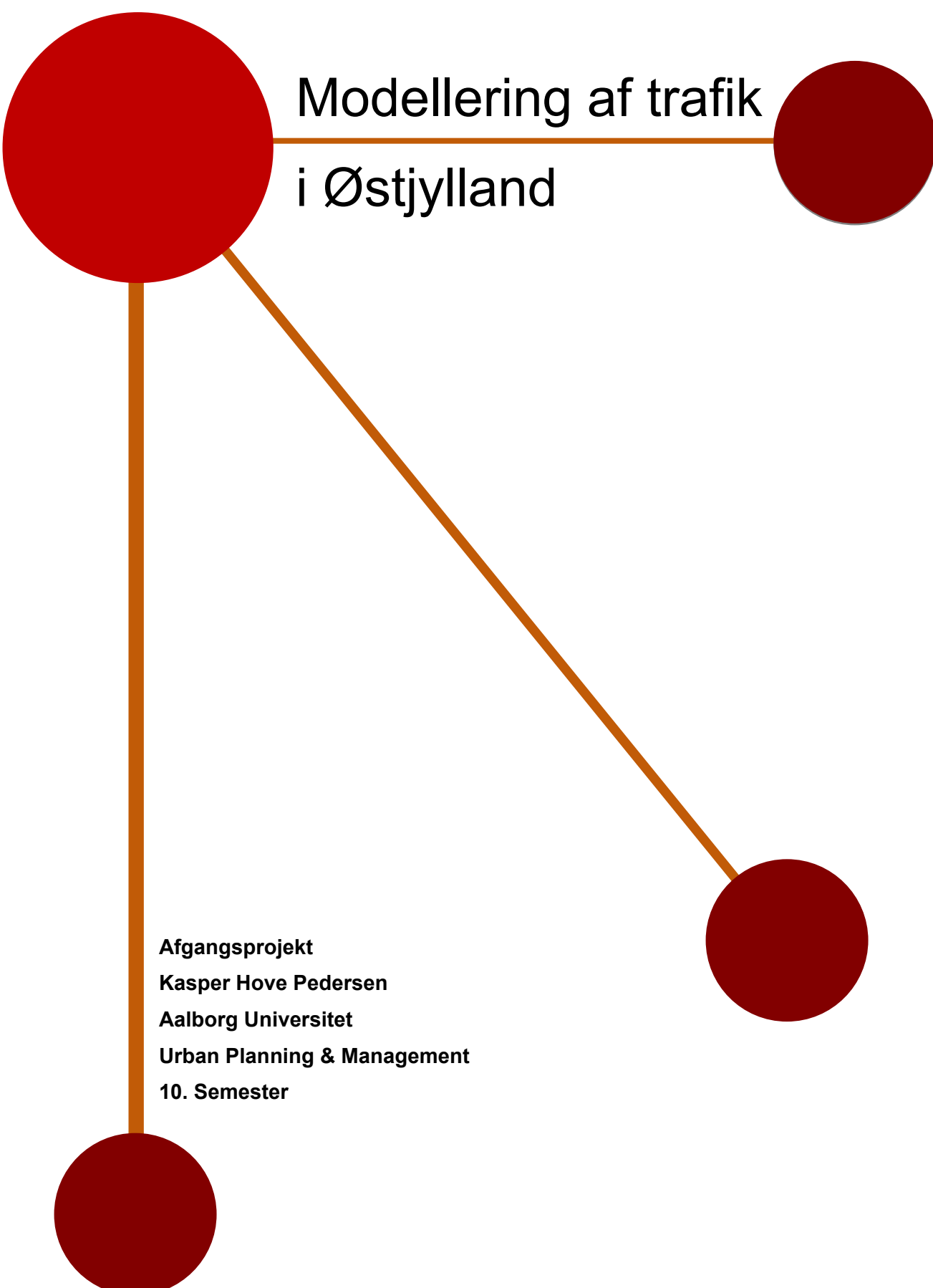




Modellering af trafik i Østjylland

Afgangsprøjet
Kasper Hove Pedersen
Aalborg Universitet
Urban Planning & Management
10. Semester

Aalborg Universitet Institut for samfundsudvikling og planlægning
Urban Planning & Management

Titel: **Modellering af trafik i Østjylland**

Projektperiode: **4. februar – 11. juni. 10. Semester**

Projektansvarlig: _____
Kasper Hove Pedersen

Vejleder: **Peter Bro**

Oplagstal: **4**

Sideantal: **99**

Heraf bilag: **2**

CD-bilag: **1 stk. Vedlagt bagest**

Synopsis:

Rapportens hovedfokus er at lave en trafikmodel for Østjylland, og derudover at diskutere de outputs modellen kommer ud med. Formålet med modellen er at undersøge de udfordringer det måtte være med hensyn til byudviklingen i Østjylland. Resultaterne bliver sat i relation til de nationale målsætninger der er for regionen. Modellen er opbygget over en klassisk 4-trins model, hvor parametrene der kan reguleres på, er befolkningstal og arbejdspladser. Modellen applikeres på befolknings og arbejdspladser for 2002 og 2030. 2030 tallene viser at væksten er kraftigst i Aarhus området, og at der er risiko for at konkurrencen om væksten internt i regionen, kan betyde forøget pres på de landområder der i dag er friholdt for erhverv.

Forord

Dette afgangsprøjsprojekt er skrevet som afslutning af min uddannelse på Urban Planning & Management ved Aalborg Universitet. Semestret er foregået fra den 4. februar til den 11. juni. Studiet har været spændende og projekterne har igennem flere semestre varieret meget i form og indhold. Dette afgangsprøjsprojekt adskiller sig fra de andre projekter ved, at dette ikke er en analyse eller evaluering af en proces der allerede er fundet sted. I dette projekt er der blevet benyttet et konkret planlægningsværktøj til at lave en analyse af trafikken i Østjylland. Hvis man sidder som studerende ved en planlægningsuddannelse og savner en konkret tilgang til 'hvordan man egentlig planlægger', så kan denne rapport forhåbentlig tjene som inspiration.

Det har været en spændende proces at lave en teknisk præget analyse, som kontrast til projekter der ellers har været præget af mere eller mindre samfundsrelaterede evalueringer. Det skal ikke sætte de foregående projekter i et negativt lys, der er uden tvivl brug for at planlæggere kan forholde sig til den samfundsaktuelle kontekst som deres arbejde skal passe ind i.

Projektet er skrevet med kildehenvisninger efter Harvard metoden, med forfatter og årstal efter det refererede materiale. Hvis det er en meget specifik henvisning, fx et citat eller til tal, er der ligeledes et sidetal angivet efter årstallet for udgivelsen.

Indhold

Forord	3
English Summary	6
1 Indledning.....	8
1.1 Interessefelt.....	9
1.2 Den aktuelle opgave	10
1.3 Kombination af interessefelt og den aktuelle opgave	10
2 Problemanalyse	12
2.1 Interaktionen mellem transportsystemet og arealanvendelse.....	13
2.2 Skabelsen af en trafikmodel	13
2.3 Trafikmodellens kontekst.....	16
2.3.1 Den nye planlægningsstrategi	16
2.3.2 Visioner for Østjylland	17
2.4 Trafikmodellens relevans	19
2.4.1 Infrastrukturkommissionens betænkning	20
2.5 Dialogen mellem kommunerne og staten.....	22
3 Problemformulering	24
4 Teoretiske overvejelser omkring Trafikmodellen	25
4.1 Turproduktion	27
4.1.1 Regressionsmodellen	28
4.1.2 Kryds-klassifikation.....	31
4.1.3 Attraktionsværdi.....	33
4.2 Turfordeling.....	34
4.2.1 Afstandsfunktionen f	35
4.3 Normalisering	38
4.4 Statistiske tests.....	39
4.4.1 Korrelationskvotient.....	39
4.4.2 P-værdi	40
5 Databehandling	41
5.1 Ture der inkluderes	41
5.1.1 Tidspunkter.....	42
5.1.2 Transportmidler.....	43
5.1.3 Geografisk afgrænsning.....	44
6 Tur produktion	47

6.1	Overordnede tal	47
6.2	Indkomst	50
6.3	Alder	55
6.4	Køn	57
6.5	Bilejerskab	58
6.6	Opsamling	59
6.7	Attraktionsfaktoren X_j	60
7	Turfordeling	66
7.1	Bestemmelse af afstandsfunktionen $f(D_{ij})$	67
7.2	Rejsetider D_{ij}	67
7.2.1	Funktionen $f(D_{ij})$	69
7.3	Normalisering	72
7.4	Opsamling	73
8	Applikation af scenarier	75
8.1	Scenarierne	76
8.1.1	Stregkortenes egenskaber	77
8.1.2	Tolkning af stregkort	83
8.1.3	Egenskaber for isolinje- og fladekort	84
8.1.4	Tolkning af isolinje- og fladekort	86
8.2	Opsamling og kommentarer	90
9	Konklusion	92
10	Fordele og ulemper ved modellen	94
10.1	Fordele ved modellen	94
10.2	Svagheder ved modellen	94
11	Kilder	96
12	Bilag	98

English Summary

This report is the product of the graduation project at the M.Sc. education in Urban Planning & Management at the Institute for *Samfundsudvikling og Planlægning* at Aalborg University.

The main focus of this report is to predict the traffic flows of Eastern Jutland in Denmark. This prediction is made on the basis of a model, which emulates the traffic flows based on the location of jobs and the number of inhabitants in the parishes of Eastern Jutland.

The report is divided into three parts, where the first part contains the context in which the model is made and should be understood. The second part contains the calculations for the model parameters and constants, hereby setting up everything needed in order for the model to make outputs and the basis of inputs. The third and last part concerns the application of two different scenarios, one for inhabitants and jobs of the parishes of Eastern Jutland in 2002 and another scenario for 2030. The third part also discusses the significance of the model in relation to the actual planning of cities in Eastern Jutland. Furthermore, the pros and cons of the model are discussed last in the third part.

The planning of Eastern Jutland is in an import stage at the moment, the *Landsplanredegørelse* (national planning statement) has set up some general goals of the country, which overall should be depicted in the plans of the municipalities. On top of that, the planning procedures have shifted in Denmark as from January 1st 2007.

The municipalities have been given more responsibility of their own development, as the government want decisions to be closer to the residents. This development has led to an increased competition among the municipalities, as they are now themselves in charge of doing what must be done, in order to attract employment and business. This competition puts a strain on the land use. The national goals of Eastern Jutland stipulates that the hilly and varied landscape of Eastern Jutland should be preserved, meaning that city and country side should be separated. This means limited or no expansion of businesses along the motorways that run through the region. A transport model can simulate how the traffic will be in any scenario where jobs and inhabitants are the variables. The transport model is therefore relevant in mapping the future challenges of keeping the country side free of sprawling businesses.

The model itself is made using a classical 4-step model, developed in the USA in the 1960's. The model in this report only makes use of two of the four steps in the 4-step model. This is however enough to visualize how the traffic flow will be, although the traffic is not distributed along the road infrastructure. The model is very simple, making it transparent for the user how the model is operating. The trip production is calculated by multiplying the number of inhabitants by 1.77. The constant 1.77 is an average number of trips in car and/or train made by an individual, living in Eastern Jutland, on a normal weekday. The trips are attracted to other parishes by an attraction value. This value consists of 1/3 of the number of jobs present in the parish, plus 2/3 of the number of inhabitants. Furthermore, the attraction decreases over time traveled as a trip is less likely to take place if the travel time is very long. The distance function is made up by an exponential equation derived through the travel times of a large database over trips. The last step of the model is to normalize the attraction with the production, meaning there must be the same number of trips arriving as departing.

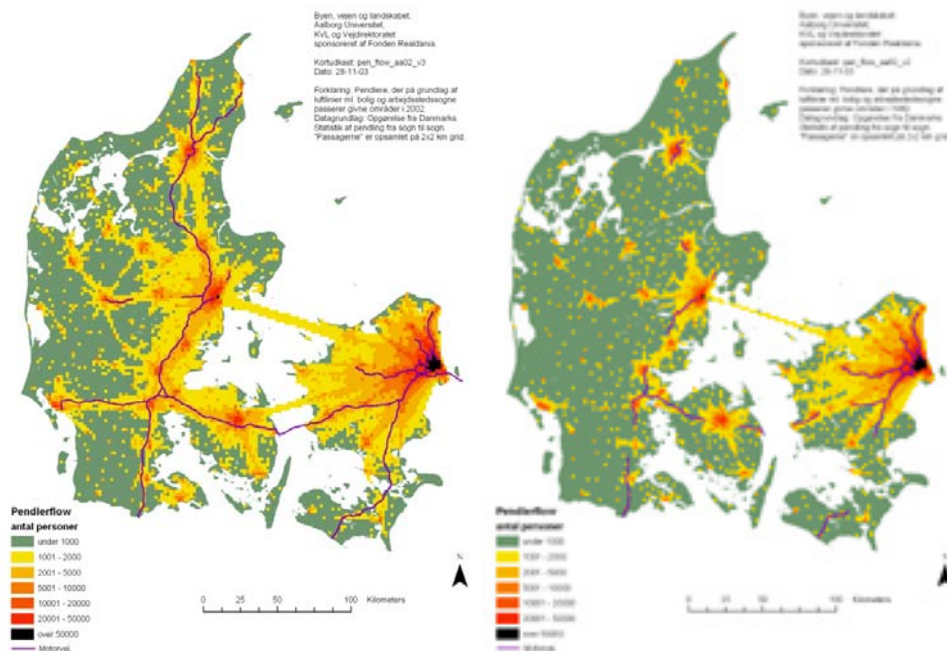
The model shows some interesting results. First of all, the model shows that almost 90 % of the traffic in Eastern Jutland is concentrated in between the largest 7 cities, which mostly are located along the East coast. This puts a major strain on the stretch of motorway going north-south in the region, which also is used by heavy transit transport. Another interesting observation is a 2030 scenario, made by use of the model, which shows that Aarhus (the largest of the Cities) attracts more traffic than estimated before, meaning potential increased competition between the northern and southern region of Eastern Jutland. An increase in competition would result in further strain on the land currently free of business structures.

1 Indledning

I forbindelse med valg af afgangsprøve indenfor byplanlægning, er mulighederne vidt åbne for næsten hvad som helst. Det er selvfølgelig en fordel at den studerende kan vælge frit, og dermed have mulighed for at vælge et emne der har interesse. På den anden side kan der ligge et vis pres på den studerende for at vælge helt rigtigt, idet afgangsprøver ofte er det, den studerende skal 'sælge' sig selv på, når der skal søges job bagefter. Derfor skal afgangsprøvet helst afspejle så meget som muligt, af alt det som den studerende har lært i løbet af 5 år på Universitetet, og gøre stoffet relevant i en eller anden sammenhæng. Alt hvad der er lært kan dog næppe inkluderes, så der skal udvælges imellem ens kompetencer og interesser, så resultatet bliver en spændende afrapportering, der udviser engagement og virkelyst.

1.1 Interessefelt

I dette projekt, har en stor interesse for GIS¹, betydet valget af emne og problemformulering. Med en baggrund som geograf, er implementeringen af GIS i byplanlægningen et oplagt valg. Kombineret med en god portion held, har det også været muligt at kombinere projektførelsen med en aktuell arbejdsopgave for Miljøministeriet, nemlig at lave en trafikmodel for Østjylland.



Figur 1: Kortene viser pendlerflow i Danmark i hhv. 1982 og 2002. (Hovgesen & Nielsen 2005:26-27).

Modellering i GIS har været udgangspunktet for valget af projektet. Et eksempel på modellering i GIS, er vist i Figur 1. Projektet; Byen, vejen og landskabet, udarbejdet af H. Hovgesen og T. Nielsen (2005) belyser motorvejenes betydning for byernes udvikling og indvirkning på landskabet. I den forbindelse er der bl.a. lavet kortene vist i Figur 1, som viser pendlerstrømme i Danmark. Disse kort er lavet ud fra en model over hvordan folk pendler. Kortene fra 'Byen, vejen og landskabet', er blevet brugt i mange sammenhænge og citeret mange steder, ikke mindst i Landsplanredegørelsen fra 2006, som bl.a. udstikker de nationale målsætninger for hvordan byudviklingen bør foregå. Derfor skal man ikke undervurdere effekten af at visualisere udviklingstendenser på kort.

¹ GIS = Geografiske Informations Systemer. Ofte konkretiseret i programmet ArcGIS, som kan sammenholde, behandle og visualisere store mængder data. Disse data kan visualisere i kort, filmsekvenser eller beregnes i tabeller.

1.2 Den aktuelle opgave

I 2007 trådte kommunesammenlægningen i kraft, hvilket betød at der blev færre og større kommuner, og at disse større kommuner fik mere ansvar og kontrol over deres egen udvikling. Dette skete bl.a. for at få beslutningerne tættere på borgerne. (LPR 2006). Selvom de nye kommuner har fået mere ansvar, er der stadigvæk statslige prioriteter der skal imødekommes, når kommunerne laver deres planlægning. Således har regeringen nogle mål for den fysiske planlægning når:

"... Det gælder samfundsudviklingens krav til indretningen af vores byer, landdistrikter og landskaber. Og det gælder natur- og miljøpolitikken, som skal forvalte vores omgivelser på en bæredygtig måde." (LPR 2006:70).

Derudover lader det til at regeringen gerne vil have en hvis føling med hvordan kommunerne planlægger, så der er vished om at målsætningerne nu engang også bliver efterfulgt. Et eksempel på denne 'føling', er miljø og transportministeriets projekt: 'Byudvikling i Østjylland'. Regeringen har med dette projekt, startet initiativet til en dialog med de 17 Østjyske kommuner, om byudviklingen i Østjylland. Et af projektets formål, er at tilvejebringe analyser af udviklingen i Østjylland, herunder interaktionen internt i regionen (Mødedagsorden 2008). I forbindelse med analysen af interaktion, skal der udfærdiges en række kort, der visualiserer interaktionen (i kørsel med bil og tog) mellem sognene i Østjylland. Disse kort kræver opbygningen af en model i GIS, som beskriver interaktionen, og kan forudsige hvordan interaktionen bliver fremover, som funktion af befolkning og arbejdspladser.

1.3 Kombination af interessefelt og den aktuelle opgave

Tilfældigvis kom undertegnede vejleder til at sidde med opgaven, at udføre del-analysen omhandlende interaktion i Østjylland. I den forbindelse kunne der i dette projekt, laves en del af modellen, og interaktionen visualiseres, i form af bil og tog trafik i Østjylland. Denne opgave krævede modellering i GIS, hvilket er mit store interessefelt, og opgaven var pludselig blevet yderst relevant. Dette er baggrunden for valg af Østjylland, som området der bliver modelleret i GIS. Resultaterne for dette projekt, er derfor delvist taget i brug, som analysegrundlag for del-analysen til miljøministeriet.

Del 1 Kontekst

Denne del indeholder den information der er nødvendig for at forstå relevansen af projektets problemstilling. Ligeledes indeholder del 1 den viden der er nødvendig for at forstå trafikmodellens opbygning, og hvilke data der benyttes til input til modellen, som grundlag for beregningen af trafikken i Østjylland. Kapitlerne indeholdt i del 1 er:

- Problemanalyse
- Problemformulering
- Teoretiske overvejelser omkring trafikmodellen
- Databehandling

2 Problemanalyse

I denne problemanalyse belyses sammenhængen mellem arealanvendelse og generering af trafik. Dette gøres for at skabe hold i ideen, om at kunne lave en model, som beskriver trafikken mellem sognene i Østjylland som en konsekvens af hvorledes arealerne i området bruges. Der argumenteres for, i dette afsnit, at der er en tovejs interaktion mellem arealanvendelse og trafik, det gælder altså begge veje. Det har været anerkendt i mange år, at der er en sammenhæng mellem hvordan arealanvendelse har påvirket trafikken. Mere uigennemsigtigt er det hvorledes trafikken kan påvirke arealanvendelsen, men at denne interaktion rent faktisk sker, vil blive beskrevet i dette afsnit. Derefter beskrives hvilken rolle interaktionen imellem transportsystemet og arealanvendelsen har for byudviklingen af Østjylland, og hvorledes udarbejdelsen af en trafikmodel for Østjylland er et aktuelt arbejdsområde.

