiske udvikling i de berørte områder.<sup>1</sup> Analysens udgangspunkt er en modelramme, som forudsiger en række sammenhænge mellem indkomst, beskæftigelse og lønnen pr. beskæftiget.

I analysen konkluderes, at motorvejene har haft en positiv og signifikant effekt på den samlede erhvervsindkomst i de områder, der som følge af de nye veje har opnået bedre trafikale forbindelser til byer og andre områder med stor økonomisk aktivitet. Effekten på erhvervsindkomst afspejler en stigning i antallet af beskæftigede i de berørte områder. Der findes ikke signifikante effekter på erhvervsindkomsten for den enkelte arbejder.

Effekten på den lokale beskæftigelse tyder på, at der har været gevinster ved at forøge beskæftigelsen tæt på motorvejene. Når der ikke findes en effekt på lønnen, kan det skyldes, at reallønsniveauet grundet fri migration er fastlåst til et nationalt lønniveau. I dette tilfælde er det dog sandsynligt, at reallønsniveauet på landsplan er øget, således at produktivetsforbedringerne er kommet hele landet til gode. Det er imidlertid ikke muligt at kvantificere disse effekter i analysen, da reallønnen på landsplan er påvirket af mange andre forhold end motorvejene.

I notatet beskrives først den empiriske specifikation og teorien, som ligger til grund for analysen. Dernæst beskrives data. Til sidst præsenteres resultaterne.

---

<sup>1</sup> De motorvejsstrækninger, som indgår i analysen, beskrives i nærmere detaljer i kapitlet tilhørende dette dokumentationsnotat.

## 2 Empirisk specifikation

I analysen anvendes en specifikation, hvori samlet (ej pr. capita) indkomst  $Y_{n,t}$  i klynge  $n$  til tidspunkt  $t$  afhænger af et mål for tilgængelighed  $MA_{n,t}$  (*market access* eller tilgængelighed):<sup>2,3</sup>

$$\ln(Y_{n,t}) = \mu_t K + \beta_1 \ln(m_{n,t}) \quad (1)$$

$\mu_t$  er en vektor af tids-*fixed effect*, og  $K$  er en vektor af tidsinvariante kontrolvariable.  $\mu_t K$  opfanger dermed, at væksten i den afhængige variabel kan afhænge af eksempelvis niveauet for  $Y_{n,t}$  i startåret (pga. konvergens-effekter) eller regionale væksthforskelle alt efter hvilket amt, området ligger i. Den centrale parameter for analysen er  $\beta_1$ , som angiver effekten af markedsadgang på indkomst.  $MA_{n,t}$  er givet ved:

$$\ln(m_{n,t}) = \ln\left(\sum_{j=1}^N \frac{b_{j,t}}{k_{n,j,t}}\right) \quad (2)$$

hvor  $b_{j,t}$  er antal fuldtidsbeskæftigede i klynge  $j$ , og  $k_{n,j,t}$  er køretiden fra klynge  $n$  til klynge  $j$ . Til sammen indebærer (1) og (2), at områder med lav køretid til et stort antal beskæftigede (dvs. større markedsadgang), opnår høj samlet indkomst. I analysen indgår infrastruktur i køretidsberegningen. I regressionerne undersøges, om infrastrukturforbedringer leder til forøget indkomst gennem deres påvirkninger af markedsadgang. I det følgende forklares (1) og (2) i nærmere detaljer.

### 2.1 Effekten af markedsadgang på indkomst, beskæftigelse og løn

Specifikationen i (1) anvendes bl.a. af Alder (2016) til at analysere effekten af motorveje på indkomst i Indien.<sup>4</sup> Alder (2016) viser, at ligningen, hvor aggregeret indkomst er den afhængige variabel, kan udledes ud fra en generel ligevægtsmodel med handelsgevinster. Modellens centrale prædiktions er, at bedre adgang til større markeder forøger indkomsten via en større grad af specialisering og dermed bedre udnyttelse af komparative fordele. Under modellens antagelser kan estimatet af  $\beta_1$  gives en generel ligevægtsfortolkning, hvilket indebærer, at man kan summere over effekter på tværs af områder for at finde den samlede indkomsteffekt i det pågældende land. En central forudsætning for, at størrelsen på estimatet af  $\beta_1$  kan gives en generel ligevægtsfortolkning, er en antagelse om, at beskæftigelsen i områderne er konstant, dvs. at arbejdskraften er immobil.

<sup>2</sup> Klynger er de områder, som analysen baseres på – se også afsnit 4 om data.

<sup>3</sup> Regressionen estimeres vha. difference-in-differences, idet der i hver regression kun indgår to år: 1989 og et slutår. Slutåret varierer for at undersøge, om der er forskellige effekter på kort og lang sigt.

<sup>4</sup> Som en proxy for real indkomst anvendes lysintensitet om natten målt ved hjælp af satellitdata.

Jaworski og Kitchens (2019) og Donaldson og Hornbeck (2016) betragter to alternative sæt af antagelser, som har det til fælles, at arbejdskraften er mobil indenfor landet, jf. Tabel 1. Arbejdskraftens mobilitet medfører, at reallønsniveauet er ens på tværs af områder.<sup>5</sup> I det første alternative sæt af antagelser tillades beskæftigelsen på landsplan at tilpasse sig til gengæld holdes reallønnen konstant, hvilket resulterer i samme specifikation som Alder (2016), og i at størrelsen af  $\beta_1$  godt kan gives en generel ligevægtsfortolkning. I det andet alternative sæt af antagelser holdes beskæftigelsen konstant på landsplan, men reallønnen tilpasser sig. Dette resulterer i samme specifikation, men størrelsen af  $\beta_1$  kan ikke nødvendigvis gives en generel ligevægtsfortolkning. I begge tilfælde vil et positivt estimat af  $\beta_1$  dog implicere, at der er positive aggregerede effekter af infrastruktur. I det følgende forklares hvert af de to alternative sæt af antagelser.

