

---

# Fremtidens byudvikling i Østjylland

## - Arealanvendelsesmodellering i GIS -

Peter Bro, Ph.D.-studerende, M.Sc., Aalborg Universitet, pbro@aod.aau.dk

og

Henrik Harder, Lektor, Ph.D. HD.O MAA, Aalborg Universitet, hhar@aod.aau.dk

### 1 Abstract

Dette paper tager udgangspunkt i en gennemgang af den stigende funktionelle integration i Østjylland, der som region præges af øget pendling og arbejdsdeling mellem de største byer, men samtidigt oplever lokale forskelle i lokaliseringsmønstrene. På denne baggrund formuleres en byudviklingsmodel, der grundlæggende er en spatial interaction model, for regionen. Denne model, der opgør byudviklingen på sogne og anvender rejsetiden på vejnettet som afstandsfriktion, er som konsekvens af en række valg, der træffes gennem modelbygningen mest præcis i de centrale og østlige dele af regionen. Den del af modellen, der forudsiger byudviklingen for boliger har en normalfordelt spredning af relativt små residualer, mens byudviklingen for erhverv systematisk underestimeres og forudsiges med store usikkerheder. Modellens output viser, at fremtidens byudvikling for boliger i Østjylland er stærkest omkring Århus og aftager med afstanden hertil, dog mindre langs de største trafikårer. Byudviklingen for erhverv fordeles i højere grad ligeligt mellem de største byer, men til gengæld er koncentrationen på det lokale niveau meget stærk, og udviklingen er koncentreret i et tyndt bælte omkring motorvejen og i umiddelbar nærhed af de største byer, mens de øvrige områder i regionen oplever væsentlig lavere vækst. Studiet af fremtidens byudvikling i Østjylland peger således i retning af, at boliger og erhverv ikke samlokaliseres, og at byudviklingen som helhed foregår spredt og med meget ringe fysisk sammenhæng til allerede eksisterende byområder, så på en gang sammenbinder fremtidens byudvikling de eksisterende byområder og udviser skellet mellem by- og landområder.

### 2 Introduktion

Igennem den senere tid har der indenfor planlæggerkredse været større og større bevågenhed omkring Østjylland, og blandt andre Bue Nielsen [2006] [2007a], Nørgaard og Andersen [2006] samt Hovgesen og Nielsen [2005] har påpeget, at der i øjeblikket sker voldsomme ændringer i regionen og diskuterer konsekvenserne heraf. Som følge af denne øgede bevågenhed og fokus på de muligheder og problemstillinger, der opstår på baggrund af disse ændringer, har Miljøministeriet igangsat et dialogprojekt i området, hvis overordnede formål er at diskutere *"hvordan der kan sikres en koordineret og hensigtsmæssig arealregulering af det østjyske bybånd i lyset af behovet for at skabe nye rammer for udviklingen."* [Landsplanafdelingen, 2006, p. 54] Dette paper, der er skrevet på baggrund af et afgangspjekt fra Civilingeniøruddannelsen i Vej- og Trafikteknik ved Aalborg Universitet 2007, tager udgangspunkt i det øgede fokus på Østjylland og behovet for en overordnet

---

arealplanlægning i regionen og søger gennem formulering af en konkret byudviklingsmodel for Østjylland at beskrive de overordnede byudviklingstendenserne.

### 3 To forståelser af begrebet by

Før et bystudie kan påbegyndes, er det væsentligt at påpege, at begrebet by ikke er entydigt og kan dække over forskellige forståelser og betragtninger. Ifølge Pacione [2001, pp. 21-24] kan byen enten betragtes som en entitet eller en kvalitet. Hvis byen betragtes som en entitet, kan den defineres på baggrund af en eller flere af fire fundamentale typer af egenskaber:

- Befolkningsstørrelse
- Økonomisk base
- Administrative kriterier
- Funktionelle kriterier

Ifølge entitetsopfattelsen af byer kan en by således være eksempelvis en sammenhængende bebyggelse med mere end 200 indbyggere, som det er tilfældet i Danmark. Hvis der i stedet for befolkningstallet fokuseres på den økonomiske base for området kunne definitionen lyde på, at mindre end 15 % af områdets arbejdsstyrke er beskæftiget i primære erhverv. Administrative kriterier bygger ikke nødvendigvis på rationelle overvejelser, men lader i stedet byer defineres ud fra kriterier, som vedrører administrationen af byen, en region eller et land. Et eksempel er de tidligere danske købstæder, der fik en speciel status som handelsbyer i kraft af den danske administration af byerne. Definition af byer på baggrund af funktionelle kriterier søger at definere byer på baggrund af deres influensområde, hvilket kan være i rum, men principielt også i mere abstrakte dimensioner som tid, økonomi og kultur.

Et væsentligt problem ved entitetsforståelsen af byer er, at to byer, der begge opfylder de oftest kvantitative kriterier, som definerer en by, kan være meget forskellige. Eksempelvis er en sammenhængende bebyggelse med 201 indbyggere "lige så meget by" som en by med 1.000.000 indbyggere, på trods af at de dynamikker, interaktioner og processer, der foregår i byerne er vidt forskellige. Til sådanne sondringer af byer er en forståelse af byen som en kvalitet mere velegnet:

*"In contrast to definitions of the city as a physical entity, the concept of the urban as a quality is related more to the meaning of urban places and the effect of the urban milieu on people's lifestyles (and vice versa). Clearly, although cities exist as physical objects, it is by no means certain that they are perceived by their inhabitants in the same way that they are objectively structured. It is reasonable therefore, to think of a city as having both an objective physical structure and a subjective or cognitive structure."* [Pacione, 2001, p. 22]

Opfattelsen af byen som en kvalitet bygger således på kvalitative og måske delvist subjektive opfattelser af byen. Hvorledes en by klassificeres er således ikke entydigt og diskuterbart idet to borgere i den samme by, ikke nødvendigvis har samme opfattelse af byen. Imidlertid er de to forståelser af byen ikke nødvendigvis gensidigt udelukkende, som det også antydes i den sidste linie af citatet. En by kan således beskrives på baggrund af både entitetsbetragtninger og kvalitative

---

forståelser. Eksempelvis kan byer klassificeres på baggrund af både indbyggertallet og den livsform, der er fremherskende i byen.

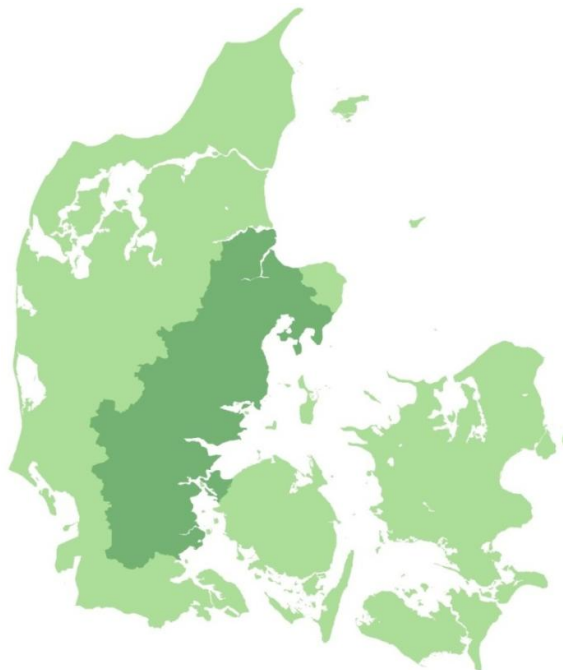
Dette paper anlægger fortrinsvist en entitetsanskuelse af begrebet by, idet der fokuseres på de fysiske aspekter af byudviklingen i Østjylland, men kapitel 4 illustrerer, at det i høj grad også er kvalitative karakteristika, der udgør grundlaget for fokuseringen på Østjylland og medvirker til at gøre området særligt interessant.

## 4 Det funktionelt integrerede Østjylland

Dette kapitel indledes med at klarlægge den geografiske afgrænsning af Østjylland og en kort gennemgang af regionens største byer og væsentligste trafikinfrastruktur. Kapitlet gennemgår derefter byudviklingstendenserne i regionen og beskriver hvori den stingende funktionelle integration består.

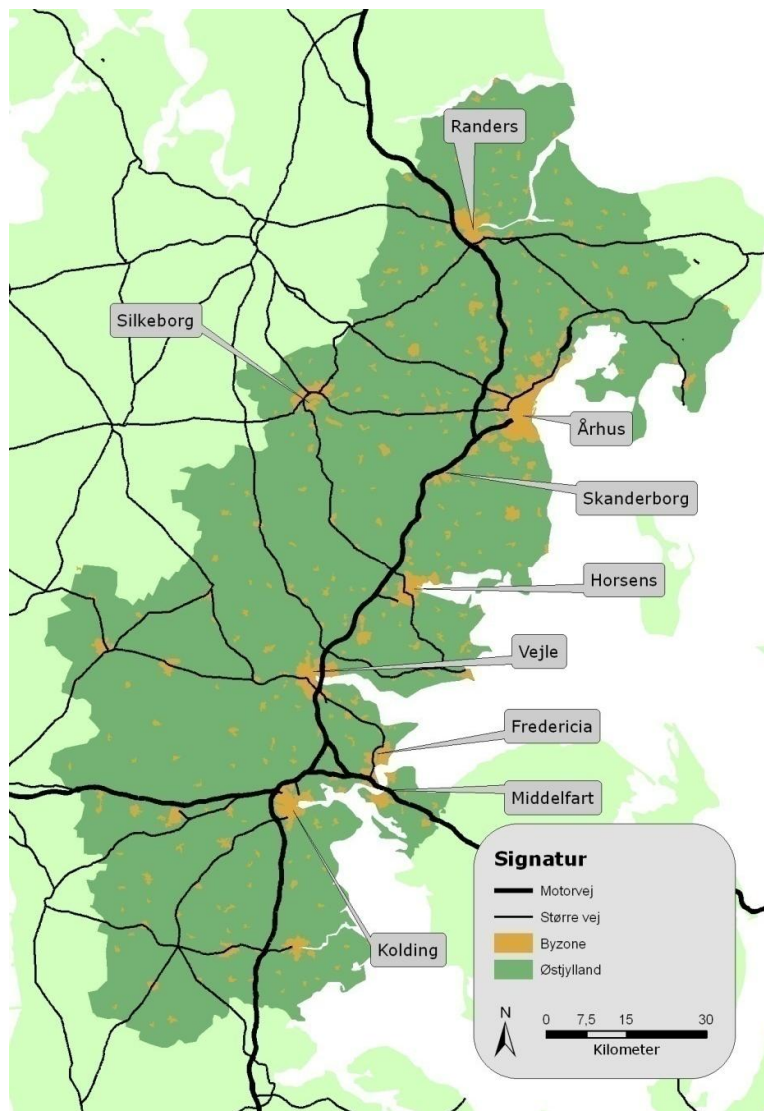
### 4.1 Geografisk afgrænsning af det funktionelle Østjylland