2.1 Interaktionen mellem transportsystemet og arealanvendelse

At trafikstrømme i høj grad kan påvirke byers velstand og forfald, kan i høj grad ses ud fra historiske begivenheder. I nyere tid kan det være svært at analysere de præcise årsager til hvorfor nogle byer udvikler sig og andre ikke gør, idet udviklingen sker lige nu, og det derfor kan være vanskeligt at afgøre hvilke parametre der har en afgørende rolle. (Wegener & Fürst 1999)

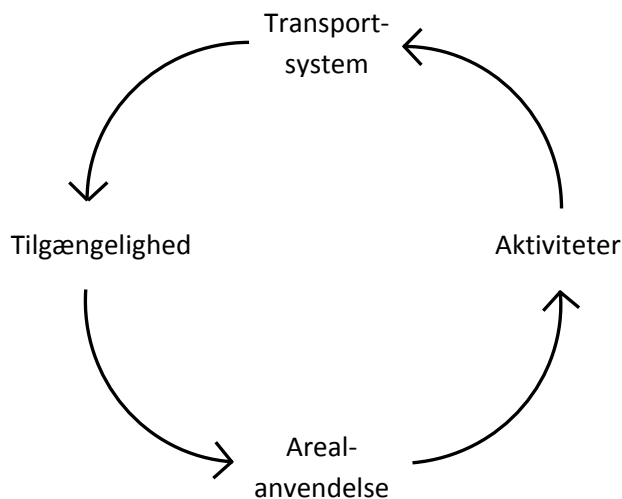
Havnebyer som Venedig og Genua var byer med meget stor velstand og økonomisk aktivitet. Disse havnebyer nød godt af at være knudepunkter for handel mellem mange Europæiske lande. Den økonomiske nedgang disse byer sidenhen oplevede, var ligeledes en konsekvens af et skifte i transportstrømme. Der blev fundet en søvej til Indien syd om Afrika, hvorefter de tidligere blomstrende handelsbyer blev forbigået, og den økonomiske nedgang blev en realitet. Senere hen har udbygningen af jernbanenettet betydet meget for byer som Manchester og Essen, som oplevede stor industriel vækst. Muligheden for transport har ligeledes været medvirkende til at nogle byer har haft klart bedre betingelser for vækst end andre. Disse rumlige interaktioner mellem højt tilgængelige korridorer, har skabt vækstcentre som 'den blå banan', der beskriver vækstcentret mellem Randstad, Ruhr og Rhinen distrikterne. (Wegener & Fürst 1999).

I nyere tid har teknologien betydet at informationer, ved hjælp af internet, telefoni med mere, ikke nødvendigvis behøver at blive transporteret fysisk, og at transport af visse ydelser derfor er gnidningsfrit. Hvilke implikationer de nye informationsteknologier vil få, er der endnu ikke helt enighed om. Der er hypoteser om at væksten vil foregå der hvor kommunikationen er samlet, og de steder der har adgang til de elektroniske netværk. Der er dog rigeligt med bevis for, at den fysiske kontakt, med at mødes ansigt til ansigt, ikke kan erstattes af elektroniske forbindelser. Ligeledes vil der fortsat være et stort behov for at transportere fysiske varer mellem aktører. Derfor vil den rumlige interaktion stadig være vigtig, og transportformer som fly og højhastighedstog, vil være vigtige parametre i at stedfæste de succesfulde byer. (Wegener & Fürst 1999).

2.2 Skabelsen af en trafikmodel

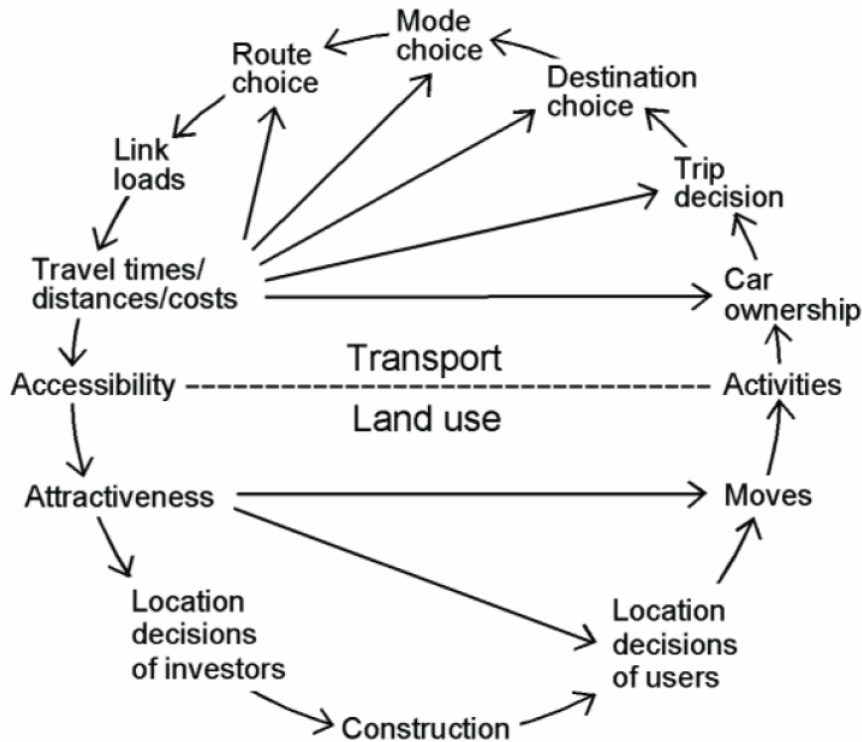
I 1950'erne blev der i USA gennemført de første regulære undersøgelser for at finde de indbyrdes forhold imellem transport og byernes rumlige udvikling. Det blev konkluderet at områder med høj tilgængelighed, havde større chance for at blive udviklet og med en større tæthed, end afsidesliggende steder. Anerkendelsen af at transport og

lokalitetsafgørelser har indflydelse på hinanden, betød at der opstod en forståelse for at transport og arealanvendelse skulle sam-koordineres i planlægningen. Modellen 'land-use transport feedback cycle' blev som følge af interaktionen mellem trafik og arealanvendelse, almindelig brugt i Amerikansk planlægning.



Figur 2: 'Land-use transport feedback cycle' (Wegener & Fürst 1999:6)

Figur 2 viser en simpel illustration af interaktionsmønstret mellem de fire faktorer; Arealanvendelse, aktiviteter, transportsystemet og tilgængelighed. *Arealanvendelsen* påvirker *aktiviteterne*, idet anvendelsen af arealer, herunder beboelse, industriel eller kommercielt, bestemmer menneskers aktiviteter, såsom bolig (eng. living), arbejde, indkøb og fritidsaktiviteter. Fordelingen af disse rumlige *aktiviteter* kræver rumlig interaktion, eller ture rundt i *transportsystemet*, for at overvinde afstandene imellem *aktiviteterne*. *Transportsystemet* består af en rumlig infrastruktur, der skaber potentiale for interaktioner, dette kan måles som *tilgængelighed*. *Tilgængelighed* er medbestemmende for beslutninger angående lokalitetsbestemmelse, og dermed også for *arealanvendelsen*. Hermed opnås en cyklus hvor interaktionerne går begge veje rundt. (Wegener & Fürst 1999)



Figur 3: 'Transport feedback cycle' i en udvidet version. 'Transport' og 'Arealanvendelse' (Land use) er udvidet så de fylder en halvcirkel hver. (Wegener & Fürst 1999:6)

En udvidet figur af modellen er vist i Figur 3, hvor 'Transport' og 'Arealanvendelse' er udspecificeret mere præcist, så der detaljeret bliver hvilke enkeltdele der påvirker hver parameter. Modellen er udtryk for mange komplekse sammenhænge mellem arealanvendelse og transport. Det er da også den vigtigste og mest entydige konklusion der kan drives af modellen, nemlig at der er et gensidigt forhold mellem transportsystemet og arealanvendelse. Den nederste del af figuren, som omhandler arealanvendelsen, forsøges beskrevet af mange forskellige modeller og teorier. Det er for omfattende at komme med en fyldestgørende uddybning af samtlige teorier. Mange af teorierne er dog opbygget omkring nogle grundlæggende antagelser, som har været anerkendt i mange år. Von Thünen (1826) beskrev således at lokaliteter med god tilgængelighed, er mere attraktive og har højere markedsværdi, end perifere lokaliteter. Denne antagelse er sidenhen blevet varieret og modificeret mange gange i flere modeller (Wegener & Fürst 1999). Denne antagelse er også at se i Wegner og Fürsts model (1999) se Figur 3, hvor den nederste del beskriver en sammenhæng mellem attraktivitet og lokaliseringsbeslutninger for både brugere og investorer. Den øverste del af Figur 3 er udtryk for en klassisk 4 trins model. 4 trins modellens måde at beskrive transportsystemet på, vil blive beskrevet i teori afsnittet. Kort fortalt beskriver 4-trins modellen hvorledes trafikken genereres og fordeles i et geografisk afgrænset område.

Der er mange forskellige måder at konstruere en 4-trins model på, alt afhængig af hvor detaljeret den skal være, hvilket scenarie den skal beskrive osv.

2.3 Trafikmodellens kontekst

I forbindelse med denne rapport, skal der udarbejdes en trafikmodel for Østjylland. For at skabe et overblik over konteksten modellen skal forstås i, beskrives hvilken rolle Østjylland har i nationalt regi, og hvilke prioriteter der skal tages højde for internt i regionen. Dette gøres også for at begrunde hvorfor det overhovedet er relevant at lave en trafikmodel for regionen netop nu. Af redegørelser der er aktuelle i forbindelse med planlægningen af infrastrukturen, kan nævnes landsplanredegørelsen fra 2006 og infrastrukturkommissionens betænkning fra 2008. Derudover er der et samarbejde i gang imellem de 17 kommuner i Østjylland og miljøministeriet der omhandler hvorledes byudviklingen i Østjylland skal gribes an. Dette samarbejde startede i 2007 og skal bl.a. munde ud i 3 delanalyser der samlet skal pege på hvilke erhvervsmæssige funktioner der i fremtiden skal præge Østjylland. Samarbejdet er direkte udsprunget af Landsplanredegørelsen 2006.

2.3.1 Den nye planlægningsstrategi

I forbindelse med kommunalreformens ikrafttrædelse den 1. januar 2007, er der sket mange ændringer i forhold til kommunernes planlægning. Det er med de nye regler for kommunesammenlægningen meningen, at kommunerne skal tage flere beslutninger selv, så beslutningerne kommer tættere på borgerne, og kommunerne har mere kontrol over udviklingen. Dette betyder ikke at alle beslutninger nu skal foretages af kommunerne selv. Der er stadig nationale målsætninger, bl.a. beskyttelse af miljøet, som skal overholdes. Kommunerne har selv ansvaret for at sørge for at de nationale målsætninger bliver overholdt, og at de kan tilpasses de enkelte kommuners særegenheder. Der er visse opgaver som kræver at kommunerne arbejder sammen, så målsætninger kan opfyldes, dette er opgaver som går på tværs af kommunegrænserne. Det er fx grundvandsbeskyttelse, naturbeskyttelse generelt, og ikke mindst relevant for denne rapport; planlægning af den tekniske infrastruktur. (LPR 2006).

Landsplanredegørelsen vil udstikke de overordnede mål for planlægningen, hvor regions og kommunalplanlægningen bør afspejle de politiske målsætninger der gives udtryk for i landsplanredegørelsen. Landsplandirektiver vil blive brugt i forbindelse med anlæggelse af større tekniske anlæg som fx motorvejsudbygning, opsætning af

vindmøller og affaldshåndteringsanlæg. I den forbindelse vil staten (miljøministeriet) sørge for at der er sammenhæng i de overordnede planer der kræver samarbejde mellem flere regioner.

"Som følge af den ændrede opgavefordeling på planområdet vil staten fremover indtage en mere aktiv rolle for at varetage de overordnede interesser og planhensyn og sikre kvalitet i planlægningen." (LPR 2006:31)

2.3.2 Visioner for Østjylland

I forbindelse med kommunalreformen, er der udarbejdet et nyt Danmarkskort, der skal afspejle hvorledes udviklingen skal gribes an i den overordnede planlægning. Danmark er i landsplanredegørelsen for 2006, delt ind i fem typer områder, som repræsenterer forskellige geografiske problemstillinger. Disse fem områder skal ikke forveksles med de fem regioner. De fem områdetyper, går på tværs af de fem regioner, typerne dækker over:

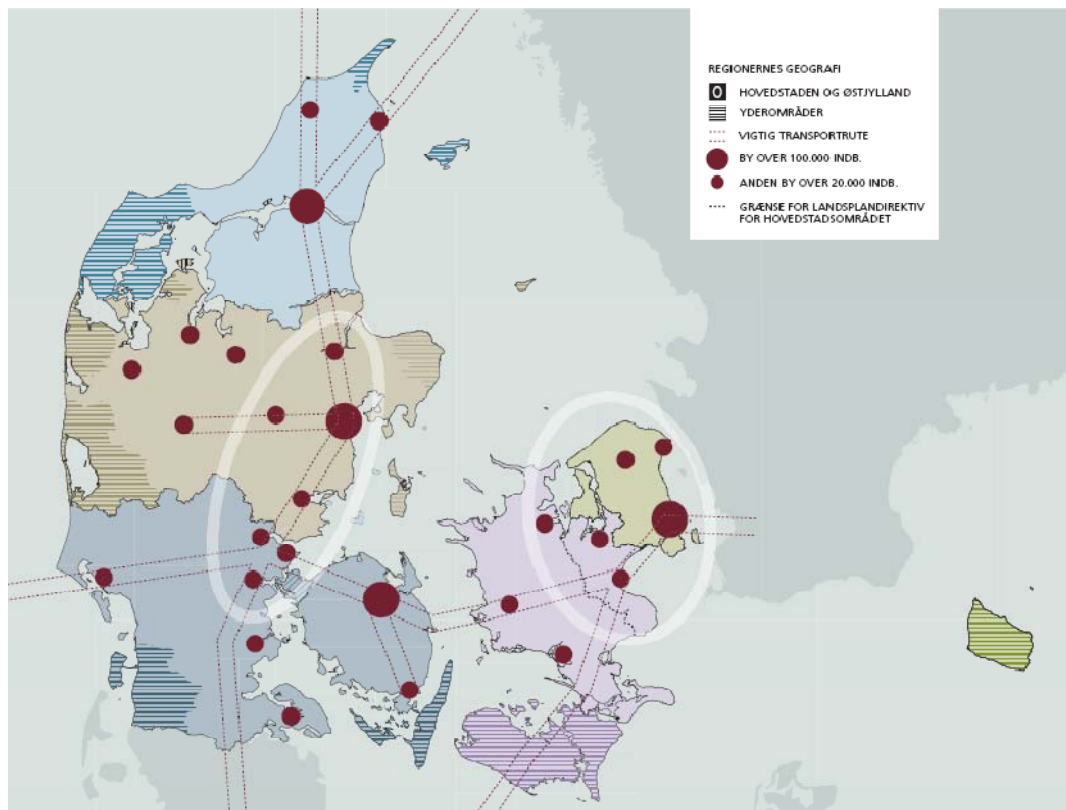
- Hovedstadsområdet
- Sjælland
- Østjylland
- De mellemstore byregioner
- Yderområderne

Der er forskellige prioriteter i planlægningen, alt afhængig af hvilket område der fokuseres på, og i forbindelse med denne rapport, er det naturligvis mest interessant hvilke prioriteter og målsætninger landsplanredegørelsen (2006) opsætter for Østjylland. Om Østjylland står der i landsplanredegørelsen at:

"Det er en statslig prioritet, at der igangsættes en langsigtet fysisk planlægning, som etablerer en overordnet bystruktur og samtidig sikrer sammenhængende landskaber mellem byerne." (LPR 2006:20)

Som det ses af Figur 4, har Østjylland sammen med hovedstadsområdet en helt særlig og central rolle i landsplanredegørelsen. Disse to områder er indtegnet, som to storbyregioner markeret med hvide cirkler. Disse storbyregioner, skal bl.a. være med til at sikre at regionerne i Danmark står stærkt i den internationale konkurrence. Østjylland skal altså sammen med hovedstadsområdet, fungere som vækstcenter for

Danmark, hvilket må antages at kræve helt særlige prioriter bl.a. angående investeringer i transportsystemet.



Figur 4: Kortet viser hvorledes miljøministeriet har opdelt Danmark i 5 forskellige geografiske problemstillinger. (LPR 2006:17)

Yderligere står om Østjylland at området er ved at udvikle sig til en fælles funktionelt sammenhængende by. Det er en prioritet i Landsplanredegørelsen at det varierede smukke landskab i Østjylland ikke må ødelægges af byudvikling, der skal altså være klare skel imellem land og by. Derfor må bybåndet ikke vokse helt sammen, så der kommer en kontinuerlig ubrudt by op igennem Østjylland. Med hensyn til pendling er det ligeledes en prioritet at udbygningen af nye byområder og boliger skal placeres så der skabes kundegrundlag for god kollektiv trafik (LPR 2006:20). Det pointeres dog senere i redegørelsen at muligheden for at overføre dele af den omfattende biltrafik til kollektiv trafik er begrænset i Østjylland, idet tilgængeligheden alene er baseret på biltrafik (LPR 2006:56). Hermed ligger der en miljømæssig udfordring for planlægningen af trafiksystemet i Østjylland, hvis målsætningen om kollektiv trafik skal overholdes.

Det er i det hele taget pendlingen og byudviklingen omkring pendlingsstrækningerne, der er i fokus, når der snakkes om byudviklingen i Østjylland:

"Udviklingen går i retning af, at de nuværende store pendlingsoplande og geografiske arbejdsmarkeder omkring Århus-Randers, Horsens-Vejle og Kolding smelter sammen og med tiden vil komme til at fungere som et fælles arbejdsmarked." (LPR 2006:54)

Bybåndet der tales om i Østjylland, strækker sig fra Randers til Kolding. Pendlingsmønsteret indenfor Østjylland, viser at der i dette område er tale om et unikt integreret område, hvor pendlingen er mere intensiv internt i regionen, end den er ud af regionen. Pendlingsafstandene er længere indenfor Østjylland end mellem andre byer, så alle byerne indenfor området, mere går i retning af at fungere som et samlet bybånd. Et af problemerne med den megen pendling og lokaltrafik i Østjylland, er at den lokale trafik, i stigende grad benytter motorvejsnettet, som derved bliver belastet, hvilket påvirker de trafiktunge funktioner der netop er placeret langs motorveje for at skåne de bynære områder. (LPR 2006).

Hvad angår sammenhæng mellem tilgængelighed og arealanvendelse, som nævnt i transportcyklus modellen i Figur 2, har Landsplanredegørelsen fokus på at tilgængeligheden påvirker arealanvendelsen. Det er den direkte årsag til at der forudsiges et problem, ved at væksten er så stor omkring motorvejen. Derfor er der fokus på at beskytte de landskabelige værdier i Østjylland.