**Tabel 1. Fortolkning af estimatet af  $\beta_1$  under forskellige modelantagelser**

Beskæftigelse i områder	Beskæftigelse på landsplan	Realløn i områder	Realløn på landsplan	Den aggregerede effekt beregnes ud fra
Immobil	Konstant over tid	Ej ens	Ej konstant over tid	Estimatet af $\beta_1$ alene
Mobil	Ej konstant over tid	Ens	Konstant over tid	Estimatet af $\beta_1$ alene
Mobil	Konstant over tid	Ens	Ej konstant over tid	Estimatet af $\beta_1$ og modellens struktur

Under antagelse om fri migration mellem områderne og fri migration fra udlandet er det muligt at give størrelsen af  $\beta_1$  en general ligevægtsfortolkning. I denne kombination af antagelser er reallønsniveauet konstant på tværs af områder og også konstant over tid. Dette skyldes, at fri tilpasning af beskæftigelse holder reallønsniveauet i landet konstant.<sup>6</sup> Små stigninger i reallønnen vil bevirke, at beskæftigelsen stiger, hvorved marginalproduktet af arbejdskraft falder, indtil reallønnen er faldet tilbage til ligevægtsreallønsniveauet.<sup>7,8</sup> Når markedsadgangen stiger i et område, lægger det et opadgående pres på reallønnen i området, hvilket indebærer øget samlet

<sup>5</sup> Hvis et område oplever en stigning i markedsadgang giver det et opadgående pres på reallønnen. Dette pres bevirker, at der tiltrækkes arbejdskraft fra andre områder. Når beskæftigelsen forøges i lokalområdet, falder presset på reallønnen igen grundet aftagende marginalprodukt. Det aftagende marginalprodukt skyldes tilstedeværelsen af en fast faktor (land) i produktionen.

<sup>6</sup> Ændringer i den samlede beskæftigelse kan eksempelvis skyldes indvandring eller ændringer i andelen af befolkningen, som er i beskæftigelse.

<sup>7</sup> Det aftagende marginalprodukt skyldes tilstedeværelsen af en fast produktionsfaktor, som eksempelvis kan være land.

<sup>8</sup> Samme mekanisme gælder for kapital idet det antages, at der er frie internationale kapitalbevægelser. Dette indebærer, at kapitalniveauet tilpasser sig således, at den indenlandske realrente (og dermed marginalproduktet af kapital) er lig den internationale realrente. Der er ingen tilpasningsdynamik i modellen, så tilpasningen af kapital og beskæftigelse sker øjeblikkeligt.

beskæftigelse i landet. Den forøgede beskæftigelse i lokalområdet sker altså ikke på bekostning af et fald i beskæftigelsen i andre områder, og derfor er der ingen negative effekter af øget markedsadgang. Estimatet af  $\beta_1$  kan dermed gives en generel ligevægtsfortolkning. Der er ingen reallønsgevinst for arbejderne, da reallønsniveauet på landsplan er fastlåst.

Når beskæftigelsen er mobil indenfor landet, men konstant på landsplan, er der tale om et nulsumsspil, hvad beskæftigelsen angår. Det skal forstås på den måde, at områder med store stigninger i markedsadgang "stjæler" beskæftigelse fra områder med små stigninger i markedsadgang. Med andre ord kan områder med små stigninger i markedsadgang opleve fald i beskæftigelse og dermed også den samlede indkomst. Denne negative effekt vil sætte sig i estimatet af tidsdummyen,  $\mu_t$ , og det vil generelt ikke være muligt at skelne effekten fra andre fælleseffekter, som f.eks. kan skyldes teknologisk udvikling. Derfor er det ikke umiddelbart muligt ud fra regressionsestimaterne at beregne en aggregeret effekt. Dette kan dog gøres ved at anvende modellens struktur. Under en række antagelser om parameterstørrelser anvender Jaworski og Kitchens (2019) således modellens ligninger til at beregne en aggregeret effekt på indkomst. Da antallet af beskæftigede er konstant, er her tale om en effekt på realløn pr. beskæftiget, og et positivt estimat af  $\beta_1$  vil repræsentere en reallønsgevinst for arbejderne.

I analysen undersøges ovenstående modelprædiktioner ved at regressere den samlede erhvervsindkomst og antallet af beskæftiget på markedsadgang på klyngeniveau. Samtidig undersøges effekten på lønnen på individniveau. Modelapparatet anvendes som udgangspunkt for fortolkning af resultaterne, idet det dog samtidig holdes *in mente*, at der er andre teorier, som indebærer en positiv sammenhæng mellem markedsadgang og indkomst, eksempelvis kan en sådan sammenhæng udledes i *new economic geography*-modeller, jf. Hanson (2005). Her stammer gevinsterne fra, at et større marked leder til større diversitet af halvfabrikat, hvilket leder til højere produktivitet.<sup>9</sup> Det er også muligt, at et større marked kan føre til øgede agglomerationsgevinster gennem andre kanaler såsom mere ny viden, øget vidensudveksling, øget specialisering, jf. Combes og Gobillon (2015). Endelig er det muligt, at øget tilgængelighed kan øge timeantallet og herigennem påvirke erhvervsindkomsten.

---

<sup>9</sup> Alternativt kan det lede til et større udvalg af færdigvarer. I dette tilfælde leder større markedsadgang ikke nødvendigvis til højere produktivitet, men større velfærd for forbrugerne, der nyder godt af et bredere varesortiment.