Når der i dette paper refereres til Østjylland, dækker det over 53 af kommunerne før kommunalreformen i 2007, figur 4.1. Rationalet for afgrænsningen er, at der er en tydelig tendens til, at dette område er ved at udvikle sig til et såkaldt funktionelt integreret byområde, hvilket beskrives mere dybdegående senere i dette kapitel. Området udgøres af tre pendlingsoplande koncentreret om hver sin by i den østjyske region [Nielsen, 2007b], og pendling netop er en af de væsentligste faktorer i forbindelse med defineringen af det funktionelt integrerede Østjylland. Dertil kommer en antagelse om, at det netop er områderne indenfor disse pendlingsoplande, som har størst indflydelse på byudviklingen i den funktionelt integrerede region, fordi der mellem disse områder foregår flest interaktioner. Slutteligt bør nævnes, at denne geografiske afgrænsning af det funktionelt integrerede Østjylland tillige benyttes af Landsplanafdelingen [2006] og Bue Nielsen [2006] [2007a].



Figur 4.1: Den geografiske afgrænsning af det funktionelt integrerede Østjylland.

Denne geografiske afgrænsning betyder, at Østjylland dækker et område på knap 10.000 km<sup>2</sup>, hvoraf omkring 634 km<sup>2</sup> er byzone. Området har et befolkningstal på cirka 1.167.000 personer [Danmarks Statistik, 2006a], hvoraf cirka 230.000 bor i regionens største by Århus. Andre væsentlige byer er Randers (56.000 indbyggere), Skanderborg (13.500 indbyggere), Fredericia (37.000 indbyggere), Vejle (50.000 indbyggere), Kolding (55.000 indbyggere) og Middelfart (13.500 indbyggere), der alle ligger i tilknytning til motorvejen, der gennemskærer regionen i nord-sydlig retning. [Danmarks Statistik, 2006b] Udenfor denne nord-sydlig akse er Silkeborg (41.000 indbyggere) den eneste større by, figur 4.2. Næsten parallelt med motorvejen løber jernbanens hovedstrækning, der i modsætning til motorvejen, ikke blot tangerer de store byer, men har stationer i bycentrene. Jernbane forløbet har dog på samme vis som vejnettet, mindre forgreninger i øst-vestlig retning.



Figur 4.2: Vejnettet og de største byer i Østjylland.

---

## 4.2 Funktionel integration

Østjylland og Hovedstadsområdet udpeges i den seneste landsplanredegørelse som de to storbyregioner og dermed de væsentligste vækstcentre i Danmark, men regionerne har væsentligt forskellige bymønstre. Forskellen beskrives således af Bue Nielsen [2007a, p. 2]:

*"På Sjælland er København det entydige centrum og hovedpunkt, hvorom forstæder og omegnskommuner, ja hele Sjælland grupperer sig. I Østjylland er det anderledes. Århus er naturligvis klart større end de andre byer, men bystørrelserne i Østjylland er alligevel langt mere ligeværdige end på Sjælland, og de funktioner, der varetages i byerne, derfor også mere ensartet fordelt."*

Dette mere jævnbyrdige forhold mellem byerne i Østjylland betyder, som citatet også antyder, at der i langt højere grad er en tovejs-interaktion mellem byerne og ikke bare mod ét centrum, hvilket Landsplanafdelingen [2006, p. 20] beskriver således:

*"Østjylland er ved at udvikle sig til et sammenhængende område med stor befolkningstilvækst og arbejdsdeling mellem byerne i bybåndet, der strækker sig fra Kolding til Randers. Ja, man kan endda på sigt se konturerne af en ny millionby i Danmark."*

Og uddyber det gennem tekststykket:

*"I Østjylland er der i stigende grad blevet udviklet en arbejdsdeling mellem byerne langs motorvejen og jernbanen. Hvor Østjylland tidligere kunne opfattes som bestående af en række selvstændige store købstæder med hver sit opland, flettes landsdelene i disse år mere og mere sammen. Århus er præget af service- og videnserhverv, mens industrien og logistikerhvervene spiller en stor rolle omkring Trekantsområdet."* [Landsplanafdelingen, 2006, p. 54]

På denne baggrund taler blandt andre Bue Nielsen [2006, p. 83] [2007a, p. 4] [2007b] og Landsplanafdelingen [2006, p. 54-55] om, at Østjylland med tiden vil udvikle sig til et funktionelt integreret byområde. De to væsentligste elementer i denne funktionelle integration mellem byerne i den østjyske region er den begyndende arbejdsdeling og den øgede interaktion i form af blandt andet pendling og samarbejde mellem virksomheder, mellem byerne. Således er den funktionelle integration ikke nødvendigvis et fysisk sammenhængende byområde, men en integration indenfor såvel erhvervslivet som mellem de egentlige byfunktioner. Det afgørende er de interaktioner, der sker mellem de forskellige områder i regionen, og med tiden vil en borger i regionen kunne opfylde sine behov for offentlig service, beboelse, arbejde, fritid og lignende indenfor hele Østjylland, og ikke blot i sin egentlige hjemby.

Det er dog væsentligt at understrege, at de østjyske byer stadig er langt fra at være fuldt ud funktionelt integreret [Nielsen, 2006, p. 84-85] [Nielsen, 2007b], og at arbejdsdelingen og erhvervsmæssige samarbejder mellem byer endnu ikke er beskrevet i væsentligt omfang [Nielsen, 2007b]. Imidlertid tegner der sig et billede af, at pendlingen, som generelt er kraftigt stigende i Danmark, stiger mere mellem kommunerne, der indgår i det østjyske bybånd end øvrige kommuner [Nielsen, 2006, pp. 83-85].

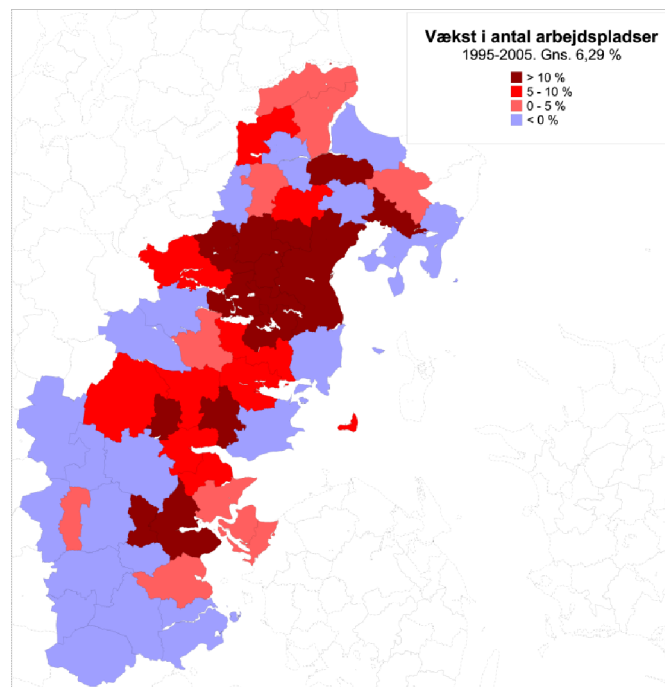
---

### 4.3 Lokale forskelle

Den funktionelle integration i den østjyske region betyder imidlertid ikke, at hele regionen oplever samme udvikling. Christoffersen [2003, p. 29-30] beskriver udviklingen generelt:

*"Opløsningen af den traditionelle lokale modstilling mellem land og by ser i øvrigt ikke ud til ganske at eliminere regionale spændinger på lokalt niveau. Blot får de en anden karakter end traditionelt. De kommer nærmest til at vedrøre lokale forskelle i lokaliseringernes attraktivitet. Det være sig i forhold til valg af bolig eller placering af arbejdspladser."*

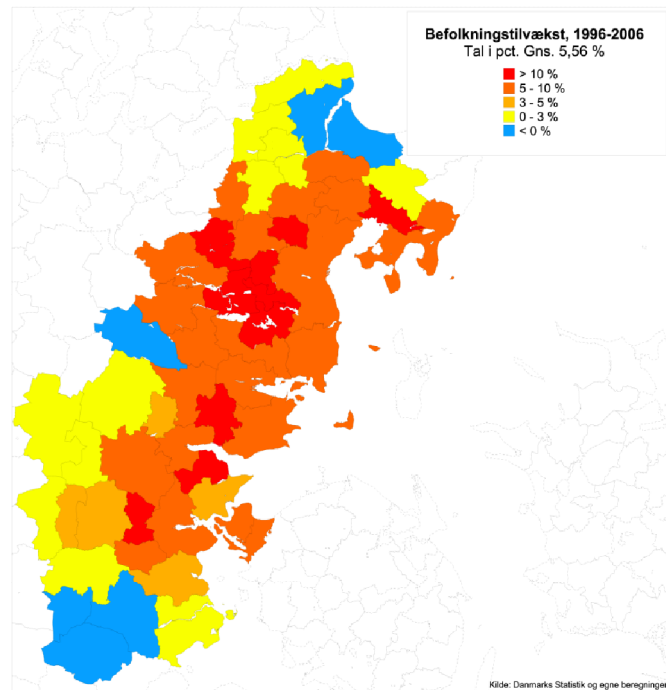
Denne generelle beskrivelse kan ifølge Bue Nielsen [2007a, p. 7-12] genfindes i Østjylland, hvor den største vækst i antallet af arbejdspladser er begrænset til et område; et såkaldt bælte fra Kolding mod Randers, figur 4.3, og omkring de største byer.