2.4 Trafikmodellens relevans

Som det er blevet belyst, ligger der en udfordring for planlæggerne, at gøre byudviklingen i Østjylland miljømæssigt forsvarlig. Østjylland er et vækstområde, med landskabelige værdier der ikke børe kompromitteres på bekostning af by og erhvervsudvikling langs transport infrastrukturen. Trafikmodellen der skal beskrive pendlingsstrømme mellem sognene, kan modellere scenarier for trafikstrømme, hvor folketal og arbejdspladser er parametrene der afgør trafikintensiteten.

Modellen er relevant idet den kan være med til at skabe overblik og kortlægge de udfordringer planlæggerne står overfor, i forhold til problematikken om byudviklingen i området. Netop overblik og kortlægning af udfordringens omfang vil være relevant, idet der fra statens side ønskes fælles fysisk planlægning.

En fælles planlægning er ønskelig, idet der er sket et skifte i planlægningen fra landsplanredegørelsen 2003 til 2006. I forbindelse med kommunesammenlægningerne i 2007 og udmeldingerne i den nye landsplanredegørelse fra 2006, er

arbejdsopgaverne uddelegeret til kommunerne, for at få beslutningerne tæt på borgerne:

"... Staten har jo netop overladt ansvaret til kommuner og regioner. Det bliver formentlig startskuddet til en skærpet indbyrdes kamp om arbejdspladser, institutioner og tilflyttere." (Nørgaard & Andersen 2006:151)

Denne 'indbyrdes kamp' som Nørgaard og Andersen refererer til, skaber incitament for staten til at sørge for en fælles planlægning, der skal dæmme op for at de enkelte kommuner i sin iver for at tiltrække arbejdskraft og erhverv, ikke kommer til at inddrage de landskabelige kvaliteter der er i Østjylland. Udlægningen af erhvervsarealer er allerede i fuld gang i Østjylland langs motorvejene, så den fælles planlægning skal igangsættes nu, hvis skellet mellem by og land skal bevares. Bue Nielsen fastslår samtidigt at der ikke i planloven er fastsat nogen regulering af storbyen i Østjylland, hvorfor der skal gennemføres dialog mellem kommunerne og staten for at lave koordineret arealanvendelse. (Nielsen 2006).

"Staten vil gennem en dialog med de nye kommuner og regioner søge at sikre, at der sker en koordineret og forpligtende regulering af arealudlæggene i det Østjyske bybånd gennem brug af fælles planlægnings- og lokaliseringsprincipper for området." (Nielsen 2006:85).

Selve modellens relevans bliver yderst aktuel, i forbindelse med førnævnte dialog. Dialogen som Bue Nielsen efterlyser i 2006, bliver nemlig igangsat i 2008, hvor de 17 Østjyske kommuner og staten sætter sig sammen for at lave en undersøgelse omkring byudviklingen i Østjylland. Trafikmodellen som denne rapport laver 2 trin af, skal sammen med andre delanalyser danne grundlaget for dialogen mellem staten og de 17 kommuner. Trafikmodellen bidrager altså direkte til dialogen om byudviklingen i Østjylland, som med landsplanredegørelsen og infrastrukturkommissionens betænkning, er yderst aktuel.

2.4.1 Infrastrukturkommissionens betænkning

I 2006 blev der fra regeringens side, truffet beslutning om at nedsætte en infrastrukturkommission, som havde til opgave at:

"... at analysere de fremtidige infrastrukturbehov på transportområdet, og komme med forslag og strategier til håndteringen af de langsigtede udfordringer for transportinfrastrukturen." (Infrastrukturkommissionen 2008:9)

Betænkningen er relevant at fremhæve i forbindelse med denne rapport, idet den er medvirkende til at udviklingen af infrastrukturen i Østjylland er i fokus. Et af de seks hovedindsatsområder der er fremhævet i betænkningen, omhandler nemlig Østjylland:

1. Ringforbindelserne skal slutes i hovedstadsområdet på både vej og bane.
2. **Der skal udarbejdes en samlet plan for udviklingen af infrastrukturen i byregion Østjylland.**
3. Der skal sikres en effektiv opkobling af de enkelte landsdele til de overordnede transportkorridorer og knudepunkter.
4. Danmarks porte mod udlandet skal indgå som en central del af et effektivt transportnetværk.
5. Intelligente teknologiske løsninger skal sikre optimal udnyttelse af infrastrukturen.
6. Indsatsen for at begrænse transportens miljø, natur og klimapåvirkning skal intensiveres. (Infrastrukturkommissionen 2008:278)

I projektet 'byudvikling i Østjylland' mellem de 17 kommuner og staten, er infrastrukturkommissionens anbefalinger også nævnt, som en af grundene til at spørgsmålet om udbygningen af infrastrukturen er relevant (Mødedagsorden 2008). Infrastrukturkommissionens anbefalinger er ikke specielt detaljerede, hvilket til dels skyldes at kommissionen ikke havde kommissorium til at vurdere økonomien i betænkningen. Der er ikke taget stilling til konkrete projekter i betænkningen, så der peges heller ikke på hvad der specifikt kan gøres i Østjylland for at forebygge trængsel, blot at der skal ydes en indsats. Det betænkningen kan bruges til, i forhold til infrastrukturinvesteringerne, er at sætte fokus på Østjylland i forhold til hvor investeringer skal foretages. Der peges på trængsel i trekantsområdet i betænkningen, og at Østjylland er et område i vækst (Infrastrukturkommissionen 2008), ligesom landsplanredegørelsen ligeledes påpeger. Derfor er der fokus på at der foretages nationale investeringer i den Østjyske infrastruktur. En trafikmodel for Østjylland, kan være et vurderingsredskab, som i kombination med andre overvejelser, kan pege på hvor i Østjylland infrastrukturinvesteringer er mest relevante.

I forhold til transportcyklus modellen vist i Figur 2, argumenterer infrastrukturkommissionen for at transportsystemet har stor indflydelse på folks valg af bolig og arbejdspladser, idet pendling er en væsentlig udfordring for mange danskere. Dette kan refereres til transportcyklussen, ved at høj tilgængelighed har indflydelse på arealanvendelsen. Ligeledes argumenteres det at arbejdspladser lokaliserer sig der

hvor potentiel arbejdskraft har størst tilgængelighed til. Der er altså fokus fra infrastrukturkommissionens side, om at transportsystemet påvirker bolig og erhvervsplacering.

2.5 Dialogen mellem kommunerne og staten

Udarbejdelsen af en trafikmodel bliver helt konkret i forbindelse med den nystartede dialog kommunerne og staten imellem. Dialogen er startet i januar 2008 af miljøministeriet, og forundersøgelserne til dialogen er p.t. under udarbejdelse under titlen: 'Byudviklingen i Østjylland'. Dialogen er en direkte opfølgning af statens ønske om at sikre en koordineret regulering af arealudlæggene i Østjylland, som tidligere nævnt. Det overordnede formål med projektet er: *"... at sikre en fortsat vækst og udvikling i Østjylland på et kvalitativt og bæredygtigt grundlag."* (mødedagsorden 2008). Dette formål er noget bredt, men opfyldelse af landsplanredegørelsens mål om at beskytte de landskabelige kvaliteter er en del af baggrunden. Der er tre mål med projektet:

1. At etablere et forum for dialog mellem de 17 kommuner, de 2 regioner og staten ved Transportministeriet og Miljøministeriet,
2. At tilvejebringe idéskitser, som kan medvirke til at skabe fælles »visioner« for hvordan potentialerne for området udnyttes bedst muligt, og hvordan dette sker på et bæredygtigt grundlag samt,
3. At etablere permanente netværk først og fremmest kommunerne imellem, som vil kunne være omdrejningspunktet for en fortsat dialog. (Mødedagsorden 2008).

Projektet kan altså ses som et forsøg fra statens side, at dæmme op for nogle af de problemer der kan fremkomme når kommunerne skal konkurrere indbyrdes om arbejdspladser, erhverv m.m. Ved at starte dialogen, opnås der lidt kontrol med hvad kommunerne foretager sig, set i relation til at staten har overdraget meget af ansvaret for udviklingen til kommunerne selv.

I forbindelse med projektet skal der udarbejdes en analyse af det østjyske bybånds internationale, nationale og overordnede regionale funktioner. Dette gøres igennem tre delanalyser:

1. Erhverv og befolkning (herunder lokalisering, erhvervsinteraktion og byregionens rolle internationalt, nationalt og regionalt)

2. Interaktion (herunder især pendling, indkøb og brug af kulturtilbud)
3. Landskab (herunder gennemgang af regionplaner mv.) (Mødedagsorden 2008)

Der er flere aspekter i det østjyske bybånds udvikling som skal belyses i forbindelse med projektet. Nogle af aspekterne er Østjyllands erhvervsmæssige funktioner både nationalt og internationalt. Der skal analyseres på interaktionen virksomhederne imellem, og på befolkningsudviklingens geografi og flyttemønstre. Interaktionen i form af pendling skal være med til at belyse belastningen i transportsystemet. I den forbindelse udarbejdes der for dette afgangsprøveprojekt en trafikmodel der skal beskrive trafikken mellem sognene i Østjylland.

3 Problemformulering

Udbygningen af infrastrukturen i Danmark er aktuel med infrastrukturkommissionens betænkning fra 2008, hvor der peges på Østjylland som et sted i vækst og med behov for investeringer i infrastrukturen (Infrastrukturkommissionen 2006). Ligeledes påpeges der i Landsplanredegørelsen fra 2006 at Østjylland sammen med hovedstadsområdet, er de to områder i Danmark med størst vækst. Dette giver udfordringer i planlægningen af fremtidens infrastruktur, idet der ikke blot er behov for ny infrastruktur, men også et ønske fra statens side om at bevare de landskabelige kvaliteter der er i Østjylland (LPR 2006). Som forsøg på at igangsætte en bæredygtig byudvikling, har staten ved Miljøministeriet og Transportministeriet startet projektet: 'Byudviklingen i Østjylland', som bl.a. skal belyse pendlingen internt mellem sognene i de 17 kommuner der udgør Østjylland.

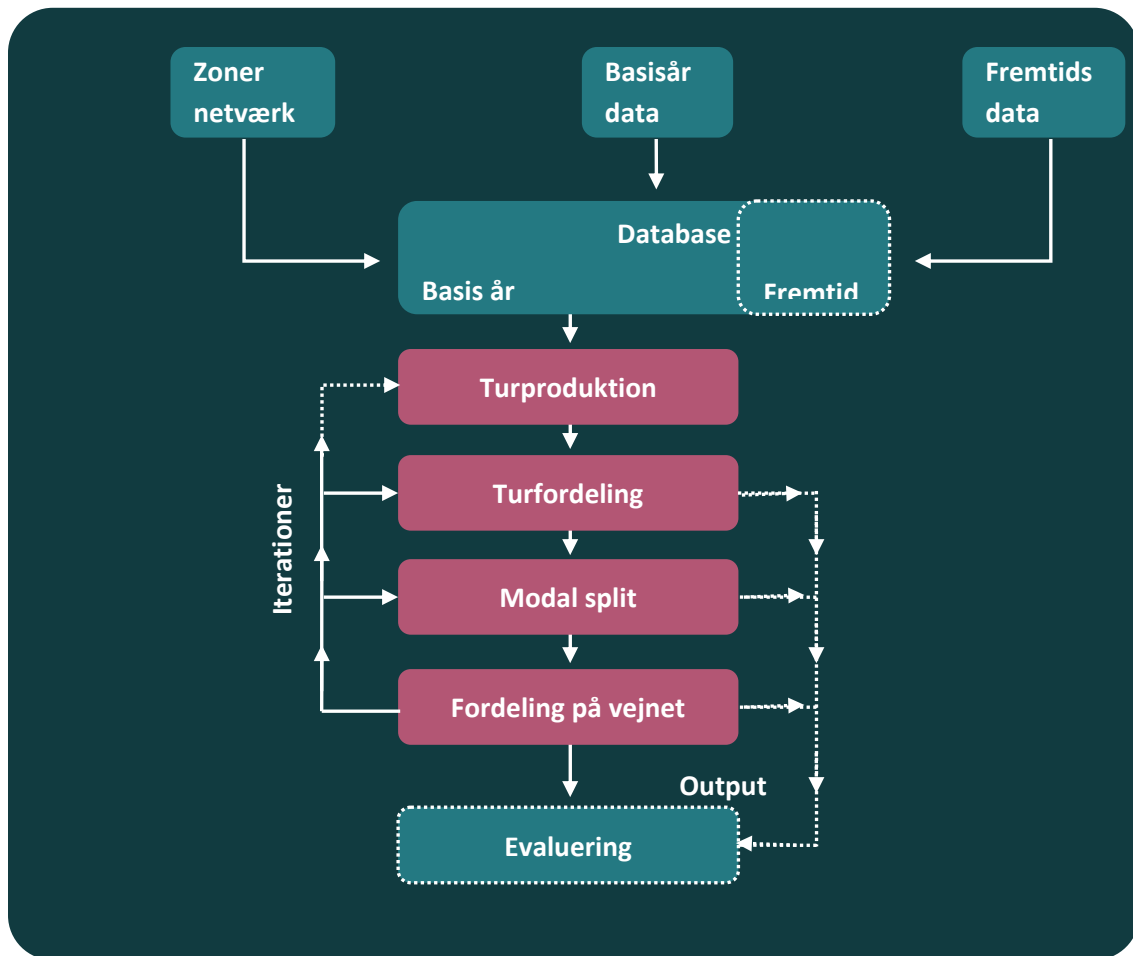
I forbindelse med analysen af pendlingen ligger der en opgave i at lave en trafikmodel, der beskriver bil og togtrafikken imellem de østjyske sogne. Derfor lyder problemformuleringen for denne rapport:

"Hvorledes opbygges en trafikmodel for Østjylland, og hvad kan resultatet bruges til i forbindelse med byudviklingen i Østjylland?"

Først vil teorien bag opbygningen af en trafikmodel blive gennemgået, hvorefter modellen vil blive bygget. Derefter efterprøves modellen med et 2030 scenarie for Østjylland. Til sidst diskuteres det hvad modellens resultater kan bruges til i forbindelse med det arbejde som er startet; at udvikle Østjylland, så regionen står til måls med den vækst der er.

4 Teoretiske overvejelser omkring trafikmodellen

Modellen der skal lægge til grund for beregningerne af ture i Østjylland er ret enkel. Der tages udgangspunkt i en såkaldt 4-trins model, som blev udviklet i 1960'erne i USA i forbindelse med bytrafikstudier (Leluer & Lahrmann 1994) (Ortúzar & Willumsen 2006). Princippet i modellen er ikke ændret meget de sidste 30 år, men teknikkerne til at udføre trinene i modellen er dog udviklet meget bl.a. som følge af forbedret computerprogrammer og regnekraft (Ortúzar & Willumsen 2006). Modellens generelle form er vist i Figur 5. Tilgangen til modellen starter ved at indsamle data for zoner og tal for befolkninger mm. Disse data danner basis for at udregne turproduktionen for de forskellige zoner, dette er det første trin i 4-trins modellen.



Figur 5: 4-trinsmodellen, som blev udviklet i 60'erne bruges stadig i dag. De 4 trin der refereres til i modellen er de trin der er farvet lilla. Efter Ortúzar & Willumsen 2006:23.

Databasen indeholder både data fra basisåret (2002) som fungerer som en reference og estimeret data for fremtiden (2030), som kan danne grundlag for fremtidsscenarier. Det næste trin, turfordelingen, går ud på at fordele de producerede ture til de respektive zoner. Der dannes i denne proces en turmatrice, hvor der udregnes hvor mange ture der går fra hver zone til hver af de andre zoner. Det tredje trin, modal split, fordeler ture ud på forskellige transportformer. Til sidst fordeles turene ud på en net, så det estimeres hvilke ruter de forskellige ture benytter. De iterationer der benævnes i modellen, er til for at tilpasse modellen de ændringer den selv forudsiger. Hvis modellen fx fordeler ture på et vejnet, bliver trafiktætheden på nettet større (og dertil følgende langsommere hastighed) og sandsynligheden for at tage offentlig transport er måske større, i forhold til hvilke transportvalg en person måtte tage. Det er mest i de sidste 2 trin hvor modellen bliver mere avanceret, at iterationer ændrer betingelser. Modellen i denne rapport går ikke videre end til turfordeling, så det er mindre relevant hvad iterationerne kan gøre, idet der ikke laves iterationer i modellen her i rapporten.

Der kan nemt forekomme store usikkerheder jo flere iterationer der foretages, det er jo forudsigelser baseret på forudsigelse, så det bliver selvsagt noget løst gætværk hvis der laves mange iterationer. (Ortúzar & Willumsen 2006).

I denne rapport udregnes og beskrives de to første trin i modellen for Østjylland, og derfor er det også disse to trin der beskrives mest i dybden. De to sidste trin beskrives kort for at kunne relatere resultaterne til en større sammenhæng. Turproduktionen udregnes i forhold til befolkningstallet, så befolkningstallet bliver den afhængige variabel i relation til antallet af ture der bliver produceret. Turproduktionen bliver inddelt efter sogne som den gældende zoneinddeling. Sogne er den mindste geografiske enhed, der kan indhentes befolkningsdata fra, uden det bliver for dyrt at indhente data. Turfordelingen bliver udregnet som følge af arbejdspladser og befolkningstal, disse to faktorer udgør grundlaget for hvor der er størst sandsynlighed for hvor turene går hen. Der udregnes også en rejsetidsfunktion, som gør at modellen tager højde for at længere ture bliver foretaget i mindre grad end kortere ture, hvis attraktionen i to zoner er ens. Disse to trin uddybes i følgende afsnit.

4.1 Turproduktion

Formålet med turproduktionen i en trafikmodel er at komme med et estimat på hvor mange ture en given zone producerer og attraherer (tiltrækker), altså hvor mange ture der går fra og til zonen. Der tages udgangspunkt i at produktionen er et tal der dækker over antal ture foretaget af en person i løbet af et døgn. Definitionen af en tur er beskrevet i databehandlingsafsnittet.

Selv om modellen i denne rapport baserer turproduktionen på hvor mange ture én person i gennemsnit foretager, kan det gøres mere detaljeret. Der bliver i det følgende afsnit gennemgået hvorledes turproduktionen kunne gøres mere præcis for at belyse de muligheder, der ligger i at lave en model. Hvis der havde været flere ressourcer til rådighed for analysen, ville det være oplagt at bruge mere præcise data til beregning af turproduktionen. Der findes forskellige værktøjer til at lave estimater over turproduktioner. I forbindelse med trafikmodeller er de tre mest brugte:

1. Regressions model
2. Kryds-klassifikation
3. Diskret valg model

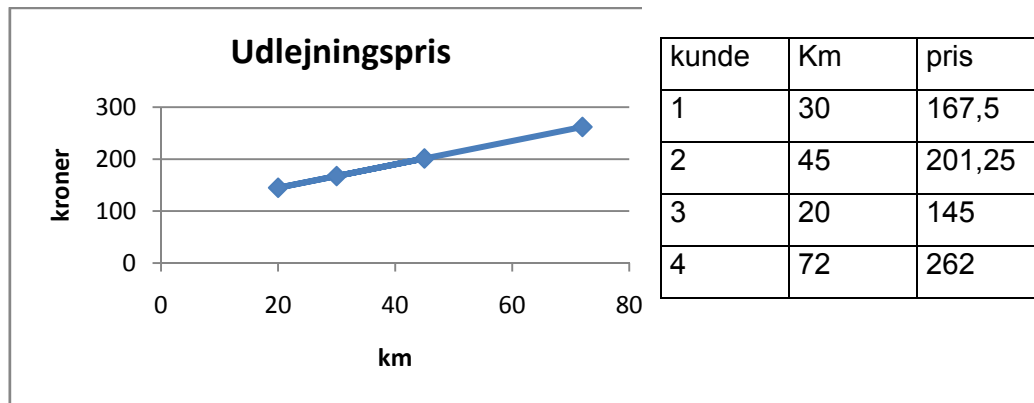
I forbindelse med turproduktionsanalysen af trafikmodellen for denne rapport benyttes regressionsmodellen til at undersøge parametre for signifikans i relation til antal ture. Dette gøres fordi det er relativt enkelt at undersøge turproduktionen med regressionsanalyser. Kryds-klassifikation vil blive beskrevet overordnet, men denne metode benyttes ikke, idet kravet til antallet af kategorier vil være for omfattende til at kunne blive benyttet i forbindelse med denne rapport. Diskret valg bliver ikke gennemgået, idet principperne bag metoden er for irrelevante i forhold til hvordan modellen i denne rapport opbygges.