## 2.2 Definitionen af markedsadgang

Den anvendte definition af markedsadgang i (2) følger Gibbons mfl. (2019) og Sanchis-Guarner (2012), som baserer sig på Harris (1954). Der er andre måder at beregne markedsadgang på – eksempelvis kan befolkning eller indkomst anvendes i stedet for beskæftigelse, eller målet kan baseres på estimater af handelsligninger – og der er ikke konsensus i litteraturen om at anvende ét bestemt mål, se også oversigten i Combes og Gobillon (2015). Combes mfl. (2005) beregner en række forskellige mål for markedsadgang og konkluderer, at de typisk er tæt korrelerede, og at det generelt ikke er muligt at skelne mellem effekterne ved at inkludere dem i samme regression (grundet multikollinearitet).

Det anvendte mål er baseret på køretid for personbiler og afviger dermed fra de mål, som inkluderes i Alder (2016), Jaworski og Kitchens (2019) og Donaldson og Hornbeck (2016), idet disse oftest er dannet på baggrund af estimater af omkostninger for godstransport. Da størstedelen af trafikken i Danmark ikke skyldes lastbiler, vurderes imidlertid, at køretid i personbil er et mere velegnet mål, som både afspejler pendlingsrejser, privatrejser og erhvervstransport, der ikke foregår i lastbil (herunder transport af serviceydelser og transport i varevogn).<sup>10</sup> Dermed skal det anvendte mål ses som et bredt mål for tilgængelighed, hvis estimerede effekt kan opfange gevinsterne ved flere forskellige slags interaktioner på arbejdsmarkedet og markederne for varer og serviceydelser.

## 3 Data

### 3.1 Markedsadgang

Til at beregne markedsadgang skal anvendes data for beskæftigelse og køretid. Som beskæftigelsesmål benyttes antal årsværk fra Danmarks Statistiks Register over arbejdssteder (IDAS). Arbejdsstederne placeres i klynger, som er geografiske enheder, der består af en eller flere sammenlagte 1x1 km kvadrater. Klyngerne er konstrueret således, at de opfylder Danmarks Statistiks krav om fortrolighed.<sup>11</sup> Før markedsadgangen fordeles beskæftigelsen ligeligt ud på hvert kvadrat i klyngen. Dette giver et fintmasket net for fordelingen af beskæftigelse i Danmark, som anvendes til grundlag for beregning af markedsadgangen i hvert kvadrat.

I analysen inkluderes hele Danmark på nær Bornholm, idet beregningen af markedsadgangen til øen vil kræve adgang til data for svenske vejnet. Der ses ligeledes bort fra markedsadgang til andre lande, herunder Sverige og Tyskland. Dette må formodes at give misvisende estimater for niveauerne for markedsadgang, særligt i

---

<sup>10</sup> Knap 5 pct. af trafikarbejdet (antal kørte km.) i 2000 blev udført af lastbiler, jf. afsnit 2.2 i *Produktivitet 2020*.

<sup>11</sup> I dette tilfælde er kravet, at der skal være mindst 50 husstande og 100 personer med bopæl i hver klynge i hvert år.

områderne tæt ved landegrænserne. Men for så vidt som analysens resultater beror på ændringer i markedsadgang i områder, som ligger et stykke fra grænsen, vil det sandsynligvis ikke give anledning til målefejl af betydning, at der ses bort fra tilgængeligheden til markeder i andre lande.

Køretiden fra hver 1x1 km. kvadrat til hvert af de øvrige kvadrater i Danmark beregnes ud fra en database over veje i Danmark, jf. Jensen mfl. (2019). I beregningen antages, at gennemkørselshastigheden i hver kvadrat svarer til den maksimale hastighed i vejnettet, der findes i kvadratet. I langt de fleste kvadrater i Danmark sættes hastigheden dermed til 80 km/t, da dette er hastigheden uden for byer.<sup>12</sup> I kvadrater i byområder er hastigheden typisk omkring 50 km/t, og i kvadrater med motorveje er den 110 km/t (idet 130 km.-grænsen først blev indført i 2004). Ved at anvende maxhastigheden ses bort fra trængsel. Dette er et bevidst valg, som foretages for at undgå endogenitetsbias. Et sådant bias kunne eksempelvis opstå, hvis trængselseffekter indgik i markedsadgangsmålet, og hvis økonomisk fremgang medfører øget trængsel. I dette tilfælde ville der opstå negativt bias i estimatet af effekten af markedsadgang på økonomisk vækst.

Markedsadgangen i startåret for analysen (1989) konstrueres ved at tage udgangspunkt i vejene og beskæftigelsen i 1989. Markedsadgangen efter anlæggelse af motorvejene konstrueres ved at anvende vejdata fra 1989 tilføjet de nye motorvejsstrækninger i Østjylland, som undersøges i analysen. Dermed sikres, at der kun anvendes variation i markedsadgang, som stammer fra de vejstrækninger, der jf. argumentationen ovenfor formodes at være eksogene. Samtidig anvendes beskæftigelsen på klyngeniveau i 1989 til at beregne markedsadgangen efter anlæggelse af motorvejene. Dette er for at undgå, at ændringer i markedsadgang kommer til at afspejle ændringer i fordelingen af beskæftigelse, som kan være endogen.