Figur 4.3: Væksten i antallet af arbejdspladser i perioden 1996-2006 illustrer, at væksten fokuseres i et bælte fra Kolding til Randers. [Nielsen, 2007a, p. 9]

I forhold til bosætning beskriver Christoffersen [2003, p. 9] den generelle udvikling i Danmark, at "Både på overordnet regionalt niveau og på kommunalt niveau ses, at tendensen til bosætningskoncentration har været mindre markant end tendensen til koncentration af arbejdspladserne.", hvilket i nogen grad underbygges af Nørgaard og Andersen [2006, p. 148], der skriver, at "Befolkningen koncentrerer samtidig med, at bosætningen spredes over længere afstande i de fortsat voksende byregioner. I modsætning til tidligere sker væksten nemlig ikke primært i de centrale byområder; det er snarere hele egnen, der tager del i udviklingen." [Nørgaard & Andersen, 2006, p. 148]

Både Christoffersen samt Nørgaard og Andersen beskriver imidlertid udviklingstendenserne på landsplan, og hvad der fremgår af de to citater ovenfor er ikke helt gældende for den østjyske region. I landsplanredegørelsen angives det, at "Den store befolkningstilvækst i det østjyske område har primært været koncentreret omkring byerne og i bybåndet – i modsætning til Sjælland, hvor der geografisk har været en langt mere spredt bosætning." [Landsplanafdelingen, 2006, p. 55] og Bue Nielsen [2007a, p. 8] skriver, at "Væksten har naturligt nok været kraftigst [...] i omegnskommunerne til de største byer. Men desuden har væksten gennemgående været højest i Østjyllands større byer og tættere befolkede dele. Væksten har været svagest i de ydre dele af det funktionelle Østjylland (især i Sydvest og Nordøst)", figur 4.4.



Figur 4.4: Befolkningstilvæksten i perioden 1996-2006 illustrer, at væksten fokuseres i et bælte fra Kolding til Randers.

[Nielsen, 2007a, p. 8]

Imidlertid kan den nationale tendens til mere spredt bosætning genfindes i Østjylland ved en sammenligning mellem figur 4.3 og figur 4.4, idet der kan anes en svag tilbøjelighed til at arbejdspladserne koncentrerer i et mere snævert bælte.

Årsagen til, at der ikke findes samme spredning i bosætningen i Østjylland som på eksempelvis Sjælland kan muligvis forklares af huspriserne, der er betragteligt højere i Københavnsområdet end omkring Århus, og endda endnu lavere omkring de mellemstore byer i Østjylland. Dertil kommer arbejdsdelingen mellem byerne i Østjylland og de mere ligelige bystørrelser betyder, at der ikke på samme måde er ét entydigt center. Således er det rejsen til København, der er den mest betydende faktor for bosætning på Sjælland, mens det i Østjylland kan være lige så attraktivt at bo i nærhed til eksempelvis Silkeborg eller Kolding som Århus, fordi arbejdspladsen findes her, og der er næsten samme muligheder for byliv.

---

## 5 De tre trin i byudviklingsmodelleringen

Waddel og Ulfarsson [2004, pp. 206-207] har beskrevet tolv trin, som de mener, er nødvendige at gennemgå i arbejdet med modellering af byudvikling. Imidlertid fokuserer mange af Waddel og Ulfarssons tolv trin på at tilpasse modelleringen til et omgivende politisk- og forvaltningssystem samt senere implementering heri, hvilket falder udenfor målet i dette paper. Handy og Niemeier [1997, pp. 1178-1182] har beskrevet tre trin, som de mener, er nødvendige at gennemgå i forbindelse med tilgængelighedsmodeller. Fordelen ved Handy og Niemeiers tre trin er, at de er fokuserede på selve modelbygningen og tolkningen af modelleringens resultat, men til gengæld er trinnene ikke specifikt rettet mod byudviklingsmodellering. Imidlertid er det således, at de bagvedliggende tanker og overvejelser i Handy og Niemeiers tre trin kan genfindes i Waddel og Ulfarssons tolv trin, men ofte fordelt over flere trin og med forslag om, at valgene træffes på baggrund af den politiske kontekst. På denne baggrund udføres modelleringen af byudviklingen i Østjylland med udgangspunkt i Handy og Niemeiers tre trin; specifikation, kalibrering og tolkning. Imidlertid vil modelleringen i betragteligt omfang inddrage Waddel og Ulfarssons pointer, som er fokuseret specifikt på tilgængelighedsmodeller.

Specifikationen, der er det indledende trin, hvor modellens helt grundlæggende karakteristika fastlægges, gøres på baggrund af allerede eksisterende teorier om og modeller for byudvikling, som eventuelt forbedres og tilpasses den konkrete problemstilling. Kalibreringen er det trin, hvor de udvalgte og eventuelt modificerede teorier og modeller fra forrige trin endeligt formuleres, således den passer til den konkrete problemstilling. Det betyder, at dette trin omfatter en udvælgelse af hvilke mekanismer, der skal indgå i modelleringen og en afgørelse af, hvor stor betydning de enkelte mekanismer har for byudviklingen. Tolkningen, der er det sidste trin i modelleringen, indebærer i praksis en række modelkørsler, hvis output danner grundlag for at vurdere fremtidens byudvikling i Østjylland og dermed vurdere fremtidens byudvikling i Østjylland. I forbindelse med tolkningen er det nødvendigt at have overblik over alle modelleringens tre trin, for derigennem at vurdere modeloutputets troværdighed.

## 6 Specifikation

### 6.1 Modellens teoretiske forankring

De fleste forfattere er enige om at placere æren for de første tanker om spatial interaction models eller blot SIA-modeller, hos amerikaneren Hansen [1959], der påviste for regionen omkring Washington D.C., at områder med høj tilgængelighed har større sandsynlighed for at blive byudviklet end områder, der ligger fjernt fra centret. Hansen [1959, pp. 74-75] formulerede sin model som en gravitationsmodel kraftigt inspireret af fysikkens love om massetiltrækning mellem to legemer, men er gennem tiden blevet kraftigt forbedret og har fået styrket det teoretiske grundlag gennem blandt andet Lowrys [1964] bidrag til at fundere modellerne på økonomiske principper. Tilbage står dog, at SIA-modeller udspringer af empiriske studier, og der er således tale om en familie af modeller, hvor det teoretiske fundament er blevet opbygget og styrket efterhånden, som modellerne er blevet udviklet. Det teoretiske grundlag har således ikke været styrende for udviklingen af modellerne, men det er snarere empirien. [Bok, Blijie & Sanders, 2006, pp. 16-17]



---

Udgangspunktet for SIA-modeller er som beskrevet ovenfor gravitationsmodeller, der grundlæggende kan formuleres således [Bok, Blijie & Sanders, 2006, pp. 16-18]:

$$F_{ij} = g \frac{M_i M_j f(c_{ij})}{\sum_j M_j f(c_{ij})}$$

Hvor:

- $F_{ij}$  er et abstrakt flow, der repræsenterer aktiviteter, der produceres i zone  $i$  og er lokaliseret i zone  $j$ . Eller med andre ord et udtryk for interaktioner mellem zone  $i$  og  $j$ .
- $M_i$  og  $M_j$  er udtryk for potentialet for aktivitet i henholdsvis zone  $i$  og  $j$ .
- $f(c_{ij})$  er negativ funktion af friktionen mellem zone  $i$  og  $j$  ( $c_{ij}$ ) og beskriver omkostningerne ved interaktion mellem zonerne  $i$  og  $j$ .
- $g$  er en konstant, der transformerer aktiviteter til interaktioner.

Med udgangspunkt i formlen ovenfor, er det muligt at bestemme attraktiviteten, af den enkelte zone ( $V_i$ ). Således kan der ved at undlade at inddrage zonens egen aktivitetsproduktion og – attraktion ( $M_i$ ) bestemmes et udtryk for, hvor attraktivt zonen vil være at byudvikle:

$$V_i = g \sum_j M_j f(c_{ij})$$

SIA-modellerne er velegnede til at forklare den begyndende funktionelle integration og arbejdsdelingen mellem byerne i det østjyske bybånd. Ifølge SIA-modellerne er Bue Niensens [2006, p. 84] forklaring om, at *"afstandsfriktionen er lidt mindre internt i bybåndet end ud af dette, hvad der måske ikke er så overraskende, eftersom bybåndet er betjent af motorvej og jernbane"*, kun en halv forklaring. På baggrund af SIA-modellernes teoretiske grundlag er det muligt at argumentere, at aktivitetspotentialerne i det østjyske bybånd er større end i de omkringliggende områder, hvilket er medvirkende til at skabe større flows internt i bybåndet. Arbejdsdelingen kan med udgangspunkt i SIA-modellerne forklares ved, at forskellige faktorer har indflydelse på, hvor attraktiv et område er for virksomheder i forskellige brancher. Således vil virksomheder i en branche lokalisere sig et sted, mens andre brancher vil lokalisere sig andre steder.

## 6.2 Modeltilgang og terminologi

Fordi SIA-modellerne er gode velegnede til at beskrive den igangværende byudvikling i Østjylland vælges det, at den grundlæggende tilgang til byudviklingsmodelleringen baseres herpå, men inden selve modelbygningen påbegyndes er det nødvendigt, at definere entydige begreber til beskrivelse af de elementer, der indgår i modellen. De fysiske og målelige elementer, der skaber grundlaget for byudvikling, kaldes aktiviteter, nøjagtigt som i SIA-modellerne. Det er dog væsentlig, at huske på, at det ikke er disse aktiviteter i sig selv, der er årsagen til byudvikling, men derimod de mekanismer og strukturer der knytter sig til aktiviteterne og befinder sig på det virkelige domæne. Endnu et begreb der bør klarlægges, er betegnelsen af modellens output, der kan siges at være et udtryk for muligheden for at deltage i arealbaserede aktiviteter med betydning for byudvikling. Dette output

---

betegnes byudviklingspotentiale og lægger sig dermed op ad den brug af begrebet potentiale, der anvendes af blandt andre Jacob Kronbak [1998, p. 50], idet det dækker oven en kombination af mobilitet og tilgængelighed<sup>1</sup>. Samtidigt antyder betegnelsen potentiale, at det ikke nødvendigvis er i de områder, hvor potentialet er størst, at byudviklingen vil foregå, men at disse områder er velegnede til byudvikling. På denne baggrund den fremtidige byudvikling beskrives ved hjælp af formlen:

$$V_i = \sum_j \sum_a g^a M_j^a f^a(c_{ij}^a)$$

Hvor:

- $V_i$  er udtryk for byudviklingspotentialet i zone  $i$ .
- $M^a$  er udtryk for aktivitet  $a$  i zone  $j$ .
- $g^a$  er en konstant, der transformerer aktiviteter til byudviklingspotentiale for aktivitet  $a$ .
- $f(c_{ij}^a)$  er negativ funktion af friktionen mellem zone  $i$  og  $j$  for aktivitet  $a$  ( $c_{ij}^a$ ) og beskriver omkostningerne ved interaktion mellem zonerne  $i$  og  $j$  for arealanvendelse  $a$ .