4.1.1 Regressionsmodellen

Princippet i regressionsmodellen er, at man udregner relationerne mellem flere variabler. Det kunne fx være at man regner ud hvor mange ture personer foretager, i forhold til hvor meget de tjener. Der skal være logiske årsagssammenhænge mellem de afhængige og uafhængige variabler, ellers vil estimatet være uholdbart i fremtiden (Leluer & Lahrmann 1994). En del af regressionsmetoden går også ud på at undersøge om årsagssammenhængen er statistisk signifikant. Dog skal der altid overvejes om de statistiske sammenhænge kan forsvares, ellers kunne man komme med sammenhænge som måske nok statistisk er signifikante, men derudover ikke giver mening. Man kunne fx lave en årsagssammenhæng mellem antallet af børn der bliver født og tilbagegangen i antallet af storke i Danmark, og dermed konkludere at tilbagegangen i storke har betydet fald i antallet af fødsler.

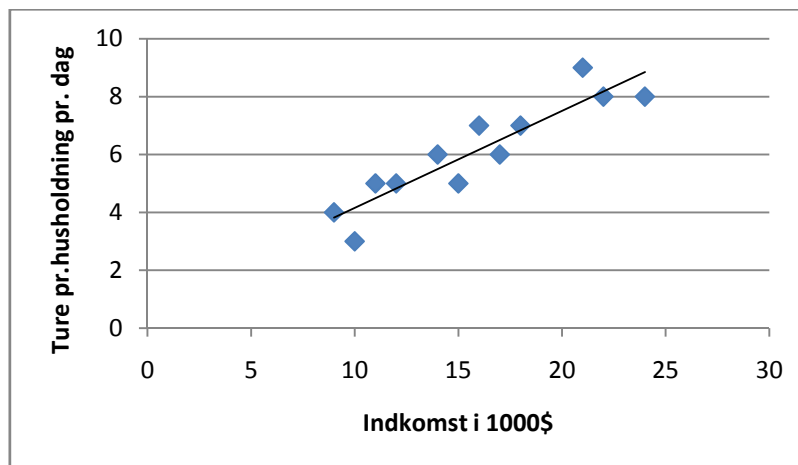
Som før nævnt er der to typer variabler i regressions problematikker. Den første type er den afhængige variabel som også kaldes den endogene variabel. Denne bliver normalt benævnt som $Y_1, Y_2, \dots, Y_r$. I forhold til turproduktion vil Y variabelen være antal kørte ture. Denne variabel er afhængig af X variablerne som også kaldes de eksogene eller uafhængige variabler.

En simpel lineær regressionsmodel kunne være $Y = f(X)$, hvor funktionen er et udtryk for udlejningsprisen for en bil. Funktionen kunne være: $Y = 100 + 2,25X$ hvor udlejningsprisen Y , er lig med et opstartsgebyr på 100 kr. plus 2,25 kr. pr. kørt kilometer X . Dette er en funktionel relation, hvor alle punkter ligger direkte på en lige linje uden afvigelser. I dette eksempel vil prisen i kroner være den afhængige variabel (Y -aksen), som afhænger af hvor mange kilometer der er kørt. Den er altså afhængig af den uafhængige x -variabel (antal kørte kilometer). Dette ses nedenfor:



Figur 6: funktionel relation

En anden type relation, nemlig en statistisk relation, er mere interessant i forhold til trafikmodeller, idet relationens uafhængige variabler vil være baseret på statistiske data. En statistisk relation er ikke nødvendigvis en perfekt lige linje, observationerne ligger ofte spredt omkring en regressionslinje. Statistiske data der ligger spredt i et diagram kaldes et 'scattergram'. Et eksempel på et scattergram ses nedenfor:

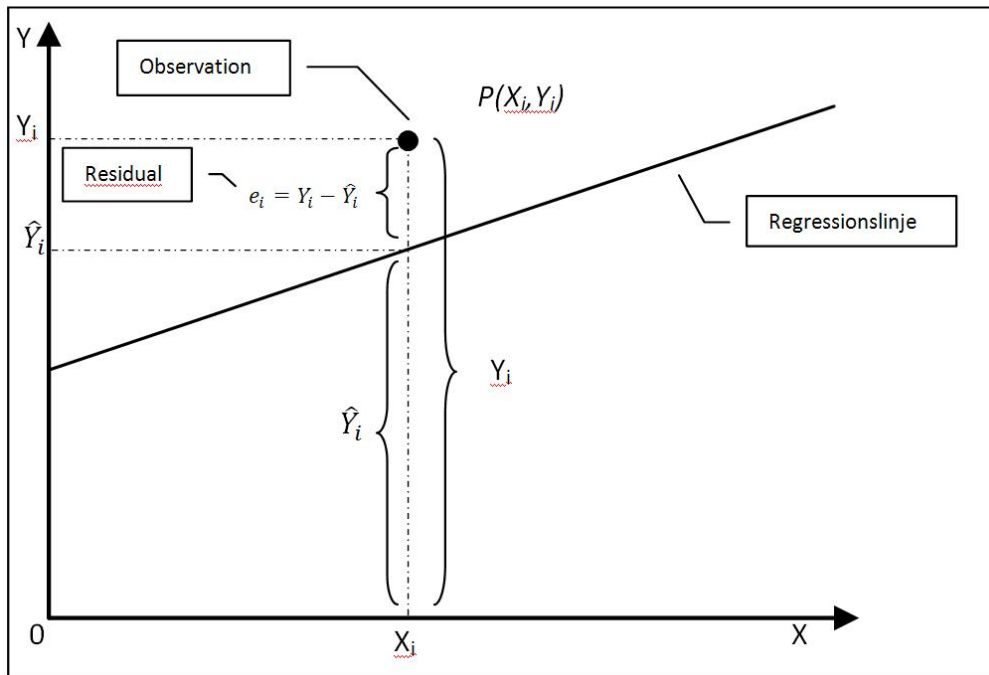


Figur 7: Scattergram for turproduktion (Burt & Barber 1996)

I det fiktive eksempel i Figur 7 er der indsat en række observationer fra forskellige zoner i en by. For hver zone er der udregnet en gennemsnits indkomst som er afbilledet hen af X-aksen. Fra historiske data og erfaringer har man så et tal for, hvor mange ture en husstand foretager i løbet af en dag afhængig af husstandens indkomst. Ud fra punkterne i Figur 7 kan der dannes en lineær regressionslinje. Det kunne også være punkterne var udtryk for en kvadratisk ligning eller en tredjegradsligning. Der tages her udgangspunkt i den mest enkle lineære ligning: $Y = a + bX$. Ved statistiske data som i Figur 7, hvor punkterne ligger spredt i diagrammet, er det ikke umiddelbart lige til at bestemme a og b . Disse værdier skal bestemmes ud fra data, og når a og b er

bestemt, kan der dannes en regressionslinje, i dette tilfælde forholdet mellem indkomst og ture pr. dag. Hvis punkterne lå meget tæt op ad en linje, kunne a og b nok bestemmes ved 'øjemål', dette er dog i mange situationer ikke tilfældet, og i analyser der skal danne grundlag for store investeringer (fx vejanlæg), skal der en mere objektiv metode til at bestemme a og b . Dertil findes en metode ved simpel algebra.

Princippet er at minimere summen af de kvadrerede residualer.



Figur 8: Afvigelse i tilpasning af en linje til et punkt. Det antages at der er adskillige flere observationer som dog ikke er afbilledet.

Figur 8 viser en observation hvor afvigelsen fra regressionslinjen udtrykkes $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$ (kig i Figur 8 for de enkelte komponenter), denne afvigelse kaldes også residualen. En regressionslinje er udtrykket for den linje der bedst beskriver forholdet mellem alle observationerne. Logisk vil det betyde at summen af alle residualerne fra observationerne til regressionslinjen skal være så lille som mulig.

Tricket til at finde regressionslinjen er altså at minimere summen af samtlige punkters kvadrede afstand til linjen. Dette udtrykkes:

$$\min \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

Der er to grunde til at summen af alle residualerne skal kvadreres. For det første vil alle de observationer der befinder sig under regressionslinjen være negative, og alle dem

der er over linjen vil være positive, hvis disse residualer blot blev minimeret, ville de negative og positive residualer ophæve hinanden, og derfor ikke give udtryk for den samlede mindste afstand (Burt & Barber 1996). Ved at kvadrere afstandene bliver alle residualer positive. For det andet vil kvadreringen af residualerne betyde at de observationer der ligger længst fra regressionslinjen blive tillagt større vægt.

Når den linje der bedst beskriver forholdet mellem den afhængige og de uafhængige variabler er fundet, applikeres regressionen på zone niveau. Indenfor de zoner regressionen skal applikeres på, kan indkomstgrupper (hvis det er indkomst der bliver brugt som uafhængig variabel) aggregeres, så det opsummeres hvor mange individer eller husholdninger der er i hver gruppe. Derefter kan regressionen fortælle hvor mange ture der skal ganges på antallet i hver gruppe. I sidste ende vil alle gruppernes ture summeret give et zonalt turantal.

4.1.2 Kryds-klassifikation

Denne type turproduktionsmodel udregner det samlede antal ture ved at inddеле befolkningen i grupper, tildele et gennemsnits turantal til hver gruppe, og derefter gange op efter hvor mange enheder der er i hver gruppe. Typisk er enheden i denne type analyser husholdninger, og grupperingen af husholdninger kunne være antal personer i husholdningen og hvor mange biler der er i husholdningen. Alt afhængig af hvor mange inddelinger man ønsker, fremkommer et vist antal grupper. Det kunne være at husholdningens størrelse gik fra 1 til 5 personer og derover, og bilejerskabet gik fra 0 til 2 eller flere biler. Sådan en klassifikation vil give 5 gange 3 grupper, altså i alt 15 grupperinger. Hver af disse grupperingers turproduktion skal beregnes hver for sig, og antallet skal bestemmes empirisk. (Bovy et al 2006). Det giver sig selv at der kræves ret store mængder data, for empirisk at kunne bestemme at turantal for hver gruppe, især hvis der er mange grupper. Et eksempel på en kategorianalyse fra Aarhus viser turproduktionsrater delt op efter kategorierne: zonekarakteristika og boligtype, se Tabel 1.

Tabel 1: Bilturrater fordelt på zonekarakteristika og boligtype. (Leleur & Lahrmann 1994:296).

Zonekarakteristika		Turproduktionsrate – ture pr. bil pr. hverdagsdøgn – for personbiler i:		
Urb. Grad	Opl. grad	Etage	Parcel	Landbrug
1	1	3,89	4,69	3,39
	2	4,78	5,43	3,39
	3	3,89	4,11	3,39
2	1	3,89	4,69	3,39
	2	4,78	5,43	3,39
	3	3,89	4,11	3,39
3	3	3,89	4,69	3,73
4		3,34	4,28	4,28
5		3,76	4,57	4,57
6		4,43	5,10	5,10

Der er en række fordele og ulemper ved denne metode, de mest bemærkelsesværdige fordele er:

- Der behøver ikke være et lineært forhold imellem grupperingerne og antal ture, fx gør det ikke noget at turproduktionen ikke stiger med antallet af personer eller biler i grupperne.
- Krydsklassificeringen er uafhængig af zoneinddelingen i analyseområdet.

Af ulemper kan nævnes at:

- Modellen ikke tillader ekstrapolation, dvs. på baggrund af empiri fra andre grupper, fx husholdninger på 1-5 personer, kan det ikke udledes hvor mange ture en husholdning på 6 vil producere (da det ikke antages der er lineær sammenhæng).
- Der kræves store mængder data for at bestemme gennemsnitsantal ture for grupperne.
- Der findes ikke nogen effektiv metode til at bestemme om variableerne er 'gode' eller om grupperingerne i variableerne er relevante. (Bovy et. al. 2006)

Krydsklassifikationen med husholdningsbaserede grupperinger kan udtrykkes således (Bovy et.al. 2006:49):

$$T_i = \sum_h N_{hi} t_h$$

Hvor:

T_i = Turproduktion af husholdningstype h i zone i

N_{hi} = Antal husholdninger af type h i zone i

t_h = Turproduktionen for medlemmerne i husholdningstype h

Formlen udregner det samlede antal ture i zone i , for alle husholdninger af type h . Kilden til fejl vil i høj grad ligge ved udregningen af t_h , som kan indeholde en høj standart afvigelse, hvilket betyder at gennemsnittet egentlig ikke er et særligt godt udtryk for hvad en husholdning egentlig foretager af ture. (Bovy et. al. 2006). Til brug i analysen i denne rapport er det især kravet om et stort datasæt, dækkende over mange forskellige kategorier, der gør at metoden ikke er brugbar for at finde turproduktionen. Modellen i denne rapport benytter sig for sin hvis dog alligevel af en kategorianalyse bestående af én kategori, nemlig personer der foretager ture i Østjylland. I den henseende kan der også forventes en høj standartafvigelse, idet kategorien er så bred, den indbefatter både personer med og uden bil, med og uden job, enlige, par osv. Derfor er modellen i denne rapport heller ikke velegnet til at vurdere om en bestemt vejstrækning er overbelastet.

4.1.3 Attraktionsværdi

Attraktionsværdien for en zone er et noget mere usikkert estimat over ture, end selve produktionen er. Grunden til denne usikkerhed er, at man normalt har bedre styr på hvorfra ture foretages, idet de fleste ture er hjem-baserede (Ortúzar & Willumsen 2006). Derfor er attraktionen heller ikke et ret godt udtryk for et reelt tal, men mere en værdi for hvor mange ture der attraheres relativt i forhold til de andre zoner i undersøgelsesområdet. Der er forskellige faktorer der kan have indflydelse på attraktionsværdien, nogle eksempler kunne være arbejdspladser, kulturtilbud, indkøbsmuligheder osv. For at lave de bedst mulige modeller er der fundet frem til, at modellen bliver mest sigende hvis turene deles ind efter formål og modelleres separat. I modellen der laves i denne rapport behandles formålene ikke så adskilt som mere avancerede modeller påkræver. Men for at få en idé om med hvilke formål ture normalt foretages, nævnes der her de fem turformål der normalt skelnes imellem (Ortúzar & Willumsen 2006:125):

- Ture til arbejde
- Ture til skole og uddannelse
- Indkøb
- Sociale og rekreative formål
- Andre formål

Som før nævnt er de fleste ture hjem-baserede, det vil sige at de har hjemmet som den ene destination, ture som går mellem zoner hvor hjemmet ikke ligger i nogen af dem bliver normalt ikke behandlet separat. Ikke-hjem baserede ture udgør normalt 15-20 % af alle ture. (Ortúzar & Willumsen 2006:125)

Selve metoderne til at udregne attraktionsværdien for en zone er de samme som med produktionen. Der kan altså bruges både regressionsanalyser og krydsklassifikation mm. til at bestemme en zones attraktionsværdi. Idet attraktionsværdien ikke er et reelt tal for antal ture, normaliseres attraktionsværdien i forhold til produktionen. Normaliseringsprocessen gennemgås senere, men kort sagt sørger man for, at der er lige så mange producerede ture som attraherede (Bovy et.al. 2006).

4.2 Turfordeling

Der er flere metoder der kan benyttes i forbindelse med fordelingen af ture. Teoretisk gennemgås kun gravitationsmetoden, som er den der benyttes til modellen i denne rapport. Der er andre metoder men det undlades at gennemgå dem, for yderligere information om andre metoder henvises til Bovy et.al 2006. Gravitationsmetoden bygger på det grundlæggende fysiske princip, at to objekter med en masse vil tiltrække hinanden afhængig af massens størrelse og afstand. Dette princip kan relateres til folks ønske om at rejse; der er en attraktionsværdi for den begivenhed der skal rejses til, og en afstand der skal tilbagelægges. Jo større attraktionsværdi og kortere afstand, jo flere ture foretages der. Formelt opstilles gravitationsformlen således (Bovy et.al. 2006):

$$T_{ij} = \mu Q_i X_j f(D_{ij})$$

Hvor:

T_{ij} = Antal ture fra zone i til zone j

μ = Gennemsnitligt turintensitet i et område

Q_i = Produktionsegenskab af zone i (multipliseret med μ fås turproduktionen)

X_j = Attraktionsfaktoren i zone j

$f(D_{ij})$ = Tilgængeligheden til zone j fra zone i (afhængig af rejseomkostningen D_{ij}).

Gravitationsformelen kan altså deles op i 3 dele: En produktionsfaktor (μQ_i), en attraktionsfaktor, og rejseomkostningsfaktor. (Bovy et.al 2006) (Leluer & Lahrmann 1994:299). Som analogi til fysikkens verden, har vi altså et objekt (produktionen) der bliver tiltrukket af et andet objekt (attraktionen), og tiltrækningen aftager med afstanden som bestemmes af afstandsfunktionen. Det er netop afstandsfunktionen vi er interesseret i, i forbindelse med turfordelingen. Afstandsfunktionen bestemmes af to faktorer: funktionen af rejseomkostningen, og selve rejseomkostningen. Formelt skal vi finde $f(D_{ij})$, og det betyder vi skal finde f og D_{ij} .

4.2.1 Afstandsfunktionen f

Hvis blot man tog og fordelte ture på basis af attraktionsværdien, ville to zoner med lige høj attraktion få samme antal ture fra zone i uanset om de lå i forskellig afstand fra i . Afstandsfunktionen skal sørge for at en zone j , som ligger meget langt fra zone i , får færre ture pga. den større afstand.