### **3.2 Indkomst, beskæftigelse og kontrolvariable**

Som mål for indkomst på klyngeniveau anvendes erhvervsindkomst fra Danmarks Statistiks indkomstregister. Der summeres over erhvervsindkomsten for beskæftigede på arbejdssteder i hver klynge.<sup>13</sup> Erhvervsindkomsten afspejler løn, honorarer og

---

<sup>12</sup> Dermed antages, at alle kvadratnetsceller med veje, der ligger ved siden af hinanden, er forbundne, hvilket de ikke nødvendigvis er i virkeligheden. Denne antagelse foretages af to årsager: For det første undgås, at placeringen af nye motorvejes til- og frakørsler samt andre tilpasninger af vejnettet omkring motorvejene får betydning for beregningerne. Dette er ønskeligt, idet disse tilpasninger i højere grad end placeringen af selve motorvejene må formodes at være endogene. Hvis man havde medregnet disse ændringer i det anvendte mål for tilgængelighed (den forklarende variabel), kunne dermed opstå et endogenitetsbias i estimatet af effekten af motorveje. For det andet betyder antagelsen, at køretidsberegningerne kan foretages hurtigere, hvilket er en fordel, da der skal foretages et stort antal beregninger for at nå frem til det endelige mål for tilgængelighed.

<sup>13</sup> Det er ikke alle individer, som har data for placeringen af arbejdssted. Andelen af individers, som frasorteres pga. af manglende arbejdssted, ligger således på lidt over 30 pct. afhængig af, hvilket år der betragtes. Det må forventes, at

overskud af egen virksomhed. Erhvervsindkomsten indeholder således primært lønindkomst og kun til en vis grad kapitalindkomst for selvstændige. Dette er en begrænsning ved analysen, idet det dermed ikke bliver muligt at undersøge, hvordan motorvejene påvirker øvrig kapitalindkomst, herunder overskud for selskaber.<sup>14</sup> På klyngeniveau konstrueres antallet af beskæftigede ud fra Danmarks Statistiks register over arbejdssteder, jf. forrige afsnit.

I analysen på klyngeniveau indgår følgende kontrolvariable: Niveauet for markedsadgang i 1989, den gennemsnitlige erhvervsindkomst i begyndelsesåret, *amt-fixed effects* og en række variable, som måler andelen af beskæftigede i begyndelsesåret opdelt efter højeste fuldførte uddannelse (der opdeles på grundskole, gymnasie, erhvervsuddannelse, kortere videregående uddannelse, mellemlang videregående uddannelse og lang videregående uddannelse). I regressionerne, hvor ændringen i erhvervsindkomst er den afhængige variabel, indgår desuden niveauet for den samlede erhvervsindkomst i begyndelsesåret. I regressionerne, hvor ændringen i beskæftigelse er den afhængige variabel, indgår niveauet for den samlede beskæftigelse i begyndelsesåret.

I regressionerne på individniveau indgår personer, som er over 17 år, og som har en positiv erhvervsindkomst, der ligger over 1 pct.-percentilen i de pågældende år. Dermed frasorteres personer med meget lave erhvervsindkomster, som for alle praktiske formål må anses for ubeskæftigede.<sup>15</sup>

På individniveau inkluderes i store træk de samme kontrolvariable som i regressionerne på klyngeniveau, nu blot målt på individniveau. For det første kontrolleres for den højest fuldførte uddannelse. Uddannelsesniveau inddeles i syv kategorier: ukendt, grundskole, gymnasial, erhvervsfaglig, kort videregående, mellemlang videregående og lang videregående uddannelse. I regressionen indgår en dummy for hver kategori. Der kontrolleres også for køn og *alder-fixed effects*. Derudover kontrolleres for logaritmen til erhvervsindkomst i startåret og tilgængeligheden i 1989.

---

dette giver anledning til større usikkerhed i estimaterne på både individniveau og på klyngeniveau, end hvis det havde været muligt, at fastslå alle individers arbejdssted.

<sup>14</sup> Et mere dækkende mål for indkomst er værditilvækst på virksomhedsniveau, der er et samlet mål for aflønning af kapital og arbejdskraft. Et sådant mål er tilgængeligt i Danmarks Statistiks regnskabsdata for virksomheder. Dette register går imidlertid ikke langt nok tilbage i tid til, at det kan anvendes i nærværende analyse.

<sup>15</sup> Dette har den yderligere fordel, at den afhængige variabel - logdifferencen til erhvervsindkomst – ellers kan blive meget støjfyldt for individer, der eksempelvis oplever at gå fra en erhvervsindkomst på 200 kr. til 100.000 kr.

## 4 Resultater

### 4.1 Regressioner på klyngeniveau

Effekten af tilgængelighed på indkomst estimeres vha. *difference-in-differences*. Dette gøres ved at omskrive (1) på følgende vis:

$$\ln(Y_{n,t}) - \ln(Y_{n,0}) = \Phi_{0,t}K + \beta_1(\ln(m_{n,t}) - \ln(m_{n,0})), \quad (3)$$

hvor  $\Phi_{t,T} \equiv \mu_T - \mu_t$  er en vektor af koefficienter, der afspejler effekterne af tidsvarierende kontrolvariable på ændringen i den afhængige variabel – det kan eksempelvis være effekten af indkomstniveauet i udgangspunktet på væksten i indkomst, hvilket vil afspejle konvergens- eller divergenseffekter.

Ændringen i markedsadgang har en signifikant og positiv effekt på ændringen i samlet erhvervsindkomst på klyngeniveau i alle specifikationer på nær én, jf. Tabel 2. Desuden er parameterestimerne nogenlunde konstante igennem de forskellige specifikationer. I regressionen anvendes ændringen fra 1989 (året før åbningen af første strækning) til 2004 (10 år efter åbningen af sidste strækning).

Første kolonne viser resultaterne, når der ikke inkluderes kontrolvariable. I anden kolonne tilføjes niveauet for samlet erhvervsindkomst og markedsadgang, begge målt i startåret 1989. Markedsadgang i 1989 er inkluderet for at opfange effekter, som særligt kommer urbaniserede områder til gode, eksempelvis en styrkelse af agglomerationsfordele. Det ses, at koefficienten, i tråd med denne idé, er positiv og signifikant. Koefficienten på samlet erhvervsindkomst er negativ, hvilket afspejler konvergens.