### 6.3 Geografisk afgrænsning

Modellens geografiske afgrænsning er identisk med det område, der blev præsenteret i kapitel 4, og tager således udgangspunkt i det funktionelt integrerede Østjylland. Rationalet for at vælge denne afgrænsning er, at udover den er sammenfaldende med Landsplanredegørelsens udpegning af vækstområdet i Østjylland, at området som tidligere nævnt består af tre pendlingsoplande. Det må derfor formodes, at det er områderne indenfor denne afgrænsning, der har størst indflydelse på byudviklingen i den funktionelt integrerede region, fordi der mellem disse områder foregår flest interaktioner.

Behovet for en geografisk afgrænsning er åbenlyst, men desværre medfører en afgrænsning problemer i områdets yderkanter, hvor byudviklingspotentialet undervurderes. Årsagen til undervurderingen er, at der i yderområder foregår relativt mange interaktioner med områderne lige udenfor afgrænsningen, og således er modelleringerne mest pålidelige i afgrænsningens centrale områder. For byudviklingsmodelleringen for Østjylland betyder det, at modellen er mest pålidelig omkring Østkysten, hvor afgrænsningen udgøres af kystlinien, og at der derfor er størst afstand til de aktiviteter, der afskæres fra analysen. Problemet med den geografiske afgrænsning er således meget begrænset, idet den funktionelle integration er stærkest og byudviklingen størst i netop de områder, hvor modellen har størst sikkerhed.

### 6.4 Udvalgelse af aktører

Arealanvendelsestyper kan i sammenhæng med byudviklingsmodelleringen betragtes som aktørerne, hvis beslutninger modelleres. Ideelt bør alle arealanvendelsestyper inddrages i

---

<sup>1</sup> *öMobilitet beskriver den lethed, hvormed et individ kan bevæge sig bort fra en given lokalitet, ved hjælp anvendelse af et givet transportsystem, mens ötilgængeligheden beskriver den lethed, hvormed enhver arealbaseret aktivitet kan nås fra en lokalitet, ved anvendelse af et givet transportsystem.ö* [Kronbak, 1998, p. 49]

---

modelleringen, og de forskellige typer nuanceres mest muligt. Fordi forskellige typer af aktiviteter har forskellige lokaliseringskrav, er det nødvendigt, at formulere en model for byudviklingspotentialer for hver enkelt arealanvendelsestype ( $s$ ). Således bliver formlen for byudviklingspotentialer:

$$V_i^s = \sum_j \sum_a g^{s,a} M_j^a f^{s,a}(c_{ij}^{s,a})$$

På denne baggrund er det klart, at der kræves en afvejning mellem på den ene side at formulere en præcis og detaljeret byudviklingsmodel og på den anden side hensynet til beregningsomfanget og arbejdet med at estimere konstanter, parametre og funktioner. Der er således et kraftigt incitament til kun at inddrage de mest betydende arealanvendelsestyper.

Hvis der tages udgangspunkt i de funktionalistiske byfunktioner, er de fem grundlæggende typer af arealanvendelse i byen bolig, erhverv, service, trafik og rekreation. Sammenholdes disse med opgørelsen over arealanvendelsen i Østjylland, hvilket findes i Arealinformationssystemet, ses det, at bolig- og erhvervsformål tilsammen udgør cirka 94% af de byrelaterede arealanvendelser i hele Østjylland, når infrastrukturen ikke medregnes, og cirka 72% af det samlede areal indenfor byzonerne i Østjylland. Da det tilgængelige datagrundlag indenfor disse to typer af arealanvendelse samtidigt er godt, vælges det på denne baggrund at inddrage bolig og erhverv som to typer af arealanvendelse, der skal indgå i modellen. Samtidigt inkluderes ikke andre typer af arealanvendelse, ligesom de to typer ikke inddeles i underkategorier, idet dette vil medføre et arbejde, som ikke kan gennemføres indenfor dette studies rammer.

## 6.5 Udvalgelse af aktiviteter

Det er åbenlyst, at det er umuligt, at inddrage alle aktiviteter med betydning for et så komplekst fænomen som byudviklingen i modellen, og at der nødvendigvis kun kan inddrages en begrænset mængde af aktiviteter. I denne forbindelse er det væsentligt, at de aktiviteter, der inddrages i modellen er de aktiviteter, der har størst betydning for udviklingen, mens mindre betydende aktiviteter tilhører rammebetingelserne. Imidlertid udgøres mængden af aktiviteter, der kan inddrages i modellen af det tilgængelige datagrundlag. Hvis det ikke er muligt at skaffe empiri, der kan anvendes til at beskrive byudviklingen, kan en aktivitet ikke inddrages i modellen, eller hvis datakvaliteten er dårlig, frasorteres aktiviteten muligvis på baggrund af ringe statistisk forklaringsgrad. Fordi udvælgelsen af aktiviteter sker på baggrund af, hvor stor betydning de har for byudviklingen, foregår udvælgelsen af aktiviteter i praksis delvist samtidigt med modellen kalibreres. Dette skyldes, at der i praksis ikke er muligt at isolere hver enkelt aktivitets betydning for byudviklingen for dernæst at bestemme størrelsen heraf inden der er formuleret en samlet byudviklingsmodel.

## 6.6 Valg af afstandsfunktion

Der findes flere forskellige funktioner, der jævnligt anvendes i forbindelse med modellering af afstandsafhængighed, men i denne sammenhæng vælges det, at anvende en eksponentiefunktion, til at danne grundlag for afstandsfunktionerne. Dette sker primært på baggrund af eksponentiefunktionens simpelhed i forhold til eksempelvis lognormalfunktioner, og at problemer med overestimering ved meget små afstande, der følger ved anvendelse af en potensfunktion,

---

undgås. På trods af at eksponentiefunktionen, lige som mange andre ofte anvendte funktioner, ikke lever op til en række teoretisk funderede krav, der kan stilles til en afstandsfunktion, er den vidt udbredt i forbindelse med modelleringer som den, der foretages i dette studie [Bovy, Bliemer, Nes, 2006, p. 72], hvilket er medvirkende til at retfærdiggøre anvendelsen af eksponentiefunktionen. Valget af eksponentialfunktionen som afstandsfunktion betyder, at byudviklingspotentialet nu kan udtrykkes som:

$$V_i^s = \sum_j \sum_a g^{s,a} M_j^a \exp(k^{s,a} c_{ij}^{s,a})$$

## 6.7 Valg af afstandsfriction

I forbindelse med modelleringen anvendes udelukkende vejnettet som transportnet. Dette skyldes delvist de tilgængelige geodata, men den primære årsag er, at dette transportnet er langt det mest benyttede til persontransporter indenfor den østjyske region. Det kan imidlertid diskuteres hvorvidt jernbanenet bør indgå i modelleringen, idet dette net giver mulighed for hurtig persontransport mellem bycentrene i den nord-sydlige akse, og dermed forbinder nogle af de største centre i regionen. Imidlertid findes der en lang række komplicerende forhold i forbindelse med, at sammenligne toget direkte med privatbilen. Blandt de væsentligste er, at toget kun kører med bestemte intervaller, hvilket betyder, at der kan forekomme ventetid ved destinationen. Desuden er det yderst besværligt, at opgøre rejsetiden til og fra togstationerne, hvilket ligeledes bør indgå i vurderingen af rejsetiden.

De geodata der anvendes til modelleringen er fra Dansk Adresse- og Vejdatabase, der er et meget detaljeret landsdækkende datasæt. Fordi datasættet har denne meget store detaljeringsgrad udvælges på baggrund af attributdata, der beskriver vejklassen, kun de større veje i modelleringen. På denne baggrund består vejnettet af følgende vejklasser:

- Motorveje
- Motortrafikveje
- Primære ruter bredere end 6 meter
- Sekundære ruter bredere end 6 meter
- Veje mellem 3 og 6 meter

Dansk Adresse- og Vejdatabase indeholder ingen attributter, der beskriver køretiden eller hastighedsbegrænsninger på de enkelte vejstrækninger, hvorfor det er nødvendigt, at gøre visse antagelser herom. I denne forbindelse gøres den meget simplificerende antagelse, at der overalt på vejnettet køres med den skilte hastighed, hvilket har den effekt, at rejsetiden i byerne, hvor trængslen særligt i myldretiderne er størst og der findes langt flest lysreguleringer undervurderes. Omvendt kan det argumenteres, at det i det åbne land er muligt at køre med større hastigheder end de tilladte, men det må dog formodes at rejsetiderne i byen undervurderes mest. Fordi Dansk Adresse- og Vejdatabase heller ikke indeholder de skilte hastigheder gøres der den forsimplede antagelse, at der på køres med 110 km/t på alle motorvejsstrækninger, 90 km/t på alle motortrafikveje, 80 km/t på øvrige veje i landzonerne og 50 km/t på øvrige veje i byzonerne.

---

Forskellen mellem de faktisk skilte hastigheder og de hastigheder, der anvendes til modelleringen har lille betydning i forhold til antagelsen om, at der køres med den skilte hastighed, hvorfor usikkerheden accepteres.