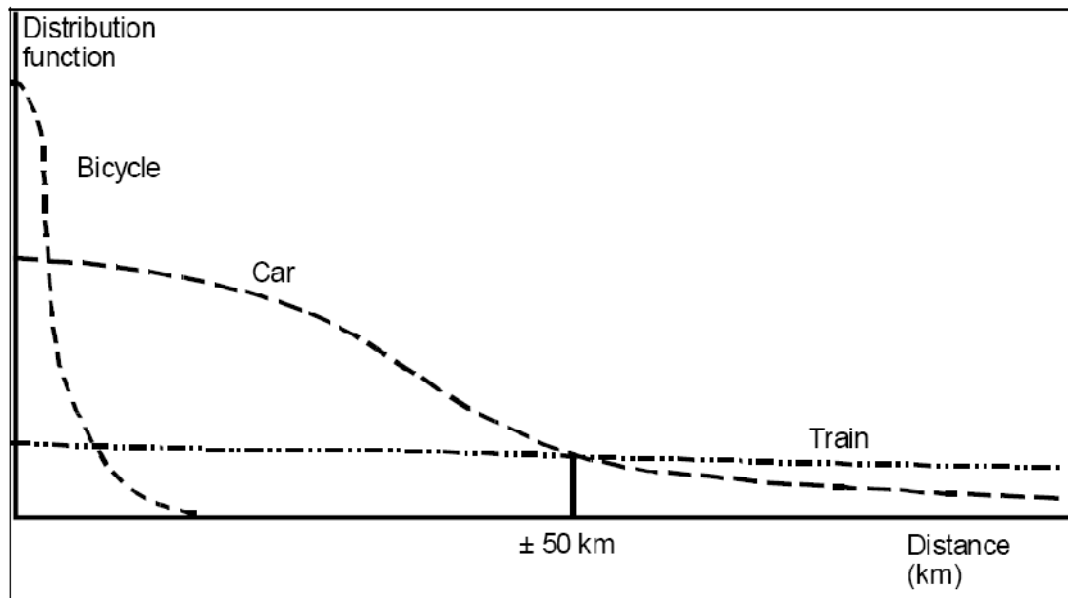
Når der skal udledes en afstandsfunktion ud fra empiriske data, er der fire krav til funktionen som kan være relevante at overveje om skal opfyldes; disse krav er:

Tabel 2: Krav til afstandsfunktioner, og implementering i trafikmodellen.

Krav til afstandsfunktion	Betydning i trafikmodel
$f(D_{ij}) \geq f(D_{ij} + \Delta D)$ hvis $\Delta D > 0$	Funktionen skal aftage med at den generaliserede rejsetid (eller omkostning) stiger; en større rejsetid skal lede til mindsket ønske om at foretage en tur.
Udtrykket $\int_0^\infty f(D) D dD$ er endeligt	Dette krav indbefatter at et begrænset antal ture kommer fra hver zone, også selvom zonen ikke er afgrænset. Hvis kravet ikke er opfyldt, er antallet af ture afhængigt af grænserne for studie området, så model parametrene ikke kan overføres til andre studier.
Brøken $\frac{F(D_{ij})}{F(D_{ij})}$ er afhængig af D_{ij} 's værdi	Dette krav udtrykker, at hvis rejsetiden reduceres med en konstant faktor, har det indflydelse på turfordelingen for alle zoner.
$\frac{F(D_{ij} + \Delta D)}{F(D_{ij})} > \frac{F(D_{ij} + \Delta D + k)}{F(D_{ij} + k)}$ hvis $k > 0$	Det marginale fald i ønsket om at foretage en tur, øges med afstanden.

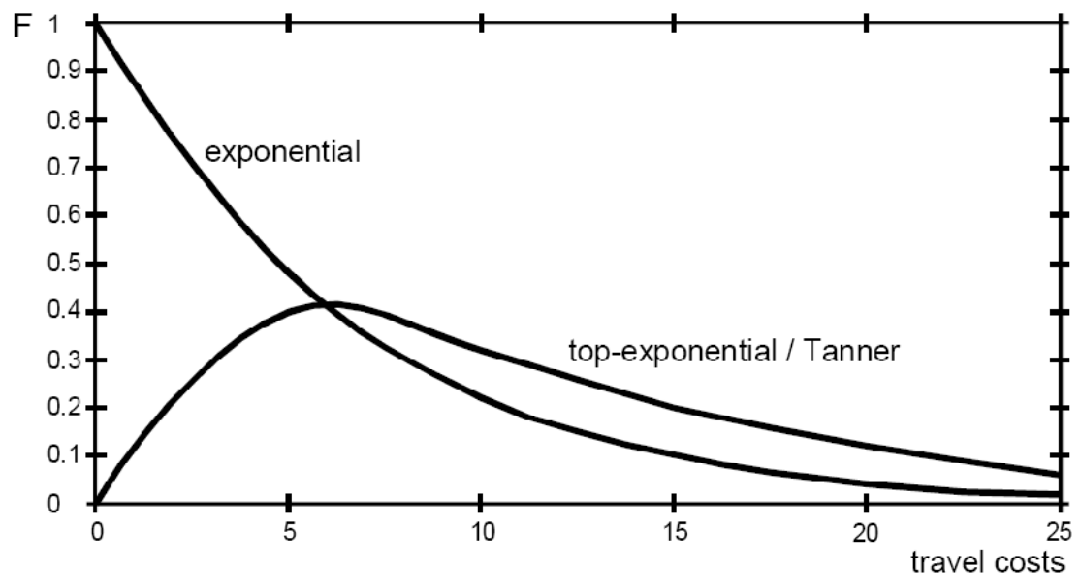
Det er dog langt fra i alle tilfælde at disse krav kan opfyldes, når afstandsfunktionen skal tilpasses 'den virkelige verden'. Hvis der laves en afstandsfunktion over ture foretaget i bil, vil der ifølge empiriske data ikke være et konstant fald i rejselysten jo mere afstanden stiger. I virkeligheden er der en stigning i starten, som følge af at en person ikke er villig til at tage bilen og køre 200 meter (Bovy et.al 2006). Der skal en vis afstand til, før det kan svare sig at starte sin bil, forlade en eventuel parkeringsplads i byen, finde en ny parkeringsplads og måske endda betale parkeringsafgift. For disse korte ture er bilen ikke at foretrække frem for cykel eller gåben.

Figur 9 viser et typisk eksempel på afstandsfunktioner for forskellige transportmidler, hvor funktionen altid falder med afstanden. Af interessante egenskaber ved funktionerne ses at rejser med cykel stort set kun sker så længe rejsen er under 10 kilometer. Der er også interessant at ved 50 km, er der lige mange tog og bil rejsende. Rejsetidsfunktioner findes empirisk og ofte skelnes der mellem turens formål, det kunne fx tænkes at ture til arbejde er længere end indkøbsture.



Figur 9: Graferne viser hvorledes antallet af ture falder som funktion af afstanden for forskellige transportmidler. (Bovy et.al. 2006:70)

Når funktionen for rejsetiden skal findes, kan der benyttes forskellige udtryk der beskriver den empirisk fundne funktion. I denne rapport nævnes to eksempler på funktioner der kan benyttes, og disse er eksponentiel funktion og top-eksponentiel funktion. Disse to er udvalgt fordi de bedst beskriver afstandsfunktionen for den empiri, der er brugt i dette projekt. De to funktioner er vist i Figur 10.



Figur 10: Der er to forskellige funktioner som er relevante at benytte i forbindelse med beskrivelsen af afstandsfunktionen. (Bovy et.al. 2006:73)

Ekspontentiell funktionen beskrives:

$$f_{ij}(D_{ij}) = \alpha \cdot \exp(\beta D_{ij})$$

Hvor D_{ij} er rejsetiden fra zone i til j . Den eksponentielle funktion har den fordel at den er nem at applikere, der er ikke så meget regneteknisk i vejen for at benytte funktionen. Til gengæld har den eksponentielle funktion den ulempe at den hele tiden falder som funktion af rejseafstanden, hvilket ikke helt passer til empiriske observationer med bilture. For at kompensere for en stigning i begyndelsen af funktionen, kan der benyttes en top-eksponentiell funktion, der også er vist i Figur 10. En top-eksponentiell funktion opfylder ikke første betingelse for afstandsfunktioner, idet den stiger i starten. En top-eksponentiell funktion udtrykkes:

$$f_{ij}(D_{ij}) = \alpha D_{ij}^{\gamma} \exp(\beta D_{ij})$$

Til modellen for Østjylland bliver der benyttet en eksponentiell funktion, idet dens matematiske egenskaber gør den lettere at arbejde med, og fordi modellens enkelthed gør, at de ulemper der er ved eksponentiellfunktioner ikke overskygger fordelene i at modellen bliver enkel og nem at gennemskue. Rent empirisk passer de intraregionale ture i Østjylland også ganske udmærket med en eksponentiellfunktion, dette vil blive vist i analysen. (Bovy et.al. 2006).

Rejseomkostning

Funktionen $f(D_{ij})$ er en funktion af rejseomkostningen. Selve rejseomkostningen kan angives på flere måder. Til modellen skal bruges et tal for omkostningen fra zone i til zone j , og på baggrund af denne omkostning bliver der så et fald i antallet af ture afhængig af størrelsen af omkostningen. Omkostningen kan altså være antal meter fra zone i til j , målt via vejnettet. Det kan også være rejsetid, altså antal minutter fra zone i til j . Nogle modeller regner også med omkostningen i kroner (hvis det er i Danmark). (Bovy et.al 2006).

4.3 Normalisering

Det sidste trin der skal udføres inden turene fordeles over zonerne, er et rent banalt træk. I starten udregnedes turproduktionen, og bagefter blev der udregnet en attraktion. Der er dog ingen garanti for at disse to størrelser ifølge udregningen er lige store, det ville faktisk være bemærkelsesværdig hvis de to størrelser var lige store, da de benytter forskellige parametre. Turproduktionen og attraktionen skal dog være lige

store, idet alle ture der produceres, skal gå et eller andet sted hen. Problemet løses ved at normalisere i forhold til produktionen, idet produktionen ofte er det bedste estimat i forhold til hvor mange ture der reelt foretages. Det der skal findes frem til er at alle producerede ture (P_i) fra i skal være lig alle attraherede ture (A_j) til j , udtrykt ved:

$$\sum_i P_i = \sum_j A_j$$

For at gøre dette, findes der en konstant (k) der ganges på alle attraktionerne, som gør at ovenstående sætning bliver sand (Ortúzar & Willumsen 2006):

$$k = \frac{\sum_i P_i}{\sum_j A_j}$$

Normaliseringen udføres ved at gange k på A_j .

4.4 Statistiske tests

Der er to statistiske tests som der igennem hele analysen vil blive kigget på, det er korrelationskvotienten og p-værdien. De to test værdier siger noget om datagrundlagets validitet. Korrelationskvotienten siger noget om relationen mellem de afhængige og uafhængige variabler, og p-værdien siger noget om datasættets konsistens eller inkonsistens. Sådanne indikatorer er væsentlige for at vurdere grundlaget for ens analyse. Disse tests er ikke noget specifikt for hverken turproduktionen eller turfordelingen, men nogle generelle værktøjer der ofte bruges i forbindelse med statistiske analyser.

4.4.1 Korrelationskvotient

Formålet med korrelationskvotienten er at vurdere forholdet mellem to variabler. Ligger alle observationerne meget tæt på linjen, modsat at de ligger spredt ud i hele diagrammet, kan man hurtigt vurdere at det første sæt observationer har et tydeligere forhold mellem dets to variabler. Der er dog behov for et redskab som kan bruges til at vurdere hvor godt forholdet er mellem to variabler, hvor man måske nok kan se at der er en relation, men ikke umiddelbart kan sige hvor 'gode' observationerne er. Til dette formål kan man bruge R square, eller R^2 , som fortæller hvor stor del af den totale variation af Y variabelen der kan forklares af regressionen af X variabelen. Værdien af R^2 kan gå fra 0 til 1, og jo tættere R^2 er på 1, jo større andel af variationen af Y kan forklares af X. Hvis R^2 er lig med 1, så forklares 100 % af variationen af Y. Det er altså

bedst med en R^2 værdi der ligger så tæt på 1 som muligt. En R^2 på 0,35 'fortæller' at 35 % af X variabelen forklarer variationen af Y variabelen. (Burt & Barber 1996).

4.4.2 P-værdi

P-værdien er et mål for hvor meget bevis vi har mod en nul-hypotese. En nul-hypotese repræsenterer hypotesen for at der ingen sammenhæng er. Meget forskning går ud på at lave en hypotese og derpå indsamle data til at teste hypotesen. Det kunne fx være en hypotese om, at et lægemiddel har en effekt på testpersonerne. Nul hypotesen vil så være den hypotese, at lægemidlet ingen effekt har. Normalt vil forskere afvise en nul-hypotese hvis p-værdien er under 0,05, i dette tilfælde vil ens data være så inkonsistent at man ud fra data ikke kan forudsige en effekt. (children's mercy 2008) P-værdien i denne rapport, bliver også refereret til som 'sig.' værdien, idet det er dette statistikprogrammet SPSS kalder den.

5 Databehandling

Til beregning af turproduktionen og turfordeling bruges TU-data (transportvaneundersøgelse). TU-data er blevet indsamlet løbende fra 1981 frem til 2003 og genoptaget i 2006. Danmarks statistik har stået for indsamling af data fra 1981 til 2003, ved genoptagelsen i 2006 er dataindsamling blevet udført af Synovate (DTU 2008). Programmet SPSS bruges til at behandle TU data. De TU-data der benyttes består af to filer som indeholder forskellige data. Til visualisering af data benyttes ArcGIS. Dette afsnit beskriver hvorledes der er skåret i data, og hvordan de ellers er blevet behandlet. TU-data er meget omfattende, og datagrundlaget for både turproduktion og turfordeling er en begrænset del af hele datasættet, derfor beskrives databehandlingen først separat, idet det er gældende for hele analysen.

5.1 Ture der inkluderes

TU-data indeholdes i flere forskellige filer der hver især aggregerer og fremstiller data på forskellig måde. De to filer der danner grundlag for denne analyse kaldes tur-filen og ip-filen (ip = interview person). Tur-filens cases er ture der er foretaget, én tur er én række med oplysninger, der kan således godt være flere ture (cases) foretaget af den samme person samme dag. Ip-filens cases er defineret af personer, det vil sige at hver case er én persons aktiviteter på en bestemt dag. Hver case beskriver derfor personens egenskaber: antal ture, indkomst osv. Der er klippet i de to filer der benyttes til analysen, for at datagrundlaget bliver så specifikt tilrettelagt for Østjylland som muligt. Det kunne fx tænkes at pendlingstransportformen er anderledes i hovedstaden, hvor den kollektive trafik er mere udbygget.

Tur-filen indeholder ca. 500.000 cases, hvor hver case har en række og hver case repræsenterer én tur. En tur kunne fx være fra hjem til arbejde. IP-filen indeholder ca. 180.000 cases eller rækker.



Figur 11: Ved at klippe i tur-filen, mindskes antallet af cases fra trin til trin. Til sidst endes op med at der er 7900 cases som danner basis for analysen. I det trin hvor transportformen defineres til bil og tog er der ingen reduktion i antal cases. Dette skyldes at der ikke klippes i data, men defineres om turen har værdien '1' eller '0'. '0' ture skal ikke fjernes, idet der så ville være fremkommet et forkert gennem-snitligt antal ture i sidste trin. Den gule markering indikerer hvad der defineres i pågældende trin.

Hver case repræsenterer en interviewperson eller respondent. I denne fil er alle turene altså aggregeret for hver respondent, og af samme årsag er der i denne fil knap så mange cases som i tur-filen. Det er mest tur-filen som danner grundlag for analyserne i denne rapport. Grunden til dette er hvilke kriterier der skal klippes i data. Herunder er vist hvordan tur-filen er klippet til.

5.1.1 Tidspunkter

Det antages at vejnettet skal kunne holde til en trafikbelastning som måtte forekomme på almindelige hverdage, hvor den daglige pendling er aktiv. Derfor tages der udgangspunkt i data der er registreret på hverdage, og alle ture registreret i weekender og helligdage er derfor frasortet. Forskellen på om alle dage inkluderes eller kun hverdage er dog ikke så stor, hvis alle dage var inkluderet, ville hverdagene stadigvæk 'optage' ca. 5/7 af observationerne. Hvis ikke andet er angivet, er datagrundlaget i analyserne baseret udelukkende på hverdage. Derudover er der klippet i data med hensyn til hvilke år der bruges til analysen, der bruges data fra 2001, 2002, 2003 og 2006.

Definition af tur: en tur i denne rapport er hvad der i TU kaldes en dagtur. En dagtur er en tur med ét bestemt formål, fx består formålene hjem-arbejde-indkøb-hjem af tre dagture; nemlig hjem-arbejde, arbejde-indkøb og indkøb-hjem. Hvis der skiftes transportmiddel undervejs til fx hjem-arbejde formålet fx fra cykel til tog, er det stadig kun én tur. Der medregnes ikke erhvervsture, fx ture en buschauffør fortager på sin rute med sin bus. (DTU 2008)

5.1.2 Transportmidler

I alle analyser der foretages i denne rapport er det kun ture foretaget enten med bil eller tog (eller begge dele) der opfattes som en tur. Det vil sige at en tur foretaget på cykel eller til fods ikke inkluderes som en tur. En tur kan godt være et resultat af forskellige transportformer, en respondent kan fx tage sin cykel ned til en togstation og tage toget derfra. En sådan tur er i analysen registreret som en tur da tog indgår som en del af hele turen. Der kan være steder i rapporten hvor der fx sammenlignes med ture foretaget med andre transportformer, i disse tilfælde vil det blive nævnt at der inkluderes andet end biler og togture.

I udregningen af turproduktionen tælles alle ture foretaget med bil og/eller tog som '1', og alle andre ture som '0'. Bil og/eller tog skal blot være en del af turen for at den tæller som tur (man kan fx tage sin cykel til stationen, hvilket ikke udelukker at tog bruges som transportmiddel en del af turen). I selve udregningen udelukkes '0' ture ikke, da der ellers ville komme et alt for højt gennemsnitstal for befolkningen som helhed.

Eksempel: Hvis vi har 100 respondenter hvor 75 af dem har taget 2 ture med bil/tog i døgnet, og resten har cyklet, duer det ikke at udelukke '0' turene (dem der har cyklet). Hvis vi gjorde det, ville turproduktionen være 2 ture i døgnet, foretaget i bil/tog, for hele befolkningen. Dette tal ville være for højt, idet der jo er 100 respondenter og ikke kun 75, som alle ture skal fordeles ud på.

I udregning af turfordelingen, forholder det sig lidt anderledes end med turproduktionen. Der skelnes stadig mellem bil/tog ture, men ture der er foretaget med andet end bil/tog, er helt skåret væk. I turfordelingen kigges der kun på hvordan fordelingen er for bil/tog ture, derfor skal der ikke inkluderes ture der foretages med andre transportmidler.

Der tages i rapporten udgangspunkt i ture foretaget enten i bil eller tog, eller begge dele. Ud af de 23 455 ture der er skåret ud af datasættet så de passer til Østjylland, er der 14 005 ture hvor bil og/eller tog indgår som transportmiddel på turen. Ud af de 14 005 ture er 82,7 % foretaget udelukkende som fører af en bil, og 15,6 % er foretaget udelukkende som passager i en bil. Sammenlagt betyder det, at når der i rapporten omtales bil/tog ture, så er 98,3 % af disse ture foretaget med bil som eneste transportmiddel.

5.1.3 Geografisk afgrænsning

Det geografiske område modellen er lavet for, er vist i Figur 12. Afgrænsningen er stort set overensstemmende med region Østjylland som defineret i landsplanredegørelsen 2006. Der er en lille variation i afgrænsningen fra Østjylland og den som benyttes, idet turproduktionen og turfordelingen opgøres på sogneniveau. Sogdenes afgrænsning passer ikke i alle tilfælde med den Østjyske regions afgrænsning, men variationerne er minimale og vurderes uden betydning. I dataindsamlingen af tal til beregning af turproduktionen, anvendes tal der er inddelt efter TU-zoner. TU-zoner er en tredje type geografisk inddeling, og disses grænser er heller ikke 100 % overensstemmende med region Østjylland. I beregning af turproduktion er det dog ikke af stor betydning idet det væsentlige er, at der beregnes hvor mange ture et individ foretager på en dag.



Figur 12: De Østjyske sogne er markeret mørkere på Danmarkskortet. Disse sogne danner grundlag for analysens geografiske omfang.