I tredje søjle tilføjes den gennemsnitlige erhvervsindkomst for beskæftigede og en række mål for andelen af beskæftigede i forskellige uddannelseskategorier, begge målt i 1989. Idéen bag disse kontrolvariable er, at tage højde for ændringer, som har forskellig effekt på områder med forskelligt uddannelsesniveau eller gennemsnitsindkomst. Det kan eksempelvis være teknologisk udvikling, som primært kommer højtuddannede til gode.

I de sidste to søjler kontrolleres for hhv. amts- og kommune-*fixed effects* for at opfange regionale forskelle i indkomstvækst. I tilfældet med amts-*fixed effects* er estimatet af effekten af markedsadgang stort set uændret og fortsat signifikant. Når kommune-*fixed effects* inkluderes, stiger estimatets størrelse og bliver insignifikant. Dette resultat skal ses i lyset af, at der i analysen anvendes gamle kommuner, hvilket er en relativt lille geografisk enhed. Dermed fjernes meget af den geografiske variation i ændringen i markedsadgang, hvilket kan forklare, hvorfor estimatet bliver mere usikkert. Samlet set tyder resultaterne derfor på, at markedsadgang har en signifikant, positiv effekt på den samlede erhvervsindkomst på klyngeniveau.



**Tabel 2. Effekt på aggregeret indkomst på klyngeniveau, 1989-2004**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Ændring i log markedsadgang	4.486*** (0.964)	5.170*** (0.952)	4.595*** (0.916)	3.579*** (1.364)	4.747 (2.914)
Log markedsadgang 1989		0.219*** (0.021)	0.215*** (0.024)	0.333*** (0.046)	0.287*** (0.093)
Log samlet erhvervsindkomst 1989		-0.138*** (0.008)	-0.098*** (0.009)	-0.102*** (0.010)	-0.106*** (0.010)
Log gennemsnitlig erhvervsindkomst 1989			-0.769*** (0.101)	-0.773*** (0.102)	-0.743*** (0.103)
Amt fixed effects	No	No	No	Yes	No
Kommune fixed effects	No	No	No	No	Yes
Uddannelses andele	No	No	Yes	Yes	Yes
Observations	4932	4932	4932	4932	4932
R <sup>2</sup>	0.004	0.089	0.131	0.141	0.195

Noter: *Difference-in-differences*-estimation på klyngeniveau. Den afhængige variabel er ændringen i log aggregeret erhvervsindkomst fra 1989-2004. Konstruktionen af markedsadgang og kontrolvariable er beskrevet i afsnit 3.

I tabel 3 undersøges effekterne over tid. Her tages udgangspunkt i specifikationen i søjle (4) fra Tabel 2, dvs. med kommune-*fixed effects* og alle kontrolvariable, da det vurderes, at dette giver det mest retvisende og præcise estimat af effekten af markedsadgang. Den sidste søjle i tabel 3 reproducerer resultaterne fra søjle (4) i tabel 2.

I de første to søjler i tabel 3 dokumenteres, at ændringen i markedsadgang ikke korrelerer med ændringer i indkomst i to delperioder før motorvejene blev bygget (1980-89 og 1984-1989).<sup>16</sup> Dette er betryggende for identifikationsstrategien, idet det tyder på, at motorvejene ikke er blevet placeret i områder, hvor indkomsten i forvejen var stigende eller faldende. I regressionerne kontrolleres for samlet erhvervsindkomst, gennemsnitlig erhvervsindkomst og uddannelsesandele i startåret (hhv. 1980 og 1984). Der kontrolleres ligeledes for markedsadgang i 1989 (og ikke i 1980 og 1984), hvilket forekommer naturligt, al den stund at den forklarende variabel fortsat er ændring i markedsadgang fra 1989 til midten af 1990'erne.

I de tre næste søjler undersøges effekterne af motorvejene over tid i perioden efter 1989. Det ses, at den estimerede koefficient er insignifikant og tæt på nul, når den afhængige variabel er ændringen i indkomst fra 1989 til 1994. Når der anvendes ændring i indkomst fra 1989 til 1999 stiger estimatet, men det er fortsat insignifikant. Når slutåret er 2004 er estimatet 3,6 og signifikant. Når slutåret ændres til 2009 og

<sup>16</sup> 1980 er det tidligste år, hvor det er muligt at anskaffe de registerdata, som anvendes i analysen.

2013, er estimatets størrelse nogenlunde uændret. Usikkerheden på estimatet stiger dog, hvilket kan afspejle, at der er gået længere tid siden motorvejenes færdiggørelse.

**Tabel 3: Effekt på aggregeret erhvervsindkomst på klyngeniveau og over tid**

	Før (placebo)		Efter				
	80-89	84-89	89-94	89-99	89-04	89-09	89-13
Ændring i log markedsadgang	0.810 (1.518)	0.306 (1.181)	-0.566 (0.987)	0.796 (1.476)	3.579*** (1.364)	3.296** (1.622)	3.244* (1.889)
Log markedsadgang 1989	-0.343*** (0.042)	-0.288*** (0.041)	0.123*** (0.031)	0.242*** (0.039)	0.333*** (0.046)	0.477*** (0.047)	0.625*** (0.053)
Log samlet erhvervsindkomst 1980	0.084*** (0.010)						
Log gennemsnitlig erhvervsindkomst 1980	0.556*** (0.081)						
Log samlet erhvervsindkomst 1984		0.055*** (0.008)					
Log gennemsnitlig erhvervsindkomst 1984		0.421*** (0.069)					
Log samlet erhvervsindkomst 1989			-0.037*** (0.008)	-0.058*** (0.009)	-0.102*** (0.010)	-0.108*** (0.010)	-0.096*** (0.011)
Log gennemsnitlig erhvervsindkomst 1989			-0.453*** (0.082)	-0.649*** (0.098)	-0.773*** (0.102)	-0.827*** (0.099)	-0.910*** (0.102)
Uddannelses andele 1980	Yes	No	No	No	No	No	No
Uddannelses andele 1984	No	Yes	No	No	No	No	No
Uddannelses andele 1989	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Amt fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	4909	4918	4932	4934	4932	4920	4902
R <sup>2</sup>	0.106	0.078	0.070	0.099	0.141	0.135	0.134

Noter: *Difference-in-differences*-estimation på klyngeniveau. Den afhængige variabel er ændringen i log aggregeret erhvervsindkomst i forskellige tidsperioder. Konstruktionen af markedsadgang og kontrolvariable er beskrevet i afsnit 3.