Valget af at anvende rejsetiden ved kørsel med den tilladte hastighed som afstandsfriktion for alle interaktioner uanset aktør og aktivitet betyder, at byudviklingspotentialet udtrykkes som:

$$V_i^s = \sum_j \sum_a g^{s,a} M_j^a \exp(k^{s,a} c_{ij})$$

## 6.8 Valg af geografisk opløsning

Den geografiske opløsning fastsætter niveauet for hvor store geografiske områder aktører og aktiviteter aggregeres på, og har således væsentlig betydning for hvor præcis de beregnede byudviklingspotentialer kan stedfæstes. Valget af geografiske opløsning består umiddelbart i en afvejning mellem præcision og beregningsomfang. Jo større den geografiske opløsning er, jo mindre præcis er resultatet, og jo større bliver beregningsomfanget. Dertil kommer det praktiske hensyn, at det skal være muligt, at fremskaffe data, der kan opgøres på den valgte opløsning. Med udgangspunkt i sådanne overvejelser vælges det, at anvende sogne som geografisk opløsning, hvilket betyder, at Østjylland inddeles i 476 zoner. Det primære argument for at anvende sognene som geografisk opløsning er, at de er gamle og traditionelle administrative afgrænsninger, hvilket gør det muligt at fremskaffe en relativt stor mængde og pålideligt historiske data, og samtidigt tilhører de mindste afgrænsninger, hvor der sker omfattende dataindsamling.

Valget af sognene som geografisk opløsning betyder, at alle aktiviteter og aktører aggregeres på sogne og dernæst tilskrives ét punkt, der repræsenterer lokaliseringen af alle aktiviteter, og hvortil byudviklingen indenfor alle aktører i sognet tilskrives. Placeringen af dette punkt bør være således, at det i størst muligt omfang repræsenterer den faktiske lokalisering af aktiviteter henholdsvis aktører. Det vil sige, at punktet, der repræsenterer lokaliseringen af aktivitet, der knytter sig til fabriksvirksomheder, bør placeres midt i et fabriksområde, mens aktøren "bolig" det for aktiviteter, der knytter sig til husholdninger, bør placeres i et byggemodent område. Imidlertid vælges det af hensyn til arbejdsomfanget, at knytte alle aktiviteter og aktører indenfor et sogn til det samme punkt. Fordi dette punkt skal repræsentere en lang række forskellige aktiviteter og aktører vælges det, at placere punktet i sognets geometriske centrum. Dette betyder en vis usikkerhed i forbindelse med især de største sogne, der har et areal på op til 136 kvadratkilometer, mens problemet er mindre for de små sogne. Imidlertid er sognene i de centrale og østlige dele af regionen mindst, hvilket igen betyder, at usikkerhederne er mindst, der hvor den funktionelle integration er stærkst. Dertil kommer, at majoriteten af alle sognene har et areal på mindre en 60 kvadratkilometer.

## 6.9 Fastlæggelse af kalibreringsperiode

Kalibreringen foretages på baggrund af historiske tal, hvilket betyder, at byudviklingsmodellen implicit forudsætter, at fremtidig byudvikling er determineret af de samme faktorer og afstandsafhængigheder, som var determinerende i perioden, der anvendes til kalibreringen. Perioden, der ligger til grund for kalibreringen, bør derfor i videst muligt omfang være så tæt på nutiden som muligt fordi usikkerheder omkring ændringer i økonomien, præferencer og transportteknologi herigennem minimeres. Samtidigt bør perioden være så lang, at indflydelsen fra

---

byudvikling, der strider mod den generelle tendens, minimeres. Et eksempel på sådan byudvikling, der strider mod den generelle tendens er etablering af en meget arealkrævende virksomhed med specielle lokaliseringskrav i et område, der oplever tilbagegang blandt de øvrige virksomheder. Hvis ikke sådanne tendensstridende byudviklinger minimeres, kan det betyde, at modellen miscalibreres og forudser stigende byudvikling i områder, hvor tendensen er tilbagegang.

De tilgængelige data i dette studie betyder, at det ikke er muligt at kalibrere til senere end 2005, og da det samtidigt vurderes, at "tilfældighederne" i byudviklingen udlignes over ti år, foretages kalibreringen på baggrund af perioden mellem 1995 og 2005. Dette betyder i praksis, at de parametre der estimeres beskriver byudviklingen i perioden 1995 til 2005, og det er disse parametre, der senere applikeres på 2005 for derigennem at beskrive fremtidens byudvikling.

## 7 Kalibrering

### 7.1 Estimering af parametrene

I praksis foregår kalibreringen som en iterativ proces, hvor de forskellige parametre i formelen for byudvikling, hvilket vil sige  $g^{s,a}$  og  $k^{s,a}$ , gradvist ændres, for derigennem at opnå størst mulig overensstemmelse mellem de beregnede byudviklingspotentialer i 1995 og den faktiske byudvikling i perioden frem til 2005. Som udtryk for den faktiske byudvikling ( $V_i^s$ ) er for bolig anvendt differencen i antallet af boligkvadratmeter i sognet, mens det for erhverv udgøres af differencen i antallet af erhvervskvadratmeter i sognet. Vurderingen af overensstemmelsen er primært sket på baggrund af summen af de kvadrerede residualer<sup>2</sup> mellem den faktiske byudvikling og de beregnede byudviklingspotentialer, hvilket er et princip, der stammer fra regressionsanalyser. Dertil kommer, at der i forbindelse med vurderingen af overensstemmelsen mellem modellens output og byudviklingen er foretaget visuelle sammenligninger af kort med den faktiske byudvikling henholdsvis det beregnede byudviklingspotentiale. Dette har medvirket til at sikre, at modellen har størst forklaringsgrad i de centrale dele af Østjylland, som på baggrund af flere valg, der blev truffet i forbindelse med specifikationen, er det område, der bedst kan beskrives af modellen. Gennem denne visuelle sammenligning har det således været muligt, at undlade at korrigere modellen hvis en høj sum af de kvadrerede residualer skyldtes et stort residual for et sogn i regionens vestligste udkant.

Estimeringen af parametrene foretages manuelt, idet der forefindes nogen umiddelbar tilgængelig algoritme til at estimere parametrene, der på meget kompleks vis influerer det samlede byudviklingspotentiale. Derfor fastsættes parametrene i udgangspunktet til intuitivt plausible værdier, hvilket vil sige, at der på baggrund af en vurdering af, hvor meget byudviklingspotentialet, der i denne sammenhæng kan opfattes som nytten ved en lokalisering på et givent sted, falder med afstanden til en given aktivitet. På denne baggrund kan udgangspunktet for fastsættelsen af  $k^{s,a}$  fastlægges. Fastsættelsen af et udgangspunkt for  $g^{s,a}$ , der i nogen grad kan betragtes som en

---

<sup>2</sup> Residualerne er beregnet ved at multiplicere de beregnede byudviklingspotentialer, således summen af byudviklingspotentialet i alle sogne er det samme som summen af den faktiske byudvikling i alle sognene. Differencen mellem disse normaliserede beregnede byudviklingspotentialer og den faktiske byudvikling udgør residualerne.

indbyrdes vægtning mellem de forskellige aktiviteter, er vanskeligere og bygger i langt højere grad på "trail and error". At kalibreringen foretages manuelt og ikke efter nogen egentlig algoritme betyder, at det er umuligt, at pege på nogen systematisk fejl i forbindelse med de estimerede parametre, men samtidigt at det heller ikke muligt at pege på noget egentligt kvantitativt mål for parametrenes rigtighed og dermed byudviklingsmodellens forklaringsgrad.

Resultatet af kalibreringsprocessen betyder, at det er muligt at fastsætte hvilke aktiviteter, der skal indgå i byudviklingsmodellen for bolig henholdsvis areal. Samtidigt er det muligt, at fastsætte værdierne af udtrykkene for aktiviteterne ( $M_j^a$ ) samt værdierne af parametrene  $g^{s,a}$  og  $k^{s,a}$ . De fundne aktiviteter, udtrykkene herfor og parameterværdierne ses i tabel 7.1 og tabel 7.2.

Aktivitet	$M_j^{bolig}$	$g^{bolig}$	$k^{bolig}$
Boligaktivitet	Antallet af boligkvadratmeter i sogn $j$ .	1,4	-0,070
Oplandsaktivitet	Arealet af sogn $j$ i kvadratmeter.	1,0	-0,050

Tabel 7.1: Aktiviteter, der indgår i byudviklingsmodellen for bolig, samt udtrykket herfor og parameterværdier.

Aktivitet	$M_j^{erhverv}$	$g^{erhverv}$	$k^{erhverv}$
Befolkningsaktivitet	Befolkningstallet i sogn $j$ .	1,0	-0,020
Erhvervsaktivitet	Antallet af erhvervskvadratmeter i sogn $j$ .	1,7	-0,037

Tabel 7.2 Aktiviteter, der indgår i byudviklingsmodellen for erhver, samt udtrykket herfor og parameterværdier.

På baggrund af kalibreringen er det nu muligt, at fastsætte udtrykkene for aktivitet samt parameterværdierne i modellen. Således beskrives byudviklingspotentialet for bolig ved:

$$V_i^{bolig} = \sum_j 1,0 M_j^1 \exp(-0,070 c_{ij}) + M_j^2 \exp(-0,050 c_{ij})$$

Hvor:

- $V_i^{bolig}$  er byudviklingspotentialet for bolig i sogn  $i$ .
- $M_j^1$  er antallet af boligkvadratmeter i sogn  $j$ .
- $M_j^2$  er arealet af sogn  $j$  i kvadratmeter.
- $c_{ij}$  er rejsetiden med bil på vejnettet mellem sogn  $i$  og sogn  $j$ .