Grundlaget for analyserne i denne rapport, er ture med start og slut indenfor sogne der ligger i Østjylland jævnfør Figur 12. Det er altså udelukkende intraregionale ture der indgår i analysen. Dette kan muligvis give anledning til en fejlkilde, idet det må tænkes at respondenter bosiddende i den østlige del af Østjylland, har flere intraregionale ture, end respondenter der på tæt på 'grænsen' mellem Østjylland og det resterende Danmark. Datagrundlaget er dog ret spinkelt når der ses på enkelte TU-zoner. Der er ca. 14 respondenter i gennemsnit i hver TU-zone, og i mange zoner er der slet ikke nogen respondenter. På det grundlag er der ikke basis for at lave en analyse af om der er flere intraregionale ture i den østlige del, kontra de mere perifere zoner.

Del 2 Modellen

I denne del regnes de parametre og konstanter der skal bruges for at udregne produktion, attraktion og turfordeling. Disse komponenter udgør hovedbestanddelen af modellen. Kapitlerne indeholdt i del 2 er:

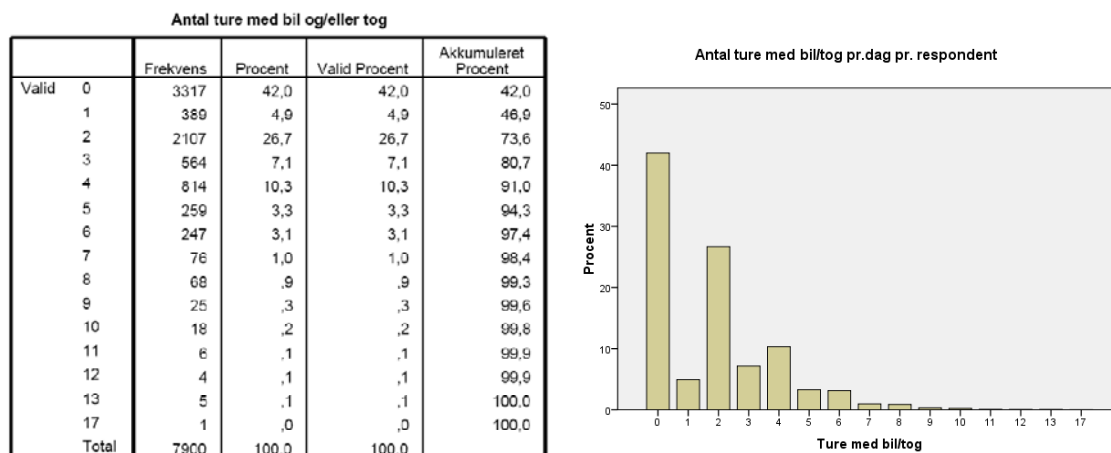
- Turproduktion
- Turfordeling

6 Turproduktion

I dette afsnit er formålet at udregne to overordnede værdier for hvert af sognene i Østjylland. Den første værdi er den egentlige produktion; det antal ture som et sogn producerer. Den anden værdi er attraktionen for hvert af sognene. Attraktionen er modsat produktionen ikke et egentligt tal for antal ture, men en værdi, der angiver hvor mange ture der attraheres til sognet relativt i forhold til de andre sogne. I forhold til produktionen, undersøges variabler for brugbarhed i udregningen. I teoriafsnittet blev der argumenteret for, at turproduktionen bliver undersøgt med udgangspunkt i en regressionsanalyse. Derfor undersøges de forskellige variabler i dette afsnit, med udgangspunkt i hvorledes de kan applikeres i en regressionsanalyse, og danne grundlag for turproduktionen. Til sidst argumenteres der for hvilke parametre der skal ligge til grund for attraktionsværdien for sognene, og alle attraktionerne udregnes derefter.

6.1 Overordnede tal

I dette afsnit omhandlende turproduktion, undersøges forskellige variabler for om de har relation til det antal ture en person foretager på en dag. De forskellige variabler der undersøges er; indkomst, alder og køn. Der undersøges for antal ture hvor bil og/eller tog indgår i turkæden. Det er udelukkende ture med start og slut i Østjylland, og foretaget på en hverdag, der danner grundlag for beregningen.



Figur 13: Turfrekvensen. Viser frekvensen over antal ture pr. dag pr. respondent på hverdage.

Før relationen mellem de nævnte variabler og antal ture beskrives, fremlægges først mere overordnede tal for ture foretaget med bil og/eller tog. Dette gøres for at danne et overblik over hvor mange ture det kan forventes en person bosiddende i Østjylland foretager på en dag.

Turfrekvensen er vist i Figur 13. Den første kolonne angiver antal ture med bil og/eller tog, frekvensen vises i den næste kolonne, og det kan ses at der fx er 3317 observationer, hvor der ikke er foretaget en bil/tog tur. Dette tal svarer til 42 procent, som angivet i tredje kolonne. Den sidste kolonne viser den akkumulerede procentandel af ture. Den akkumulerede procent, er interessant idet det kan ses at langt størstedelen af respondenterne i undersøgelsen (over 90 %) foretager 4 eller færre ture pr. dag. En visualisering af frekvensen over antal ture, giver ikke flere informationer, men det tydeliggøres dog at et lige antal ture pr. dag er det mest almindelige, se Figur 13 til højre. Det er også ganske logisk at det forholder sig sådan, idet man normalt skal tilbage til hjemmet efter at have været på arbejde eller uddannelse.

Det er interessant at over 40 % ikke foretager nogen ture med bil eller tog, det er en ganske betydelig andel, og forklaringen er at cykel, gang, og andre offentlige transportmidler udgør en ganske betragtelig del af befordringsmidlerne for nogle grupper. Hvis der tages udgangspunkt i alle ture uanset transportformen, er frekvensen af '0' ture nede på 16,7 % (se bilag A). Af tallene kan der ligeledes udregnes et gennemsnits antal ture for et individ. Gennemsnitstallet udregnes på baggrund af de respondenter der er i den sidste inderste kasse i Figur 11, altså gennemsnits tur antallet for 7900 respondenter. Herved fås en turproduktion på 1,77 ture pr. dag for et

individ i Østjylland, med en standartafvigelse på 2. For ture med alle typer befordring er turproduktionen for en person på 2,87 ture (se bilag A).

Det er bedst hvis det gennemsnitlige turantal kan sammenlignes med tal fra andre undersøgelser, der har fundet turantal på baggrund af andre data. Det er umiddelbart ikke mange erfaringer der kan findes fra Danmark, men eksemplet på en krydsklassifikation i Tabel 1, giver nogle rigtige tal. Problemet med at finde sammenlignelige tal, opstår bl.a. i kraft af at det ofte er en anden 'enhed' andre undersøgelser bruger. Eksemplet fra Tabel 1 bruges fx ture pr. bil, og ikke pr. person som denne rapport bruger. For at gøre en sammenligning tilnærmelsesvis lettere, er tal fra alle typer ture listet i Tabel 3. Den sidste kategori er med for at udregne et tal der tilnærmelsesvist kan sammenlignes med tallene i Tabel 1, hvor enheden er ture pr. bil. I Tabel 1 er produktionen på omkring 3-4 ture, og i Tabel 3 er tallet det er tættest sammenligneligt på 2,7. Afvigelsen kan være grundet mange ting, men først og fremmest er enheden stadig ikke den samme.

Tabel 3: Tal baseret på persondata (IP filen), hvor alle typer ture er inkluderet (ikke kun bil og tog). (TU data 2001-2006)

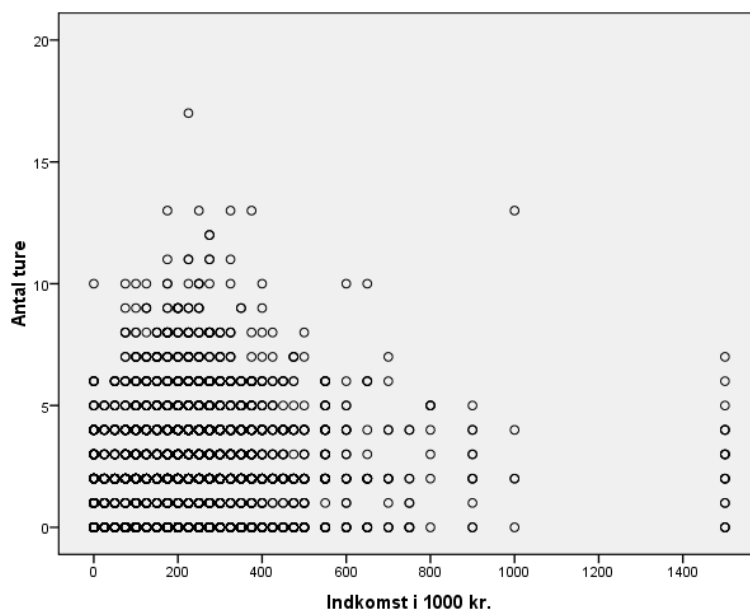
	Gns. ture	Std. afvigelse	# Cases
Alle i Østjylland i 2001-2006 på hverdage	2,87	2,1	8200
Indkomster > 125.000	3,31	2,1	4074
Indkomster = < 125.000	2,43	2	1891
Mænd	2,83	2	3979
Kvinder	2,91	2,2	4221
Har kørekort og mindst 1 bil til rådighed*	2,7**	2,2	5543
*= Mindst én bil til rådighed, betyder at bilen ikke deles med andre. Der ville kun være ½ bil til rådighed, hvis 2 personer i husstanden deltes om én bil. ** = udelukkende bil/tog ture			

I USA går turproduktionen på omkring 3-4 ture om dagen i forskellige undersøgelser pr. person, dog med variation afhængig af indkomst. Problemet med sammenligningen her, er at tallene i visse tilfælde er opgjort på husstande, så der potentielt er flere personer om at udføre turene (RITA - Bureau of transportation statistics 2001) (Knoxville Metropolitan Planning Commission 2001). Her skal det nok understreges at kørsel i bil godt kan være mere udbredt i USA, bl.a. grundet billigere biler, hvilket betyder bilen er mere udbredt i alle samfundslag.

6.2 Indkomst

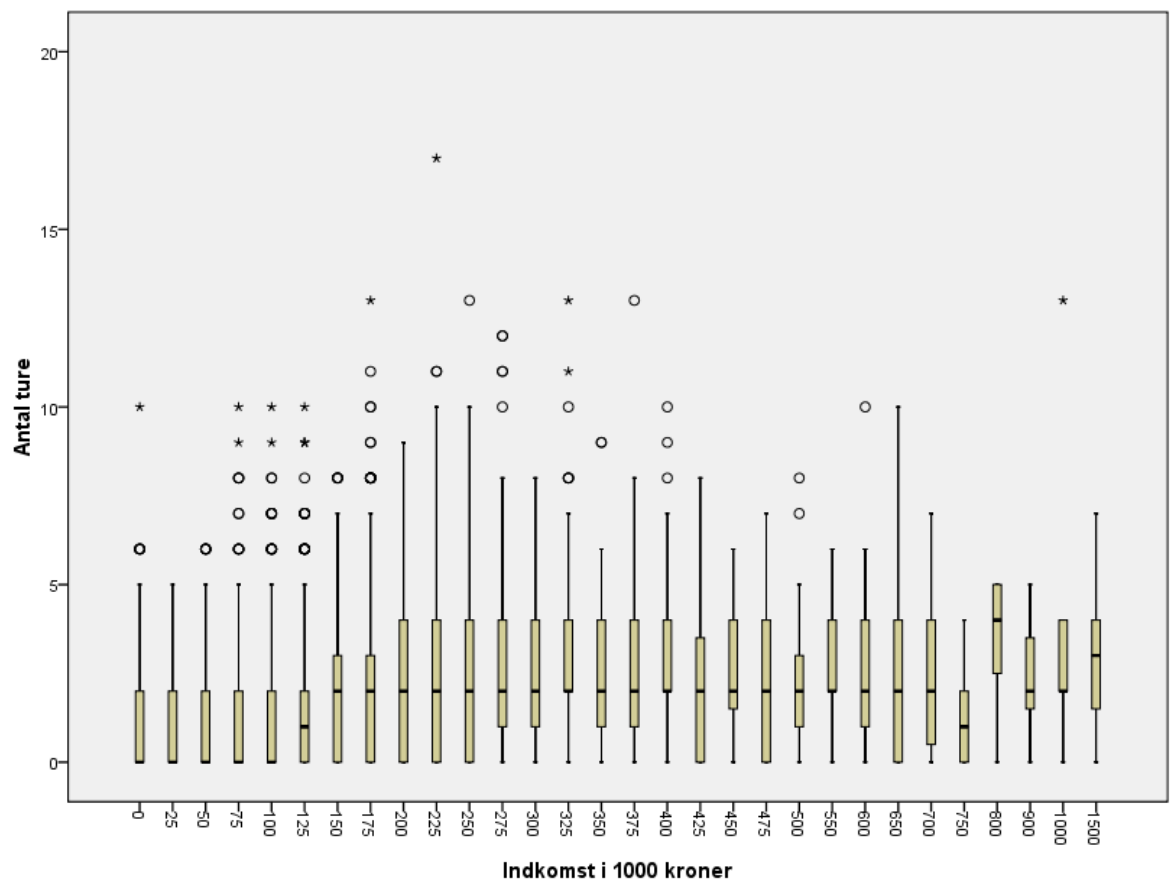
Indkomsten er traditionelt en af de mest signifikante variabler der benyttes til at bestemme turproduktionen i en trafikmodel (Bovy et.al. 2006;40). Jo højere indkomst jo flere ture. Derfor undersøges der i følgende afsnit for relationen mellem indkomst og antal ture produceret.

Et simpelt plot med indkomstniveauer fordelt hen ad X-aksen og antal ture op ad Y-aksen kan give et førstehåndsindtryk af relationen mellem de to variabler. Plottet ses i Figur 14.



Figur 14: Grafen er et plot hvor hver observation er en respondent.

Plottet viser umiddelbart at langt de fleste observationer er samlet fra 0 til 5 ture (y-aksen) og i indkomster op til ca. 500.000 kroner (x-aksen). Det kan ses at der er en lille stigning i antallet af observationer når man kommer over 0 kroner i indkomst. Observationerne er aftagende både ud af X og Y-aksen ved stigning af værdierne, så der er en sammenhæng mellem antal ture og indkomsten. Det er svært at se hvorledes koncentrationerne af observationer fordeler sig i figuren, så det er vanskeligt at se om regressionsanalysen vil resultere i en lineær regressionslinje, en logistisk eller potensfordelt. En måde at få bedre overblik over observationerne, er at lave et box-plot, hvor spredningerne er vist med medianer angivet og hvor hovedparten af observationerne befinder sig. Boxplottet er vist i Figur 15.



Figur 15: Boxplot over respondenternes turantal. Der vises i plottet spredningen af observationerne (tynd sort streg), ekstreme værdier (prikker for flere observationer og stjerne for enkelte observationer), kvartiler indeholdende en fjerdedel af observationerne (brunt område), og median (sort streg et sted i kvartilen) som indikere stedet hvor der er lige mange observationer over og under.

Boxplottet viser noget som scatter plottet ikke gør; den skaber et bedre overblik over spredningen af observationerne. Ud fra plottet kan der bedre dannes et billede af hvilken type regressionslinje der passer bedst med observationerne. Observationerne i Figur 15 viser at antallet af ture produceret, er nogenlunde stabilt, når blot indkomsten kommer over ca. 125.000 kroner årligt. Ved indkomster over 125.000 er der en stigning i antallet af ture, således kan det ses at medianen går fra 0 ture, til ca. 2 ture når indkomsten overstiger 125.000 kroner årligt. Det kan virke bemærkelsesværdigt at en median kan ligge på '0', men det er ikke forkert, idet over halvdelen af dem med indkomster på '0' også har 0 ture. Herefter har det ikke den store betydning om man tjener 200.000 om året eller det dobbelte. Det virker også rimeligt logisk at når indkomsten når et bestemt niveau, så har man som udgangspunkt 2 ture om dagen, nemlig fra hjem til arbejde og tilbage igen. Den betydning indkomsten kan have over de 200.000 er måske mere om turene bliver foretaget i en BMW eller i tog.

Hældningen på en lineær regressionslinje over indkomsterne, kan sige noget om hvor betydende indkomsten er for det antal ture der produceres for hver indkomstgruppe. Resultatet af udregningen er vist nedenfor, med regressionslinjen indtegnet i et scatterplot.

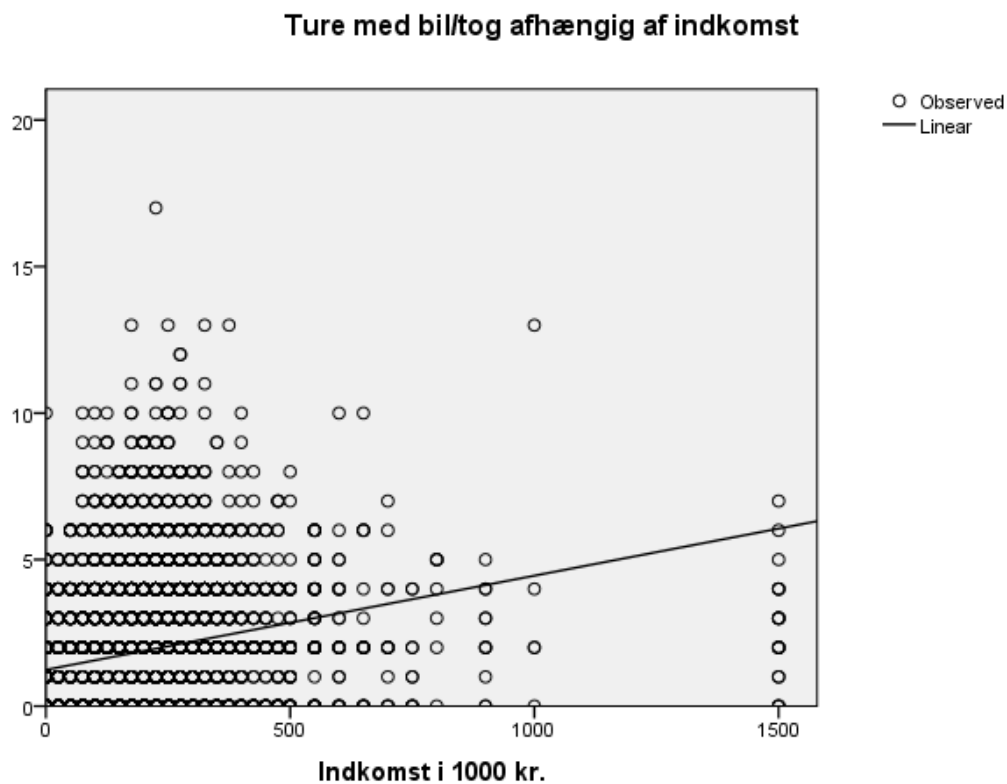
Tabel 4: Tabellen viser nogle af de vigtigste informationer om den lineære regression der udregnes. Ligningen for linjen er $Y=aX+b$, hvor X er årsindkomst i 1.000 kroner, $R^2 = 0,058$, P-værdi = 0,000 og hældningen er 0,003.

Model Summary and Parameter Estimates

Afhængig variabel: Ture med bil og/eller
tog

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	,058	377,420	1	6182	,000	1,240	,003

Den uafhængige variabel er indkomst.



Figur 16: Regressionslinjen der er tilnærmet observationerne i forhold til indkomster.