Indtil videre er resultaterne i overensstemmelse med den teoretiske prædiktions om, at infrastruktur påvirker den samlede indkomst. Som diskuteret i afsnittet om specifikation er spørgsmålet imidlertid, om denne effekt afspejler en lokal stigning i beskæftigelsen, en lokal stigning i lønnen pr. beskæftiget eller en kombination heraf. For at komme et svar på dette spørgsmål nærmere, undersøges effekten af markedsadgang på antal beskæftigede.

Tabel 4 viser effekten på den samlede beskæftigelse på klyngeniveau og over tid.<sup>17</sup> Det ses, at resultaterne flugter med resultaterne fra tabel 3: Sammenhængen mellem ændringen i markedsadgang, og ændringen i indkomst er insignifikant før 1989, og signifikant på sigt i to (2004 og 2014) ud af tre år.

<sup>17</sup> Igen anvendes specifikationen, hvor der kontrolleres for initialniveau og amts-*fixed effects*. Tabel A1 i appendikset viser resultaterne

Samlet set tyder resultaterne på, at effekten på den samlede indkomst i hvert fald delvist er forårsaget af ændringer i beskæftigelsen. I næste afsnit undersøges, om der har været større vækst i lønnen for de enkelte beskæftigede de områder, der har oplevet særligt kraftige stigninger i tilgængeligheden som følge af motorvejene.

**Table 4. Effekten på den samlede beskæftigelse på klyngeniveau og over tid**

	Før (placebo)		Efter				
	80-89	84-89	89-94	89-99	89-04	89-09	89-14
Ændring i log markedsadgang	1.089 (1.345)	0.287 (1.096)	-0.506 (0.942)	1.046 (1.217)	3.126** (1.352)	2.657 (1.732)	3.933** (1.916)
Log markedsadgang 1989	-0.306*** (0.040)	-0.222*** (0.036)	0.112*** (0.029)	0.205*** (0.036)	0.292*** (0.041)	0.404*** (0.044)	0.534*** (0.047)
Log beskæftigelse 1980	0.081*** (0.010)						
Log gennemsnitlig erhvervsindkomst 1980	0.183*** (0.066)						
Log beskæftigelse 1984		0.060*** (0.008)					
Log gennemsnitlig erhvervsindkomst 1984		0.063 (0.057)					
Log beskæftigelse 1989			-0.054*** (0.007)	-0.083*** (0.008)	-0.120*** (0.009)	-0.153*** (0.010)	-0.155*** (0.010)
Log gennemsnitlig erhvervsindkomst 1989			-0.139* (0.072)	-0.195** (0.078)	-0.332*** (0.088)	-0.384*** (0.082)	-0.436*** (0.085)
Uddannelses andele 1980	Yes	No	No	No	No	No	No
Uddannelses andele 1984	No	Yes	No	No	No	No	No
Uddannelses andele 1989	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Amt fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	4894	4905	4912	4920	4913	4925	4925
R <sup>2</sup>	0.059	0.045	0.044	0.063	0.100	0.130	0.133

Noter: *Difference-in-differences*-estimation på klyngeniveau. Den afhængige variabel er ændringen i log antal beskæftigede over forskellige tidsperioder. Konstruktionen af markedsadgang og kontrolvariable er beskrevet i afsnit 3.

## 4.2 Regressioner på individniveau

I dette afsnit undersøges effekterne på erhvervsindkomst på individniveau. Som diskuteret ovenfor lader det til, at en del af den positive effekt på den samlede erhvervsindkomst afspejler, at antallet af beskæftigede i området er øget. I dette afsnit undersøges, om der også er en effekt på lønnen for de enkelte beskæftigede, som allerede var i området før motorvejene blev bygget.

Specifikationen er den samme som i (3) med den undtagelse, at der nu anvendes variable for hvert individ  $i$ :

$$\ln(Y_{i,n,T}) - \ln(Y_{i,n,t}) = \phi_{t,T}K_i + \beta_1(\ln(MA_{n,T}) - \ln(MA_{o,t})) \quad (4)$$

De afhængige variable er ændringer i forskellen i erhvervsindkomst og ændringer i beskæftigelsesdummyen på individniveau. Dermed tages højde for tidsinvariante forskelle på individniveau (*individ-fixed effects*), hvilket styrker identifikationen. Markedsadgang og andre geografiske variable beregnes ved at tage udgangspunkt i individernes arbejdssted i 1989. Ved beregningen af ændringen i markedsadgang anvendes individernes arbejdssted i 1989 både før og efter motorvejene blev færdiggjort. Dermed ses bort fra effekten af, at individer kan være flyttet til en anden klynge for at undgå selektionseffekter.<sup>18</sup>

Der findes ikke signifikante effekter af markedsadgang på erhvervsindkomst i nogle af de betragtede perioder, jf. Tabel 5. Dette gælder også i de to perioder før motorvejenes færdiggørelse (1980-89 hhv. 1984-89), hvilket er betryggende for identifikationsstrategien. I regressionerne inkluderes kun personer, som er over 17 år og som har en positiv erhvervsindkomst, der ligger over 1-pct. percentilen, jf. afsnit 3.