Byudviklingspotentialet for erhverv kan udtrykkes ved:

$$V_i^{erhverv} = \sum_j M_j^1 \exp(-0,020 c_{ij}) + 1,7 M_j^2 \exp(-0,037 c_{ij})$$

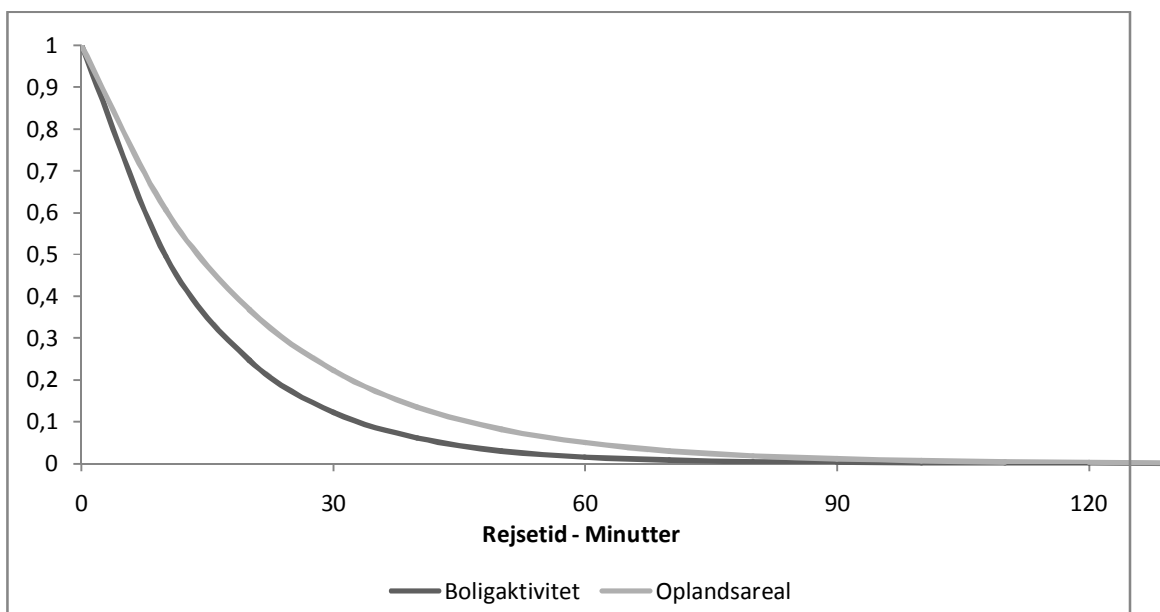
Hvor:

- $V_i^{erhverv}$  er byudviklingspotentialet for bolig i sogn  $i$ .
- $M_j^1$  er befolkningstallet i sogn  $j$ .
- $M_j^2$  er antallet af erhvervskvadratmeter i sogn  $j$ .

- $c_{ij}$  er rejseliden med bil på vejnettet mellem sogn  $i$  og sogn  $j$ .

## 7.2 Validering af parameterverdier

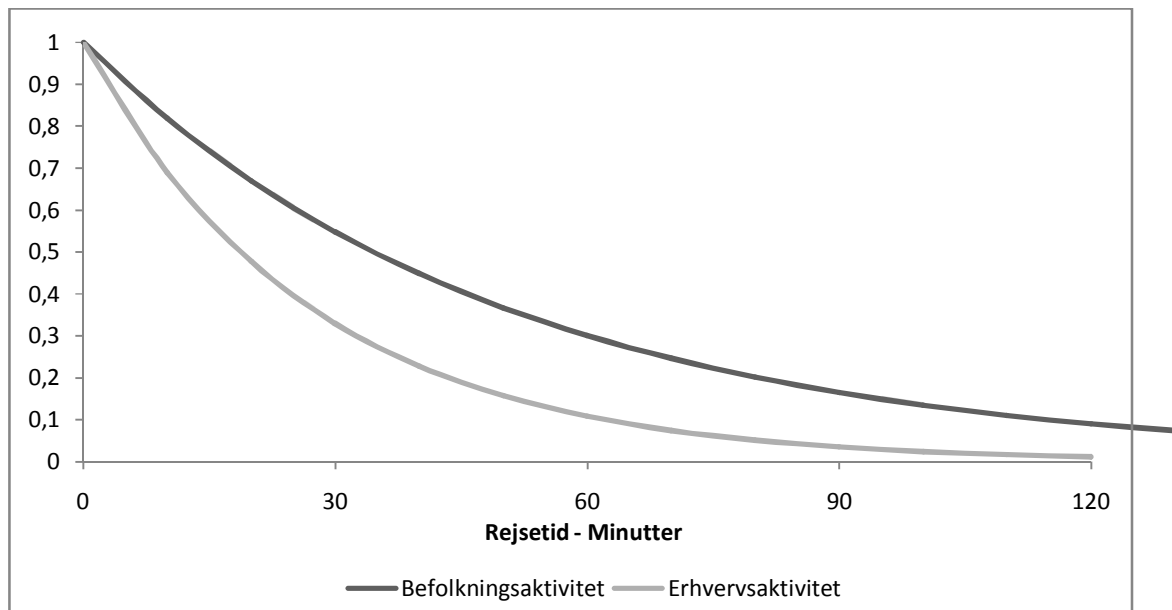
Det er som nævnt i afsnit 7.1, ikke umiddelbart muligt at foretage en intuitiv vurdering af størrelserne af  $g^{s,a}$ . Dette skyldes dels, at det er vanskeligt at vægte betydningen af boligaktivitet og oplandsarealet henholdsvis befolknings- og erhvervsaktivitet mod hinanden, og dels at rejseliden til de forskellige aktiviteter vægtes forskelligt. Det er derimod muligt at foretage en vurdering af de estimerede værdier for  $k^{s,a}$ , ved at betragte afstandsfunktionerne som helhed, figur 7.1 og figur 7.2.



Figur 7.1: Hvorledes byudviklingspotentialet for bolig aftager rejseliden fra en given aktivitet.

Af figur 7.1 ses det, at hvis rejseliden til en kvadratmeter øges fra en time til halvanden time falder byudviklingspotentialet med omkring 88%, mens det falder med cirka 78% ved samme rejselidsstigning for oplandsaktivitet. Samtidig viser figur 7.2, at byudviklingspotentialet for erhverv falder med cirka 45% hvis rejseliden til befolkningsaktivitet øges med en halv time, og med cirka 67% ved samme rejselidsstigning til erhvervsaktivitet. Disse rejselidsstigningers indflydelse på byudviklingspotentialet synes umiddelbart rimelige i rejselidsintervallerne mellem 45 minutter og to timer, men intuitivt bør faldet være mindre ved kortere rejselider og større ved længere rejselider, men fordi ønsket er at formulere en model, der beskriver virkeligheden snarere end en model, der afspejler de mekanismer, der ligger til grund for en bestemt udvikling, vælges det, at fastholde de værdier, som kalibreringsprocessen viste bedst beskriver byudviklingen.



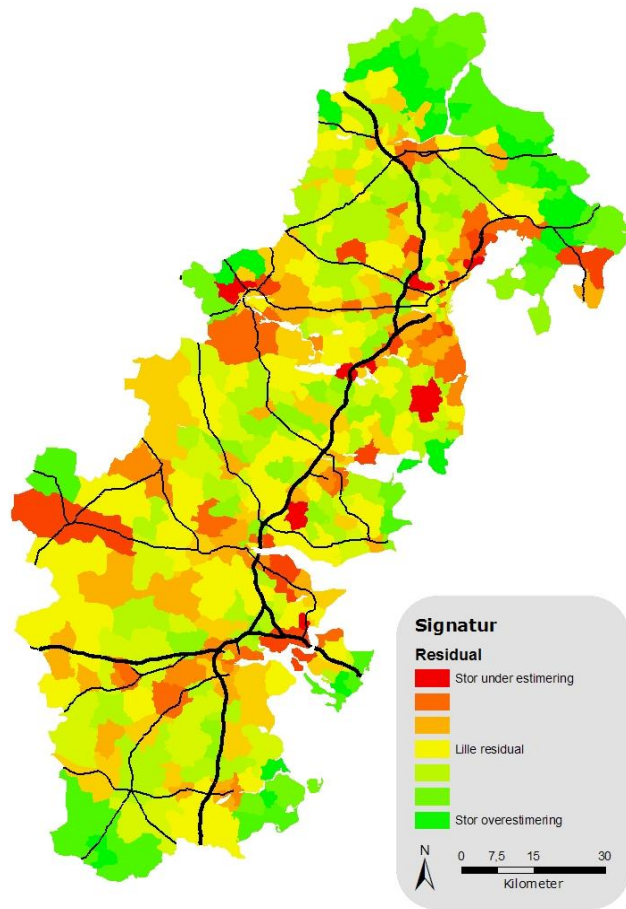


Figur 7.2 Hvorledes byudviklingspotentialer for erhverv aftager rejsetiden fra en given aktivitet.

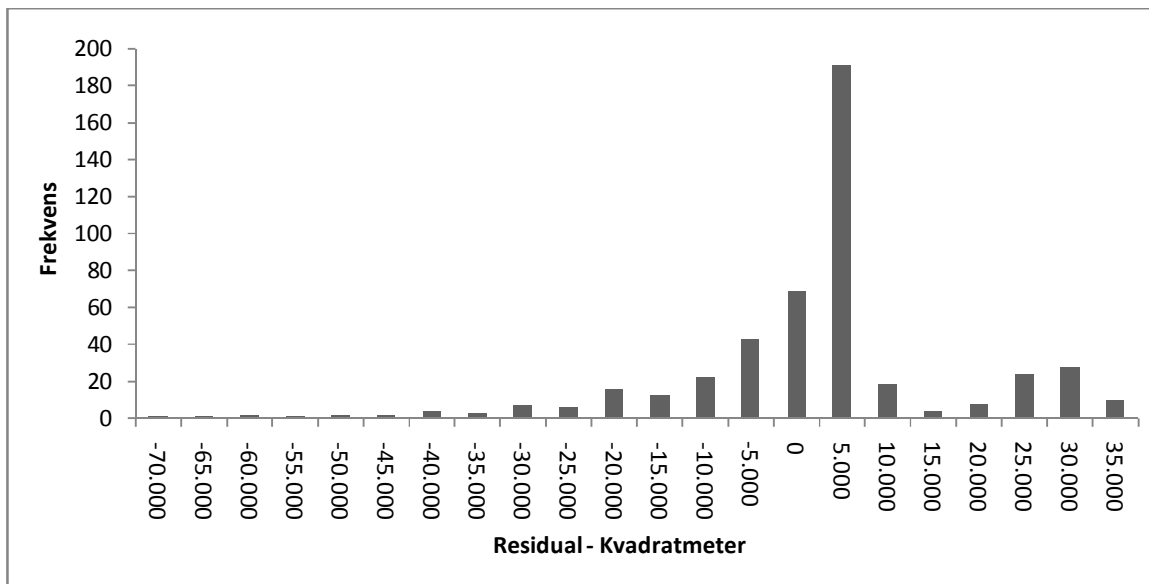
### 7.3 Validering af modeloutput for bolig

Hvis de beregnede byudviklingspotentialer normaliseres, således samlede summen af byudviklingspotentialer i hele Østjylland svarer til summen af byudvikling i kalibreringsperioden, er det muligt at opnå et egnet mål til vurdering af modellens overensstemmelse med den faktiske byudvikling. Differensen mellem den faktiske byudvikling og de normaliserede beregnede byudviklingspotentialer, hvilket fremover betegnes residualer, er udtryk for hvor meget byudviklingspotentialer over- eller underestimeres i hvert enkelt sogn.