I resultatet for udregningen af den lineære regressionsligning kan det ses at b_1 (hældningen på linjen) er 0,003. Hældningen siger noget om hvad betydning indkomsten har for antal ture. I denne regressionsudregning, betyder en hældning på 0,003 at forskellen mellem en indkomst på 20.000 kroner og en på 40.000 om måneden, er 0,72 ture om dagen. Spørgsmålet er om dette tal er til at stole på. Det kan nogle af de andre resultater i udregningen fortælle noget om. Sig værdien, skal være så lav som muligt, og da den er 0,000 er outputtet fint nok med hensyn til sig. værdien.

R^2 værdien er en anden vigtig indikator for estimering af regressionsanalysen. R^2 værdien forklarer hvor stor proportion af variationen i den afhængige variabel (Y) der kan forklares af den uafhængige (X) variabel. I denne analyse betyder det at R^2 , siger noget om hvor stor del af variationen i antal ture, der kan forklares af indkomsten. I vores resultat fra SPSS, ses det at R^2 er ca. 6 procent. Denne andel der forklare variationen måtte gerne være større end 6 %. Grunden til at R^2 ikke er større, er måske at en lineær regression ikke er den mest optimale metode til at beskrive relationen mellem antal ture og indkomst.

Problemet i at lave en lineær regressionsanalyse over ture og indkomster, er at en lineær fordeling vil betyde at turproduktionen bare stiger og stiger med indkomsten. Dette er ikke logisk idet en mangemillionær ikke kan forventes af tage proportionalt mange flere ture end en 'almindelig' arbejdende person. Det er mere indlysende at regressionen vil være logistisk, idet der ved et bestemt indkomstniveau ikke længere er basis for at turproduktionen stiger mere. Derfor vil kurven flade ud, og turproduktionen er stabil efter et bestemt indkomstniveau er nået.

Plottet i Figur 15 viser da også, at turproduktionen ret hurtigt flader ud, til at være stabilt efter indkomster over 125.000 kroner om året, indkomster under dette niveau virker til at resultere i et ret lavt turantal. Sammenholdt med at stigningen er markant ved 125.000 kroner, tyder på at regressionsligningen for indkomsterne vil passe bedst med en logistisk relation. 125.000 kroners indkomsten, tolkes som en grænseværdi for hvornår der er mulighed for bilkøb. Dette resulterer i en brat stigning i antal ture, for derefter hurtigt at flade ud. For at undersøge om der er en nogen større forskel mellem turproduktionen for indkomster under 125.000 end for indkomster over, kan vi se på turproduktionen for hver af de to faktorer. Turproduktionen for indkomster under 125.000 er på 1,03, hvor det er på 2,26 for indkomster på 125.000 og derover (se bilag B). Så der er en relativ stor forskel på de to grupper. For en trafikmodel hvor analysegrundlaget er meget enkelt, fx turproduktionen for en person, kunne det derfor

være relevant i det mindste at skelne imellem disse to indkomstgrupper, hvor de interne forskelle er små, men hvor skellet er ret stort. Det kunne give forskellige udfald i bycentrene, om man blot tager turproduktionen for en person, eller deler det op i indkomstgrupper over og under 125.000 kroner. I bycentrene især, vil det have betydning, fordi fordelingen mellem unge, ældre og i dem i den erhvervsaktive alder normalt er meget skæv, med en koncentration af unge og ældre i centrum af byerne (altså indkomster under 125.000).

En logistisk regression er ret kompliceret at udføre, især fordi den afhængige variabel ikke er binær. For at undersøge indkomstniveauets indflydelse på turproduktionen, undersøges derfor for en lineær regression for hhv. indkomster under 125.000 og indkomster lig med eller over 125.000. Herved kan det antages at R^2 bliver højere end de 6 % der var for alle indkomster. Hældningen på de 2 lineære regressioner vil være mindre betydende. Resultaterne for de lineære regressioner for hhv. indkomster under 125.000 kroner og over 125.000 kroner er vist nedenfor. Det burde være sådan, at en større proportion af variationerne af Y kan forklares af X, når indkomsterne deles op, idet medianerne for hver gruppe er mere konsistente internt. Selve gruppen af indkomster på 125.000 er ikke medtaget, idet denne gruppe ikke entydigt er med i den ene eller anden gruppe. Derfor udelades den, idet der udelukkende skal undersøges for om R^2 kan 'forbedres' ved at se på grupper af respondenter, der har en mere lineær relation end alle sammen har set over ét.

Tabel 5: Tabellen viser nogle af de vigtigste informationer om den lineære regression der udregnes. Ligningen for linjen er $Y=aX+b$, hvor X er årsindkomst i 1.000 kroner, $R^2 = 0,004$, P-værdi = 0,005 og hældningen er 0,003.

Model Summary and Parameter Estimates

Den afhængige variabel er antal ture i bil/tog.

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	,004	8,089	1	1884	,005	,877	,003

Den uafhængige variabel er indkomster under 125.000 kroner

Tabel 6: Tabellen viser nogle af de vigtigste informationer om den lineære regression der udregnes. Ligningen for linjen er $Y=aX+b$, hvor X er årsindkomst i 1.000 kroner, $R^2 = 0,005$, P -værdi = 0,000 og hældningen er 0,001.

Model Summary and Parameter Estimates

Den afhængige variabel er antal ture i bil/tog.

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	,005	18,496	1	3894	,000	2,039	,001

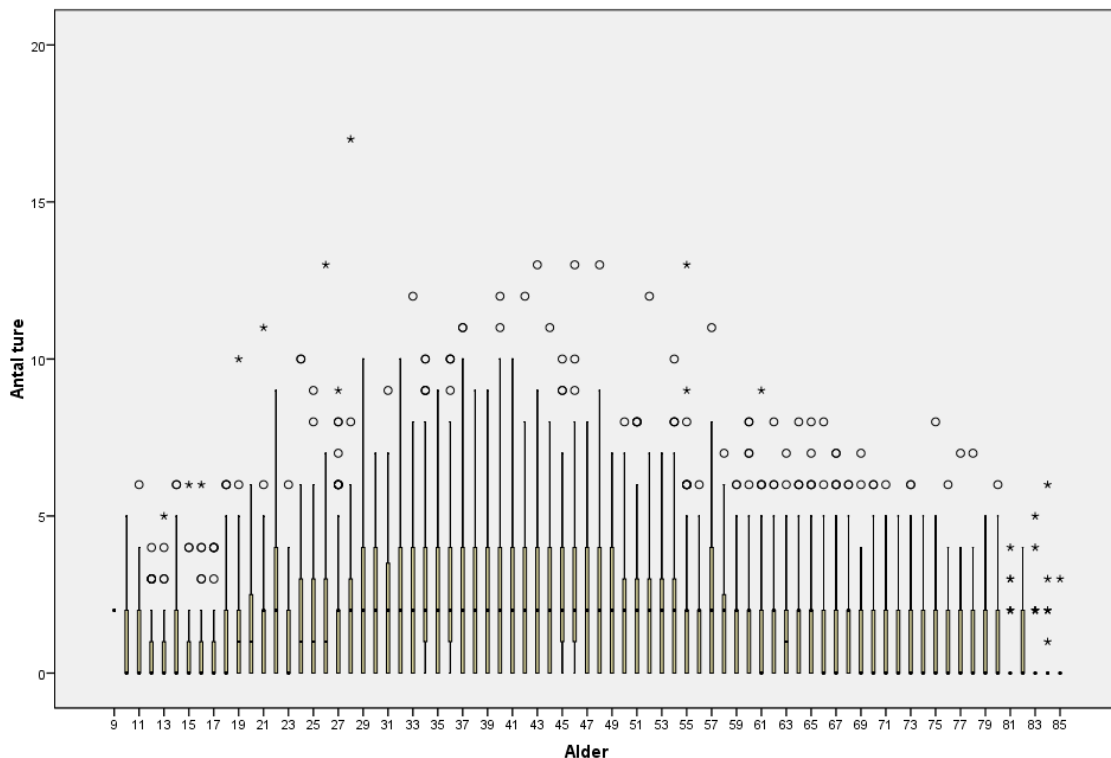
Den uafhængige variabel er indkomster over 125.000 kroner.

Begge outputs viser noget andet end forventet. Hældningen (b_1) er som man kunne forvente; ret lille, idet den bratte stigning i antal ture nu er elimineret. Sig værdien er stadig lille. Men det uventede er at R^2 er mindre end R^2 var for alle observationer, endog i begge grupperinger. R^2 var ellers forventet at være større end de 0,058 som den er for alle indkomster. Tilsyneladende kan en endnu mindre del af Y forklares af X , når grupperingerne ses isoleret. Dette er uventet og uforklarligt, idet Figur 15 ellers viser at der er ret stor entydighed i de to indkomstgrupper hver for sig. Hvad der kan siges er at turproduktionen for indkomster under 125.000 kroner er under halvdelen af hvad det er for indkomster på 125.000 kroner og derover. Dette er den mest signifikante egenskab ved indkomst parameteren.

6.3 Alder

Alder er en anden variabel der kan have betydning for hvor mange ture man producere. Alder er interessant, fordi det må forventes at man generelt vil se at ældre respondenter (fx over 64 år) har færre antal, som konsekvens af man forlader arbejdsmarkedet. Ligeledes må det forventes at respondenter under 18 år ikke tager så mange bil ture, idet de ikke har kørekort. Så alderen har nogle karakteristika der gør det kan tænkes der er en relation mellem denne og antal ture. Et boxplot med spredning gav det bedste overblik med indkomster, så samme visualisering bliver brugt med relationen mellem alder og turantal. Boxplottet er vist i Figur 17. Ved at se på medianerne, ses det at antal ture er lave indtil omkring 18 års alderen, derefter bliver det noget ujævnt mellem 18 og 27 år, hvor medianerne skifter lidt mellem 0 og 2 fra år

til år. Turproduktionen er ret stabilt fra 27 års alderen og op til de 60 år. Sammenholdes disse data med indkomstrelationen, bekræfter det teorien om at hvis man er erhvervsaktiv, så har man to ture, nemlig til og fra arbejde. Unge under 18 og ældre over 60, som måtte tænkes at være uden for arbejdsmarkedet og have lave indkomster, har ikke disse faste ture, og dette kan så ses i både indkomst plottet og alders plottet.



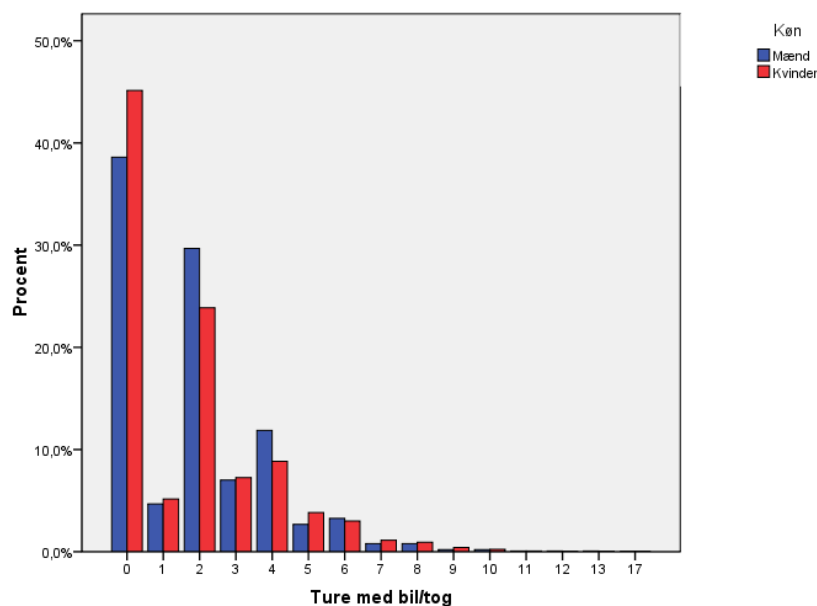
Figur 17: Boxplottet viser relationen mellem antal ture og alderen på respondenterne.

Hvis alderen blot er en anden indikator for om man er aktiv på arbejdsmarkedet, og det i virkeligheden er denne faktor der har betydning for turproduktionen, så er indkomsten en bedre parameter at bruge. Man behøver ikke at være aktiv på arbejdsmarkedet selv om man er 35 år, men det er der ret stor sandsynlighed for at man er, hvis ens indkomst samtidig er over 400.000 kroner om året. Derfor er indkomsten en mere sigende parameter end alder. Indkomst niveauet må samtidigt være en mere sikker indikator for hvor mobil man er, i modsætning til ens alder. Et andet argument for at alderen måske er en relativ mere usikker parameter for turproduktionen, er at alle uanset stilling, ægteskabsstatus, uddannelsesniveau osv. på et tidspunkt bliver X antal år gammel (medmindre man dør), man kan altså forestille sig to mennesker der stort

set kun har alderen tilfældes. Hvorimod man kunne tænke sig at to mennesker der begge har indkomst over 400.000 nok har potentielt mere tilfældes (fx uddannelsesniveau).

6.4 Køn

I det følgende undersøges der for forskelle i antal ture for køn. Der laves ikke et boxplot, idet kønsvariablen er bivariat. Da den er bivariat, vil et boxplot kun komme ud med to spredningerne for hhv. mænd og kvinder, dette vil ikke vise ret meget. Derfor er data opstillet som et enkelt søjlediagram i Figur 18. Diagrammet skal forstås således, at alle røde søjler (kvinder) tilsammen giver 100 % og ligeledes gælder for de blå (mænd). Det kan fx ses at ca. 40 % af alle mænd ikke foretager nogle ture i bil eller tog, tallet er lidt højere for kvinder. Søjlediagrammet er identisk med Figur 13, med den undtagelse at der skelnes mellem kønnene, derfor er det nye der ses i Figur 18, at kvinder generelt tager flere '0' ture, hvor mænd generelt foretager flere ture med bil og tog.



Figur 18: Antal ture fordelt på køn. Tallene er baseret på 7900 respondenter hvor 3808 er mænd og 4092 er kvinder.

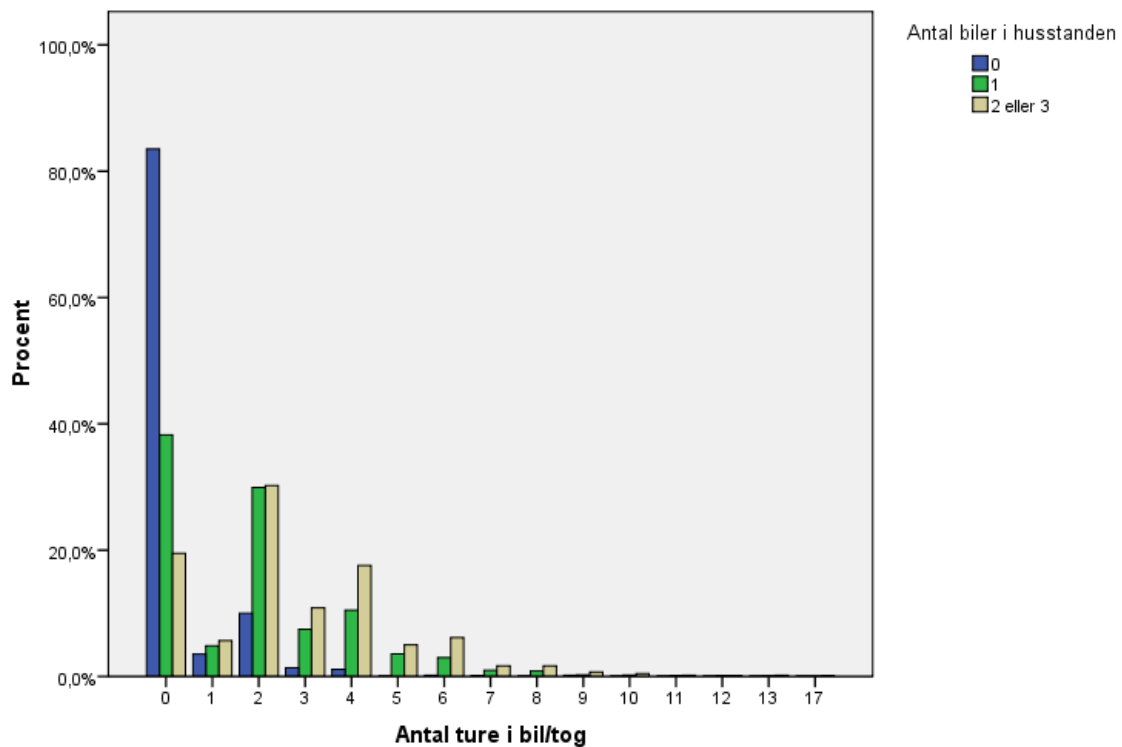
Tabel 7: Turproduktion for mænd og kvinder

Gennemsnits antal ture for mænd	1,84
Gennemsnits antal ture for kvinder	1,71

Som det også ses i Tabel 7 har mænd lidt flere ture i gennemsnit end kvinder, men forskellen er ikke markant. I betragtning af at der ikke er de store overvægte af enten mænd eller kvinder fra sogn til sogn, gør det køns variabelen ret irrelevant.

6.5 Bilejerskab

Der undersøges for i hvilken grad bilejerskab har betydning for antal ture der foretages med bil/tog. Bilejerskab og indkomsten er to variabler der 'overlapper' hinanden. Man må forvente at jo højere indkomst et individ har, jo større sandsynlighed er der for at man ejer én eller flere biler. Hvis variablerne skal bruges i en regressionsanalyse, bør man derfor vælge én af de to ud. Spørgsmålet kunne så være hvilken én af de to variabler man burde bruge. Ved at undersøge begge variabler kan der vurderes hvilken variabel der er mest betydende.



Figur 19: Grafen viser 3 grupperinger af bilejerskab i husstanden; 0 biler, 1 bil og 2 eller 3 biler. For hver gruppering vises ud af x-aksen hvor mange procent gruppen fylder i hhv. 0 ture 1,2,3 osv. Det ses fx at af alle respondenter med 0 biler i husstanden, er der over 80 % der foretager 0 ture. I gruppen med 1 bil i husstanden, er der ca. 38 % der foretager 0 ture.

Figur 19 viser, ikke overraskende, at bilejerskab har stor betydning for hvor mange ture man foretager. Parameteren kan dog ikke ses isoleret, idet indkomst og bilejerskab

påvirker hinanden meget. Det må forventes at man ejer en eller flere biler, jo mere man tjener, så derfor hænger de to parametre sammen. Den største betydning for bilejerskab er om man har 0 eller 1 bil, her er forskellen 1,5 tur, hvorimod forskellen falder til under 1 ved en ekstra bil. Ved den tredje bil er der ligefrem et fald i ture, hvilket måske kan forklares ved at den tredje bil er en varevogn eller lignende, som sparer brugeren for ekstra ture (se Tabel 8).

Tabel 8: Turproduktionen bestemt ud fra bilejerskab.