I regressionerne indgår følgende kontrolvariable: Markedsadgang i 1989, individets erhvervsindkomst i startåret, en række dummies for individets uddannelsesniveau og *amts-fixed effects*. Disse variable inkluderes af de årsager, som er i beskrevet i afsnit 4.1 om regressionerne på klyngeniveau. Derudover inkluderes en dummy for køn for at tage højde for forskelle i indkomstvækst for mænd og kvinder. Sluttelig kontrolleres for *alders-fixed effects* for at tage højde for forskelle i indkomstvækst over livsforløbet.

I appendiksets tabel A2 vises resultaterne, når ændringen i erhvervsindkomst fra 1989-2004 er den afhængige variabel, og når kontrolvariablene inkluderes trinvist. Det ses, at koefficienten er signifikant i anden og fjerde specifikation (om end med forskelligt fortegn), men insignifikant i den foretrukne specifikation (søjle 5) og i de øvrige specifikationer.

---

<sup>18</sup> En selektionseffekt kan eksempelvis opstå, hvis individer med høje forventede stigninger i indkomst flytter job til områder i nærheden af nye motorveje. Dette kan resultere i et positivt bias i estimatet af effekten af markedsadgang, hvis beregningen af markedsadgang er baseret på individernes arbejdssted, efter de er flyttet.

**Tabel 5. Effekt på erhvervsindkomst på individniveau og over tid**

	Før (placebo)		Efter		
	80-89	84-89	89-94	89-99	89-04
Ændring i log markedsadgang	0.279 (0.294)	0.323 (0.248)	-0.176 (0.189)	-0.075 (0.252)	-0.293 (0.285)
Log markedsadgang	0.074*** (0.010)	0.062*** (0.009)	0.036*** (0.006)	0.048*** (0.007)	0.056*** (0.007)
Kvinde dummy	-0.256*** (0.004)	-0.224*** (0.003)	-0.192*** (0.004)	-0.244*** (0.005)	-0.202*** (0.004)
Log erhvervsindkomst 1980	-0.732*** (0.004)				
Log erhvervsindkomst 1984		-0.623*** (0.004)			
Log erhvervsindkomst 1989			-0.472*** (0.006)	-0.627*** (0.007)	-0.713*** (0.007)
Uddannelse fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Alder fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Amt fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	1266976	1279259	1513381	1391267	1225215
R <sup>2</sup>	0.586	0.480	0.202	0.344	0.416

Noter: *Difference-in-differences*-estimation på individniveau. Den afhængige variabel er ændringen i log erhvervsindkomst i forskellige perioder. Konstruktionen af markedsadgang og kontrolvariable er beskrevet i afsnit 3. Standardfejl er clusteret på klyngeniveau.

Samlet set kan der ikke dokumenteres effekter på erhvervsindkomsten for individer, der boede i området, før motorvejene blev bygget. Det indebærer to konklusioner: For det første er det konsistent med prædiktionerne fra de to førømtalte scenarier fra Jaworski og Kitchens (2019), hvori det prædikteres, at reallønnen er konstant på tværs af områder. For det andet tyder det på, at der ikke er tegn på agglomerationseffekter, som sætter sig i lønnen, jf. beskrivelsen i indledningen.

### 4.3 Robusthedschecks: Opdeling på køn

Mænd pendler mere end kvinder, hvilket i princippet betyder, at kvinder og mænd kan reagere forskelligt på ændringer i tilgængelighed. Resultaterne i appendikset tyder på, at resultaterne er uændrede, når de to regressioner på individniveau (én for erhvervsindkomst og én for beskæftigelse) foretages separat for mænd og kvinder. I alle specifikationer på nær én, er estimatet på ændringen i markedsadgang insignifikant. Undtagelsen er regressionerne for kvinder i anden søjle, hvor ændringen i erhvervsindkomst fra 1984 til 1989 er den afhængige variabel. Her er koefficienten positiv og signifikant – der er altså tegn på, at erhvervsindkomsten steg for kvinder i områder, der var særligt påvirket af motorvejene, i årene før 1989. Dette indebærer, at

resultaterne i perioden efter 1989 skal tolkes med større varsomhed. Under alle omstændigheder er der ikke tegn på signifikante effekter i denne periode.

## 5 Referencer

Alder, S. (2016): Chinese roads in India: The effect of transport infrastructure on economic development. Tilgængeligt som SSRN 2856050.

Combes, P. P., & Gobillon, L. (2015). The empirics of agglomeration economies. In *Handbook of regional and urban economics* (Vol. 5, pp. 247-348). Elsevier.

Combes, P. P., Lafourcade, M., & Mayer, T. (2005). The trade-creating effects of business and social networks: evidence from France. *Journal of international Economics*, 66(1), 1-29.

Donaldson, D., & Hornbeck, R. (2016). Railroads and American economic growth: A "market access" approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(2), s. 799-858.

Gibbons, S., T. Lyytikäinen, H. G. Overman og R. Sanchis-Guarner (2019): New road infrastructure: The effects on firms. *Journal of Urban Economics*, 110, s. 35-50.

Hanson, G. H. (2005). Market potential, increasing returns and geographic concentration. *Journal of international economics*, 67(1), 1-24.

Harris, C. D. (1954). The Market as a Factor in the Localization of Industry in the United States. *Annals of the association of American geographers*, 44(4), 315-348.

Jaworski, T. og C. T. Kitchens (2019): National Policy for Regional Development: Historical Evidence from Appalachian Highways. *Review of Economics and Statistics*, 101(5), s. 777-790.