Som det fremgår af figur 7.4 er hovedparten af residualerne fordelt omkring nul. Der synes dog at være en tendens til, at residualerne forskydes mod underestimering, men overordnet må fordelingen af residualerne betragtes som tilfredsstillende. Det forholder sig dog anderledes i forhold til den geografiske fordeling af residualerne, figur 7.3, hvoraf det fremgår, at der sker underestimering i og omkring de største byer i regionen. Bycentrene og især Århus' center er dog en undtagelse herfra, idet byudviklingen her estimeres ganske præcist, hvilket formentlig skyldes, at dette område i forvejen er så tæt bebygget, at ikke lader sig yderligere udbygge. Samtidigt ses det, at byudviklingen estimeres ret præcist i sognene i landområderne, dog med undtagelse af den nordøstlige del af regionen, men at der er en tendens til overestimering.



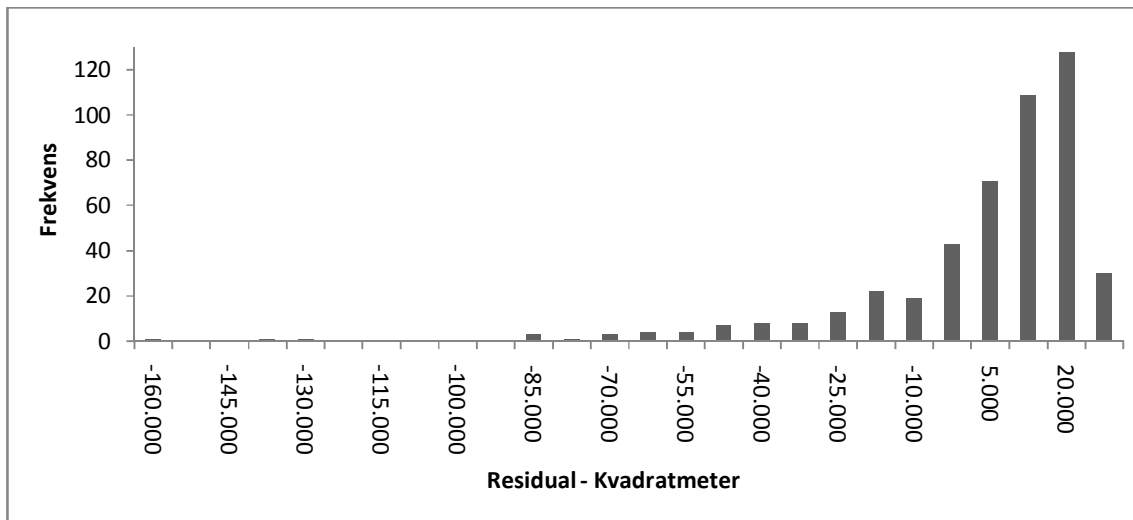
Figur 7.3: Den geografiske fordeling af residualer for byudviklingsmodellen for bolig.



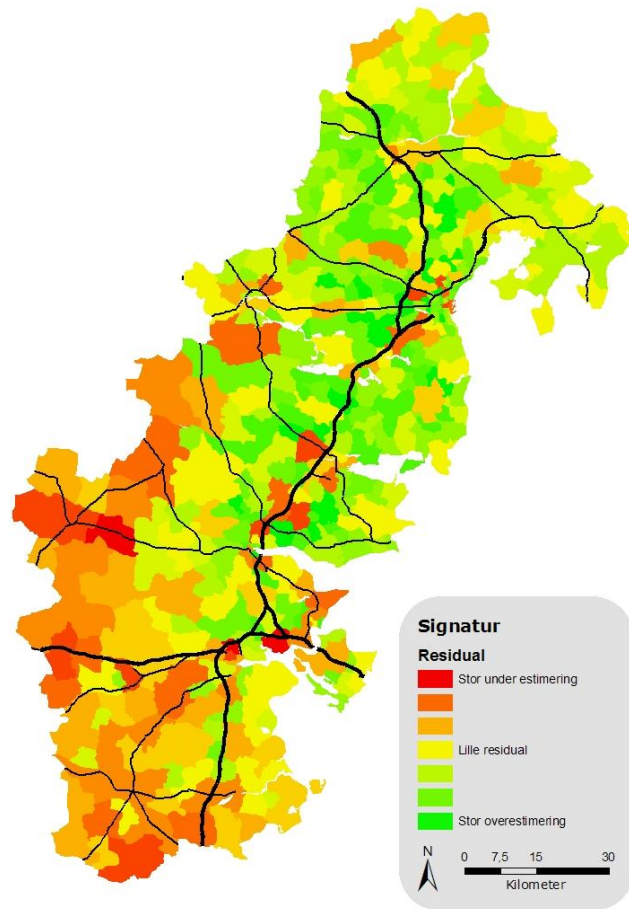
Figur 7.4: Den numeriske fordeling af residualer for byudviklingsmodellen for bolig.

## 7.4 Validering af modeloutput for erhverv

Foretages en vurdering af den numeriske fordeling af residualerne for erhverv, figur 7.5, ses det, at byudviklingspotentialet overvurderes i en stor del af sognene, mens det undervurderes voldsomt i ganske få sogne. Dette betyder, at tilsyneladende, at der er en systematisk fejl i modelleringen. Sammenholdes dette med figur 7.6, ses det, at denne bias betyder, at byudviklingspotentialet i regionens sydlige og vestlige dele samt omkring de større byer underestimeres, mens det overestimeres i de nordlige, centrale og østlige dele af regionen. Dog er overestimeringerne generelt svagere, og derfor er modellen mest præcis i disse områder.



Figur 7.5: Den numeriske fordeling af residualer for byudviklingsmodellen for erhverv.



Figur 7.6: Den geografiske fordeling af residualer for byudviklingsmodellen for erhverv.

## 8 Tolkning

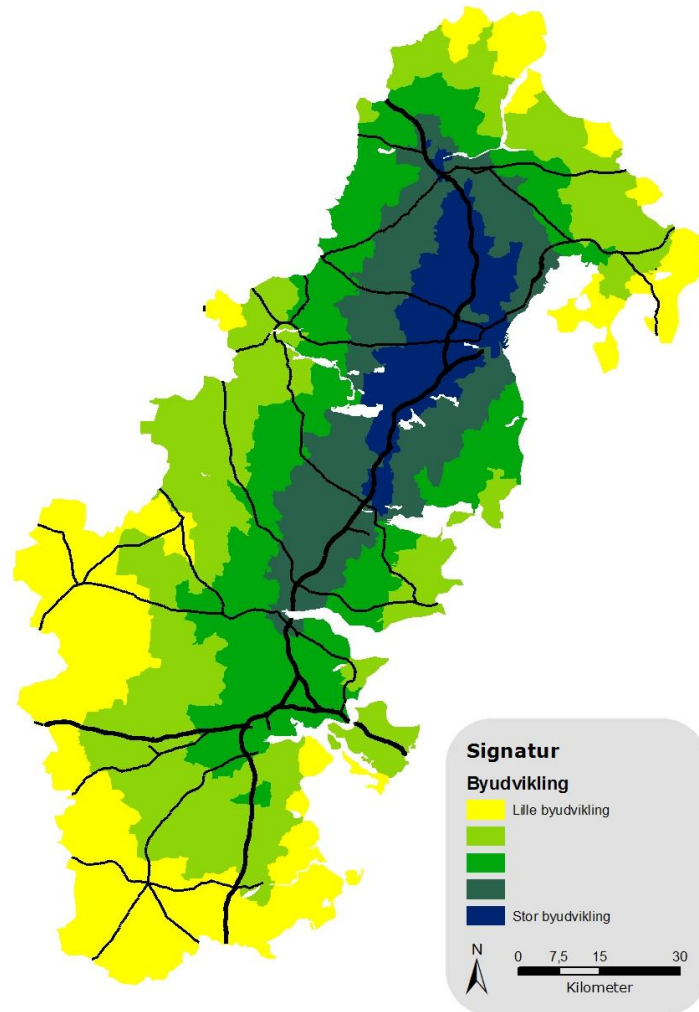
### 8.1 Baggrund for vurdering af fremtidens byudvikling

Fremtidens byudvikling i Østjylland vurderes ved hjælp af den formulerede model og de estimerede parametre, men til forskel fra estimeringen anvendes ikke udtryk for aktivitet i 1995, men i stedet udtryk for aktivitet i 2005. De største sogne har størst byudviklingspotentiale i absolutte tal, og de absolutte tal er derfor ikke velegnede til at beskrive tætheden af fremtidens byudvikling. Derfor divideres de estimerede byudviklingspotentialer med sognenes arealer, hvorved der opnås et udtryk, der beskriver tætheden af byudviklingen.

### 8.2 Fremtidens byudvikling for bolig

På baggrund af figur 8.1 ses det, at den fremtidige byudvikling for bolig primært foregår i sognene omkring Århus og derfra i et bælte langs motorvejen mod nord til Randers og langs motorvejen mod syd til Horsens og videre mod vejle. Der er en klar tendens til, at byudviklingen er tættest omkring Århus, og at den aftager med afstanden hertil, og "bæltet" af stor byudviklingstæthed er tykkest omkring Århus, og bliver smallere og smallere jo længere afstanden er hertil. Byudviklingen synes at

være svagest i regionens yderområder, men der er en tendens til, at byudviklingen er stærkere i sognene, der ligger omkring de større veje. Der er desuden en tendens til, at byudviklingen er stærkest i området mellem Århus og Randers, hvilket skyldes at to relativt store aktivitetscentre ligger nær hinanden.

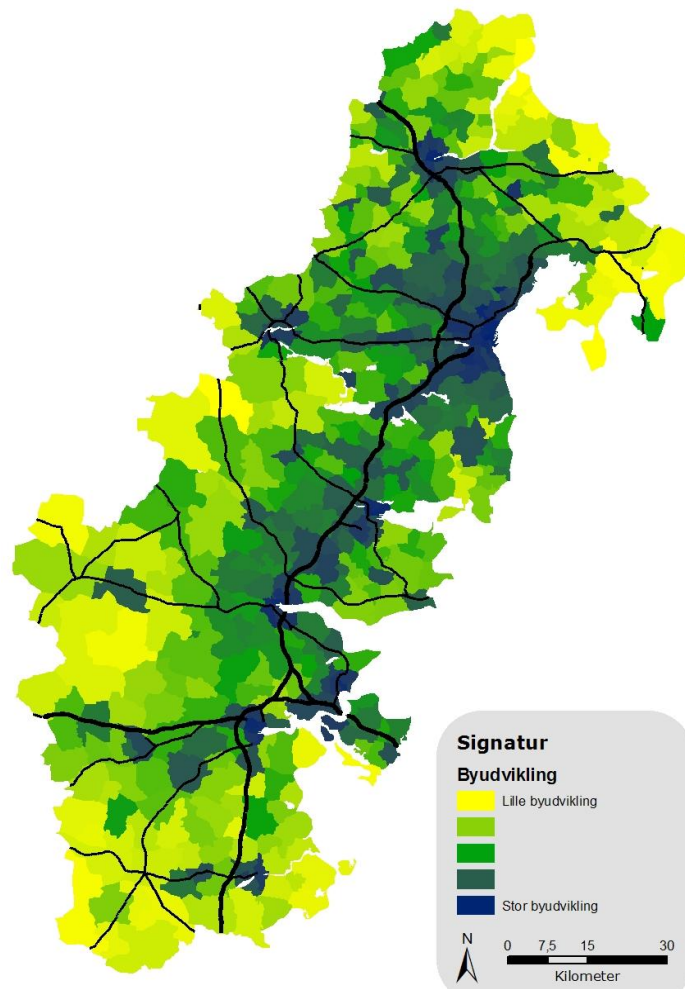


Figur 8.1: Tætheden af byudviklingspotentiale for bolig.

Det er dog væsentligt, at konklusionerne ikke drages for langt, og det er derfor nødvendigt, at holde in mente, at mange af valgene truffet i specifikationen betyder, at modellen er mest præcis i de centrale områder af regionen. Dertil kommer, at vurderingen af modeloutputtet, kapitel 7, viste, at byudviklingspotentialet for bolig undervurderes omkring de større byer. Det er derfor sandsynligt, at der også vil ske væsentlig byudvikling omkring især Silkeborg, der ligger i regionens vestlige kant og Fredericia i den sydlige del af regionen. Omvendt underestimeres også byudviklingen omkring Århus og Randers. En anden væsentlig pointe fra vurderingen af modeloutputtet er, at byudviklingspotentialet generelt bliver overvurderet i regionens yderområder. På denne baggrund er der derfor grundlag for at konkludere, at fremtidens byudvikling for bolig vil være koncentreret omkring Århus og i sognene, der ligger i umiddelbar nærhed til motorvejen.

### 8.3 Fremtidens byudvikling for erhverv

Figur 8.2, der viser de beregnede tætheder af byudviklingspotentiale for erhverv, tyder på, at fremtidens erhvervsudvikling primært vil ske centralt i de store byer og sekundært i et bælte omkring motorvejen. Bredden af og dette bælte synes ikke umiddelbart at have tilknytning til afstanden fra én bestemt by, men tilsyneladende vejer alle de større byer lige tungt i forhold til byudviklingen for erhverv. Regionens yderområder oplever stort set ingen byudvikling for erhverv, dog med undtagelse af området omkring Silkeborg. Det er desuden interessant at bemærke, at kun motorvejen synes at skabe bælte med stort byudviklingspotentiale, her dog med undtagelsen af vejene, der forbinder Århus og Silkeborg.



Figur 8.2: Tætheden af byudviklingspotentiale for erhverv.

Før der kan drages endelige konklusioner på baggrund af modelkørslen, er det nødvendigt, at foretage en sammenholdning med valideringen af modellen, kapitel 7, således der tages højde for modellens fejlestimeringer. Heraf ses det, at de steder, hvor modellen forudsiger størst byudvikling, er sammenfaldende med de steder, hvor byudviklingspotentialet overestimeres, samtidigt er der sammenfald mellem de områder hvor modellen underestimeres og de områder hvor der estimeres mindst byudvikling. Derfor må modellens output og i særdeleshed de numeriske forskelle i de

---

beregnete byudviklingspotentialer betragtes med forbehold. Derimod er vurderes det, at de overordnede tendenser, der kan udledes på baggrund af modelresultatet har vis validitet, hvilket primært skyldes, at overestimeringerne er relativt små, og at der kun er få sogne hvori byudviklingspotentialet underestimeres voldsomt. Der er derfor grundlag for at konkludere, at fremtidens byudvikling for erhverv vil være koncentreret omkring de større byer og i et bælte omkring motorvejen, samt vejen mellem Århus og Silkeborg.

## 9 Fremtiden og perspektiverne

Byudviklingen i Østjylland præges i høj grad af en stigende integration, der er i udgangspunktet funktionel og ikke fysisk, og der kan således stadig tales om selvstændige byer, der adskilles af landområder. Den funktionelle integration ses blandt andet i den stigende arbejdsdeling mellem byerne, der hver især specialiserer sig, og den kraftigt stigende pendling mellem byerne i regionen.

Den spatial interaction model, der i dette studie er udarbejdet og fortolket gennem de tre trin specifikation, kalibrering og tolkning, viser, på trods af de mange forbehold, der må tages i forbindelse med brugen af den, at der sammen med den tiltagende funktionelle integration i Østjylland sker en stigende fysisk integration i regionen. Områderne med størst byudviklingspotentiale ligger i forbindelse med motorvejen, der gennemskærer regionen og forbinder de største byer, og især byudviklingen for erhverv lokaliseres omkring motorvejen og de øvrige større veje. Byudviklingen for bolig er i mindre grad koncentreret omkring de store veje og motorvejen, men også her vil den største koncentration af byvækst ske langs motorvejen og især omkring Århus. Fremtidens byudvikling ser derfor ud til, at på en gang sammenbinde de eksisterende byområder, men samtidigt udvande modstillingen mellem by- og landområder idet byudviklingen spredes over større arealer.

Samtidigt viser studiet, at selv relativt simple byudviklingsmodeller, som den der er beskrevet i dette paper, kan anvendes til at beskrive og forudsige de overordnede træk i byudviklingen. En model, der ikke nødvendigvis er et udtryk for state og the art kan således anvendes konstruktivt som beslutningsstøtteværktøj og danne grundlag for en politisk diskussion samt vurderinger af arealforbrug og trafikprognoser.

## 10 Kilder

**Bok, M. D., Blijie, B. & Sanders, F., 2006**, Introduction to spatial modelling, Lærebog til kurset "Transportation and spatial modelling" ved Technische Universiteit Delft i 2006, Ikke udgivet

**Bovy, P. H. L., Bliemer, M. C. J., Nes, R. V., 2006**, Transportation modelleing, Lærebog til kurset "Transportation and spatial modelling" ved Technische Universiteit Delft i 2006, Ikke udgivet

**Christaller, W., 1933**, Die Zentralen Orte in Süddeutschland. Engelsk oversættelse: Baskin, C. W., 1966, Central places in southern Germany, Prentice-Hall Inc., Englewoods Cliffs New Jersey

**Christoffersen, H., 2003**, Det danske bymønster og landdistrikterne, AKF Forlaget, København, ISBN: 87-7509-713-3

**Danmarks Statistik, 2006a**, BEF6: Middelfolketallet (Folketal 1. juli) efter kommune/amt, civilstand, alder og køn, Hentet på: <http://www.statistikbanken.dk> den 21. juni 2007

- 
- Danmarks Statistik, 2006b**, BEF44: Folketal pr. 1. januar fordelt på byer, Hentet på: <http://www.statistikbanken.dk> den 21. juni 2007
- Handy, S. L. & Niemeier, D. A., 1997**, Measuring accessibility – an exploration of issues and alternatives, I: Environment and planning A, Volume 29, Nummer 7, ISSN: 0308 518X, pp. 1175-1194
- Hansen, W. G., 1959**, How accessibility shapes land use, I: Journal of the American institute of planners, Volume 25, ISSN: 0002-8991, pp. 73-76
- Hovgesen, H. H. & Nielsen, T. S., 2005**, Effekter af motorveje, I: Hovgesen, H. H., Nielsen, T. S., Nielsen, J. B., Schultz, A. T., Egebjerg, U., 2005, Byen vejen og landskabet – motorveje til fremtiden, Aalborg Universitet, KVL, Center for Skov, Landskab og Planlægning & Vejdirektoratet, ISBN: 87-7923-815-7, pp. 15-42
- Kronbak, J., 1998**, Trafikplanlægning og GIS-baserede konsekvensberegninger, Ph.D. afhandling, Danmarks Tekniske Universitet, Institut for planlægning
- Landsplanafdelingen, 2006**, Landsplanredegørelse 2006 – Det nye Danmarkskort – planlægning under nye vilkår, Miljøministeriet, 87-7279-713-4
- Lowry, I. S., 1964**, A model of metropolis. RM-4035-RC. Santa Monica, California, Rand Corporation
- Nielsen, B., 2006**, Det østjyske bybånd – en udfordring for planlægningen, I: Byplan, 58. årgang, Nummer 1/2, 2006, pp. 80-85
- Nielsen, B., 2007a**, Østjylland på Danmarkskortet, Indlæg ved "det første møde i dialogprojektet om byudviklingen i Østjylland" den 30. januar 2007, Hentet på: <http://www.skovognatur.dk/NR/rdonlyres/E44771DE-3967-4DDB-ACBD-D97B396F2937/36986/301indlæg.ppt> den 5 marts 2007
- Nielsen, B., 2007b**, Interview med Bue Nielsen, Cand.scient. i geografi, Landsplanområdet i Skov- og Naturstyrelsen, Foretaget den 13 marts 2007
- Nørgaard, H. & Andersen, T., 2006**, Udviklingstræk i vækst og stagnationsområder, I: Byplan, 58. årgang, Nummer 4, 2006, pp. 148-151
- Pacione, M., 2001**, Urban geography – a global perspective, Bell & Bain Ltd., Glasgow, 2003, ISBN: 0-415-19196-3
- Waddel, P. & Ulfarsson, G. F., 2004**, Introduction to urban simulation – Design and development of operational models, I: Hensher, D. A., Button, K. J., Haynes, K. E., Stopher, P. R. (eds.), Handbook of transport geography and spatial systems, ISBN: 0-08-044108-4, pp. 203-234