Jensen, S. S., M. S. Plejdrup og K. Hilling (2019): GIS-based National Road and Traffic Database 1960-2020, Technical Report No. 151, Danish Centre for Environment and Energy.

Sanchis-Guarner, R. (2012). Driving up wages: The effects of road construction in Great Britain. *SERC Discussion Papers*, (120).

## 6 Appendiks: Ekstra tabeller med tobusthedschecks

### 6.1 Robusthedscheck på klyngeniveau: Trinvis introduktion af kontrolvariable

**Tabel A1: Effekt på antal beskæftigede på klyngeniveau, 1989 til 2004**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Ændring i log markedsadgang	4.701*** (0.923)	5.239*** (0.917)	4.978*** (0.903)	3.126** (1.352)	4.483 (2.836)
Log markedsadgang 1989		0.181*** (0.019)	0.168*** (0.021)	0.292*** (0.041)	0.260*** (0.087)
Log beskæftigelse 1989		-0.120*** (0.007)	-0.114*** (0.009)	-0.120*** (0.009)	-0.125*** (0.009)
Log gennemsnitlig erhvervsindkomst 1989			-0.329*** (0.088)	-0.332*** (0.088)	-0.303*** (0.088)
Amt fixed effects	No	No	No	Yes	No
Kommune fixed effects	No	No	No	No	Yes
Uddannelses fixed effects	No	No	Yes	Yes	Yes
Observations	4914	4914	4913	4913	4913
R <sup>2</sup>	0.005	0.075	0.088	0.100	0.155

Noter: *Difference-in-differences*-estimation på klyngeniveau. Den afhængige variabel er ændringen i log antal beskæftigede fra 1989-2004. Konstruktionen af markedsadgang og kontrolvariable er beskrevet i afsnit 3.

### 6.2 Robusthedscheck på individniveau: Trinvis introduktion af kontrolvariable

**Tabel A2: Effekt på erhvervsindkomst på individniveau, 1989 til 2004**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ændring i log markedsadgang	0.441 (0.406)	1.171** (0.473)	0.286 (0.398)	-0.424** (0.183)	-0.293 (0.285)	0.227 (0.509)
Log markedsadgang		0.020*** (0.006)	0.021*** (0.004)	0.050*** (0.003)	0.056*** (0.007)	0.058*** (0.017)
Kvinde dummy			0.065*** (0.005)	-0.202*** (0.004)	-0.202*** (0.004)	-0.202*** (0.004)
Log erhvervsindkomst 1989				-0.713*** (0.007)	-0.713*** (0.007)	-0.714*** (0.007)
Uddannelse fixed effects	No	No	No	Yes	Yes	Yes
Alder fixed effects	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Amt fixed effects	No	No	No	No	Yes	No
Kommune fixed effects	No	No	No	No	No	Yes
Observations	1226531	1226531	1226531	1226531	1225215	1226531
R <sup>2</sup>	0.000	0.000	0.281	0.416	0.416	0.416

Noter: Diff-in-diff-estimation på individniveau. Den afhængige variabel er ændringen i log erhvervsindkomst fra 1989 til 2004. Konstruktionen af markedsadgang og kontrolvariable er beskrevet i afsnit 3. Standardfejl er *clustered* på klyngeniveau.

### 6.3 Robusthedscheck på individniveau: Separate regressioner for kvinder og mænd

**Tabel A3: Effekt på erhvervsindkomst på individniveau, kun kvinder.**

	Før (placebo)		Efter		
	80-89	84-89	89-94	89-99	89-04
Ændring i log markedsadgang	0.464 (0.288)	0.548** (0.250)	-0.166 (0.265)	-0.004 (0.323)	-0.337 (0.296)
Log markedsadgang	0.074*** (0.009)	0.059*** (0.008)	0.046*** (0.008)	0.048*** (0.010)	0.052*** (0.007)
Log erhvervsindkomst 1980	-0.763*** (0.003)				
Log erhvervsindkomst 1984	-0.654*** (0.004)				
Log erhvervsindkomst 1989	-0.531*** (0.006)				
Uddannelse fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Alder fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Amt fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	593265	605696	717182	660062	581829
R <sup>2</sup>	0.596	0.498	0.188	0.321	0.398

Noter: *Difference-in-differences*-estimation på individniveau, hvor kun kvinder indgår i regressionen. Den afhængige variabel er ændringen i log erhvervsindkomst i flere forskellige perioder. Konstruktionen af markedsadgang og kontrolvariable er beskrevet i afsnit 3. Standardfejl er *clustered* på klyngeniveau.

**Tabel A4: Effekt på erhvervsindkomst på individniveau, kun mænd.**

	Før (placebo)		Efter		
	80-89	84-89	89-94	89-99	89-04
Ændring i log markedsadgang	0.094 (0.339)	0.113 (0.277)	-0.262 (0.210)	-0.166 (0.347)	-0.293 (0.379)
Log markedsadgang	0.075*** (0.012)	0.065*** (0.010)	0.033*** (0.006)	0.054*** (0.008)	0.064*** (0.009)
Log erhvervsindkomst 1980	-0.693*** (0.005)				
Log erhvervsindkomst 1984	-0.592*** (0.005)				
Log erhvervsindkomst 1989	-0.412*** (0.006)				
Uddannelse fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Alder fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Amt fixed effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	673711	673563	796199	731205	643386
R <sup>2</sup>	0.575	0.464	0.224	0.372	0.433

Noter: *Difference-in-differences*-estimation på individniveau, hvor kun mænd indgår i regressionen. Den afhængige variabel er ændringen i log erhvervsindkomst i flere forskellige perioder. Konstruktionen af markedsadgang og kontrolvariable er beskrevet i afsnit 3. Standardfejl er *clustered* på klyngeniveau.