Antal biler i husstand	Gennemsnits antal ture med bil/tog	Antal respondenter
0	0,35	1158
1	1,85	5008
2	2,74	1436
3	2,71	119

6.6 Opsamling

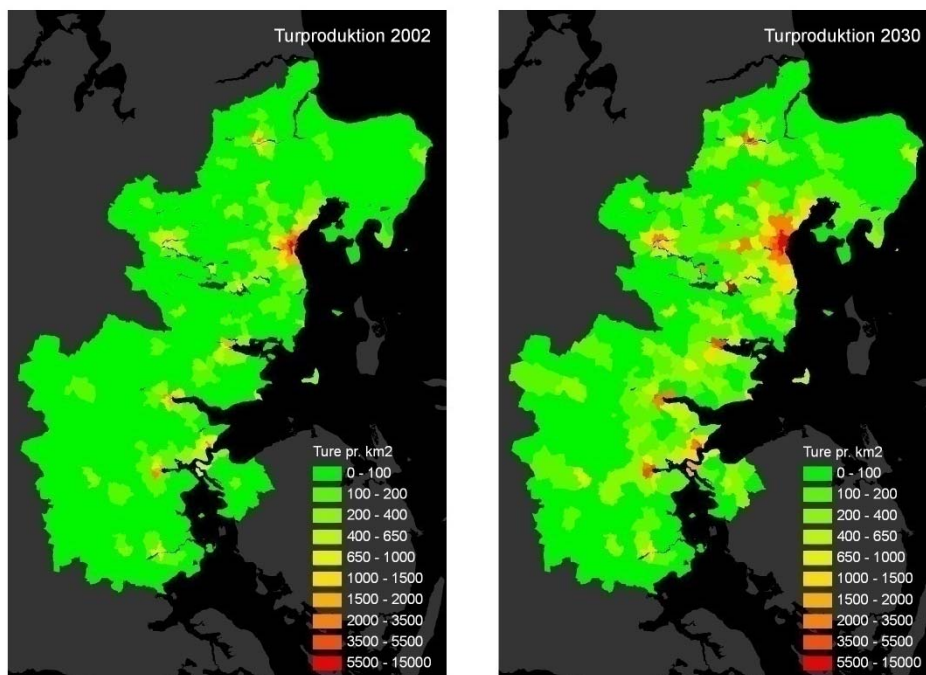
Generelt viser analysen at respondenterne er ret homogene i deres kørselsadfærd. Indkomsten, som typisk er den mest signifikante parameter for hvor mange ture der foretages, er kun delvist betydende for turproduktionen. Med hensyn til regressionsligningen der kan bruges, er det trods alt den lineære ligning i Tabel 4 der den mest brugbare og enkle. For at teste ligningen, er der i Tabel 9 indsat nogle indkomstgrupper, og hvor mange ture en respondent i denne gruppe forudsiges at måtte fortage. Derefter er der beregnet det virkelige gennemsnit for den pågældende gruppe, og til sidst er der udregnet hvor 'tæt' på det virkelige antal modellen har ramt.

Tabel 9: Ture ifølge model er beregnet for fx indkomstgruppe '200': $0,003 \times 200 + 1,24$. Procenten er beregnet: $0,83/1,24$ hele tiden med den mindste værdi først.

Indkomst i 1000 kr.	Antal ture ifølge model	Virkelige antal ture i gennemsnit	Procent korrekt
0	1,24	0,83	67
75	1,47	1,12	76
125	1,62	1,6	99
200	1,84	2,22	83
400	2,44	2,75	89
600	3,04	2,7	89

På trods af at den lineære ligning ikke så ud til at passe helt så godt på observationerne, rammer modellen ikke helt skævt. Det er faktisk kun i de små indkomster, hvor b værdien betyder at der rammes lidt for højt i estimeringen. Der hvor stigningen i ture er størst, nemlig ved 125, er også der modellen rammer mest præcist, hvilket er naturligt nok, idet det er her linjen skærer igennem det reelle gennemsnit. Modellen rammer overraskende præcist på trods af dens enkelthed.

Data for befolkningens indkomst i sognene i Østjylland er dog ikke tilgængeligt for dette projekts ressourcer. Derfor kan regressionslinjen ikke applikeres i praksis. De data der er til rådighed er befolkningsdata, og derfor bliver turproduktionen udregnet på baggrund af disse. Det tal der er mest relevant at bruge i forbindelse med befolkningsdata, er turproduktionen for bil/tog ture, som er på 1,77. Dette tal ganges op med befolkningen på sogneniveau, og en turproduktion er hermed lavet som vist på Figur 20. Der er vist turproduktion for hhv. 2002 og 2030. Grunden til at kortet med 2030 tal er inkluderet, er at der senere i rapporten vil blive vist hvad konsekvenserne bliver for trafikken, med fremskrivninger af befolkningen svarende til år 2030.



Figur 20: Turproduktionen visualiseret for hhv. 2002 og 2030.

6.7 Attraktionsfaktoren X_j

Ved bestemmelse af attraktionsfaktoren, skal der findes ud af hvad der attraherer de producerede ture til de andre zoner i Østjylland. Der er forskellige faktorer der kan

tiltrække de ture en zone genererer, en af de mest betydende er dog arbejdspladser (Leleur & Lahrmann 1994:298). Bopæls-arbejdsture er dem der genererer den trafik der danner spidsbelastningen på vejnettet, og derfor er antallet af arbejdspladser en faktor der er meget afgørende for hvor turene går hen. På baggrund af projektet Byen, Vejen og Landskabet (H.H Hovgesen et.al 2005) foreligger der data for arbejdspladser på sogneniveau, som er tilgængelige til dette projekts formål. I betragtning af at arbejdspladsernes placering traditionelt er en væsentlig parameter i bestemmelse af attraktionsværdien for ture, vil disse også bruges som attraktionsparameter i denne model.

Arbejdspladsernes placering udgør en del af attraheringen af ture, men ikke hele attraheringen. Der er flere betydende faktorer for hvor turene går hen. Det er ikke muligt at skaffe data, for i hvor høj grad hvert sogn besidder de mange forskellige faktorer der er betydende for sognets attraktionsværdi. Det er dog muligt at lave et estimat over hvor meget arbejdspladser betyder for attraktionsværdien, dette estimat laves på baggrund af TU data.

På baggrund af de ture der er udvalgt, kan det bestemmes hvor stor del af bil/tog ture der foretages til pendling (til og fra arbejde). Oplysningerne om turene foretaget, indeholder nemlig også information om turens formål, rejsetid mm. Ud af de 23 455 ture der blev skåret ned til i turproduktionensafsnittet (Figur 11), er 14 005 ture foretaget med bil og/eller tog. På baggrund af de 14 005 ture, uddrages det med hvilke formål turene er foretaget. Overordnet er der 3 formål som er dominerende; hjem-arbejde, hjem-indkøb og hjem-fritid, hvor kategorierne peger begge veje (hjem-arbejde = arbejde-hjem). Hjem-arbejde står for 26,5 % af turene, hjem-indkøb står for 32,9 % af turene og hjem-fritid står for 19,9 % af turene. Disse tre formål udgør dermed 79,3 % af turene, hvorfor der er næsten 21 % der går til andre formål. 82,2 % er hjembaserede ture, det vil sige ture hvor hjemmet er enten start eller slutstedet.

Tabel 10: Der vises de 8 turformål der har de højeste værdier. Af de 14 005 ture er der repræsenteret 16 turformål. Det vil sige at de resterende 8 turformål der ikke er vist i tabellen står for 4,6 % af turene.

Tur formål	Frekvens	Procent	Kumuleret procent
Hjem - indkøb	4603	32,9	32,9
Hjem - arbejde	3705	26,5	59,4
Hjem - fritid	2790	19,9	79,3
Arbejde - indkøb	665	4,8	84,1
Indkøb - indkøb	624	4,5	88,6
Indkøb - fritid	375	2,7	91,3
Hjem - erhverv	372	2,7	94,0
Arbejde - erhverv	210	1,5	95,5

Ture hvor arbejdspladsen indgår i turen som attraktion, udgør 32,7 % af de ture der opgjort i Tabel 10. Det er påfaldende at Arbejde-indkøb formålet ikke fylder mere end 4,8 %. Denne type tur ville jeg antage optog flere af de samlede antal ture end er tilfældet. En turkæde (fra hjem til hjem) kunne nemt være hjem-arbejde-indkøb-hjem, som består af 3 ture, og som mange respondenter kunne tænkes at foretage på en dag. Det virker dog til at arbejde-indkøb turen i turkæden er blevet 'glemt' af mange respondenter, hvis antagelsen om at det er en typisk turkæde er korrekt.

For at få et bedre overblik over hvorledes turene fordeler sig på ud og hjem ture, kan der laves en matrice over til og fra destinationer, sådan at der skabes overblik over hvor mange der fx tager fra arbejde og handler, og derefter tager hjem. Matricen ses ud fra Tabel 11.

Tabel 11: Tabellen viser hvor mange ud af 14 005 ture der går fra ét formål til et andet. Der er udvalgt de 4 formål der tilsammen udgør de fleste ture. Samlet udgør de fire formål 13 214 ture eller 94,4 % af turene. Tallene i parentes angiver hvor mange cases andelen er bestemt ud fra.

	Til hjem	Til arbejde	Til indkøb	Til fritid
Fra hjem	0,3 % (39)	14,5 % (2034)	16 % (2235)	9,4 % (1315)
Fra arbejde	11,9 % (1671)	0,8 % (115)	3 % (419)	0,7 % (101)
Fra indkøb	16,9 % (2368)	1,8 % (246)	4,5 % (624)	1,5 % (215)
Fra fritid	10,5 % (1475)	0,3 % (36)	1,1 % (160)	1,1 % (161)

Det interessante der kan ses ud fra Tabel 11 er ture der går fra arbejde til indkøb. Disse ture udgør kun 3 % af alle turene, hvilket kan syntes lavt. Turkæden hjem – arbejde – indkøb – hjem, skulle syntes at være ret normal i forhold til folks adfærd. Det passer blot ikke særligt godt med at kun 3 % benytter sig af indkøb fra arbejdspladsen på vej hjem. Det kan være at respondenterne simpelthen er sløsedede med at angive den korrekte turkæde i løbet af en dag, ellers er der ganske enkelt ikke ret mange der foretager indkøb på vej hjem fra arbejde. En mere detaljeret undersøgelse af folks transportvaner, kunne måske give andre resultater. Vi må dog tage udgangspunkt i hvad TU-data kan bidrage med, og i denne sammenhæng kan det ses ud fra både Tabel 10 og Tabel 11 at arbejdspladserne sammenlagt attrahere omkring 1/3 af alle ture.

Til bestemmelse af attraktionsværdien X_{ij} , antages det derfor at 1/3 af alle ture mellem zone i og j er hjem- arbejds relateret. De resterende ture fordeler sig hovedsageligt over fritid og indkøb, men datagrundlaget tillader ikke at tillægge værdier for zoner med hensyn til indkøb og fritidstilbud. Derfor vægter befolkningstallet for de sidste 2/3 af de attraherede ture. Det er ikke optimalt at benytte befolkningstallet som den største vægtningsfaktor til attraktionen, men omvendt er det heller ikke helt tilfældigt. Det må antages at en større befolkning i et sogn, samtidigt betyder at der er større potentiale for detailhandel og fritidsaktiviteter. En anden grund til at befolkningstallet godt kan være et udmærket indikator for attraktion, er fx at fritidsaktiviteter sammenlagt fylder cirka 20 % af det samlede turantal. Fritidsaktiviteter kan være mange ting; besøg hos

venner og familie, forlystelser, sport osv. Fælles for mange af forskellige formål der kan indgå i fritidsaktiviteter, er at man kan forvente en sammenhæng mellem befolkningstallet og attraktionen. Hvis en zone fx har et højt befolkningstal, er der større sandsynlighed for at ens venner bor netop i denne zone, og at ens fritidsaktivitet derfor med størst sandsynlighed ved finde sted der. Det samme gør sig gældende for indkøbsmulighederne, alt andet lige, så må supermarkeder og andre butikker være interesserede i at placere sig der hvor kundepotentialet er størst, altså der hvor mange mennesker bor, eller mange mennesker kommer forbi.

Derfor bliver:

$$X_j = \left(\frac{A_j}{3} + \frac{2B_j}{3} \right)$$

Hvor:

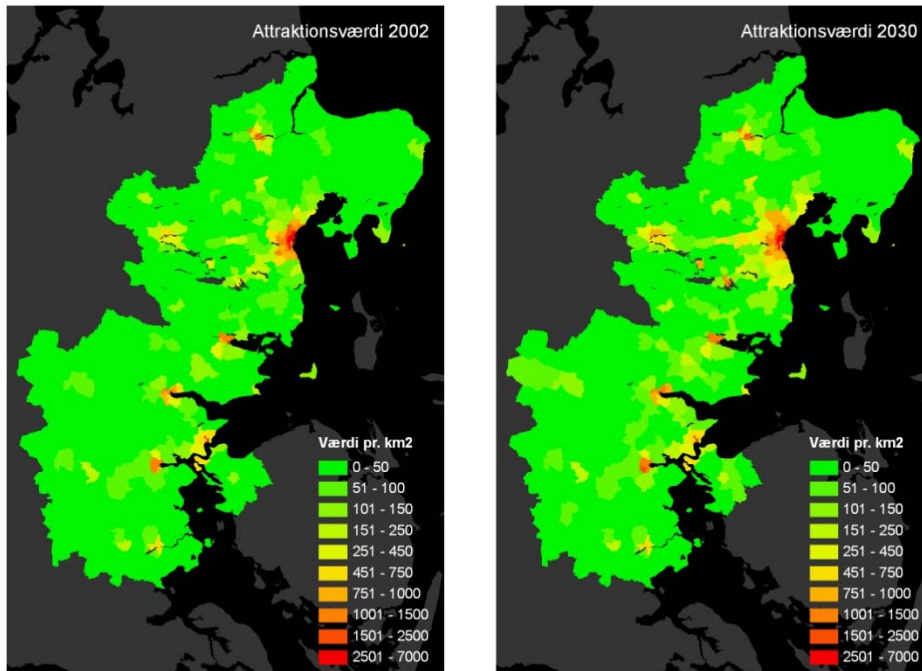
A_j = Antal arbejdspladser i zone j

B_j = Befolkningsantal for zone j

X_j = Attraktionsværdien for zone j

I modellen regnes der kun med produktion og attraktion, implicit vil det sige at alle ture er hjembaseret, idet hjem-zonen er enten origo (oprindelse) eller destination. Konsekvensen er at modellen ikke fordeler ture ud, der går mellem ikke-hjembaserede zoner. Det kunne fx være ture der går fra en fritidsaktivitet til en anden. Der er selvfølgelig ture der ikke er hjem-baserede i virkeligheden, derfor er modellen på dette område fejlagtig. Spørgsmålet er om det er kritisk. Hvis alle hjem-baserede ture lægges sammen, som vises i Tabel 11, udgør de cirka 80 % af alle turene. De sidste 20 % er så potentielt ikke hjem-baserede ture. Det kan dog godt argumenteres, at mange af de sidste 20 % nok alligevel er ture der foretages i hjem-zonen eller mellem hjem og arbejde. Hvilket betyder at det ikke er så kritisk der ikke fordeles ture ud på zoner der hverken er hjem eller arbejdszoner. Den største 'post' i de ikke hjem-baserede ture, som ses i Tabel 11 er indkøb – indkøb, altså ture der går fra ét indkøbssted til et andet (fx det man ikke kunne få i Netto køber man lige i Brugsen). Disse ture går nok ikke på tværs af zonerne, lidt fornuftig tankegang vil komme frem til at disse ture nok forgår mellem hjem – indkøbs turene, så turene i virkeligheden ikke går på tværs af andre zoner end hjem – indkøb. Af alle indkøb – indkøb ture, er 52,4 % af dem af en varighed på 5 minutter eller derunder, og 75,3 % af alle ture er 10

minutter eller derunder. Ud fra de tal, kan det kan nok godt antages at turene mellem indkøbsstederne ikke går så langt på tværs at de krydser zoner, ud over hjemzonen og det første indkøbssted. Dette kommer selvfølgelig også an på zonernes størrelse, som godt kan være små inde i de store byer. På baggrund af befolkningstal og arbejdspladser for hhv. 2002 og 2030, viser Figur 21 attraktionsværdier for alle sogne i Østjylland.



Figur 21: Attraktionsværdier for alle sogne i Østjylland, vist som værdi pr. km².

7 Turfordeling

Det næste trin der skal udføres i trafikmodellen, er turfordelingen. I turproduktions trinnet blev der udregnet hvor mange ture et individ foretager på et hverdagsdøgn. Herefter blev dette tal ganget op med befolkningstallet for hvert sogn, så vi har fået turene der produceres på zoneniveau. Resultatet af turproduktionen, er altså hvor mange ture der bliver produceret i hver zone, som i denne analyse er sognene i Østjylland. Ligeledes blev der udregnet en attraktionsværdi for alle sognene. Det næste trin bliver at finde ud af, hvordan turene fordeler sig over zonerne i Østjylland, dette trin hedder turfordeling.

Turfordelingen i denne rapport bruger gravitationsmetoden. Den generelle gravitationsmetode der benyttes udtrykkes (Bovy et. al 2006:63):

$$T_{ij} = \mu Q_i \cdot X_j \cdot f(D_{ij})$$

Hvor:

T_{ij} = Antal ture fra zone i til zone j

μ = Gennemsnitligt turintensitet i et område

Q_i = Produktionsegenskab af zone i (multipliseret med μ fås turproduktionen)

X_j = Attraktionsværdien i zone j

$f(D_{ij})$ = Afstandsfunktionen, som er tilgængeligheden til zone j fra zone i afhængig af rejseomkostningen D_{ij} .

Til modellen har vi allerede fundet turproduktionen og attraktionen, så det der skal findes i dette trin er turfordelingen. Det skal altså fastslås hvad $f(D_{ij})$ er,

7.1 Bestemmelse af afstandsfunktionen $f(D_{ij})$

Det sidste der mangler at blive lavet er turfordelingen, som er applikationen af afstandsfunktionen $f(D_{ij})$. Det der skal findes er en funktion af rejseliden, altså hvordan rejseliden påvirker fordelingen af ture. Der skal udføres to opgaver for at finde $f(D_{ij})$, for det første skal rejseliderne (D_{ij}) fastslås sognene imellem, og for det andet skal der findes en funktion f der udtrykker fordelingen af turene efter rejselid. Først beskrives hvorledes rejselider bestemmes, derefter hvordan funktionen udledes.

7.2 Rejselider D_{ij}

I denne model regnes der med rejselider, der kunne også være brugt afstande eller de økonomiske omkostninger. Rejseliden vælges, idet den er bedre end afstanden, da afstanden alene ikke tager højde for hvor hurtigt der må køres på vejstrækningerne, det gør rejseliden. Den økonomiske omkostning er ikke valgt, idet det ville kræve mange overvejelser omkring hvilke omkostninger der skal medtages og hvilke der ikke skal.

Rejseliderne bestemmes ud fra vejnettet i Østjylland, hvor der beregnes hvor lang rejseliden er på udvalgte strækninger. Rejseliden bestemmes ud fra vejens længde og tilladte hastighed. For at gøre beregningsarbejdet overskueligt, skæres der i vejnettet, så der kun er 4 ud af de 6 vejklasser der er defineret. De 4 vejklasser dækker over veje hvor der må køres 80, 90 og 110 km/t (to af klasserne må der køres 80 km/t). Beskrivelse af alle 6 vejklasser defineret af Dansk Adresse og Vejdatabase, er vist i Tabel 12. Det er de fire første klasser der er inkluderet til modellens beregningsgrundlag.

Tabel 12: Beskrivelse af de 6 vejklasser defineret af Dansk adresse og vejdatabase. (Geodatabiblioteket 2004).

Vejklasse	Beskrivelse
1	Motorveje
2	Motortrafikveje
3	Primærruter bredere end 6 m
4	Sekundærruter bredere end 6 m
5	Veje mellem 3 og 6 m
6	Anden vej

Vejnettet der tages udgangspunkt i er vist i Figur 22. Figuren er delt op i to kort for at nemme overblikket. I udregningen af rejsetiden skal der bruges 3 oplysninger; hvorfra og hvortil rejsetiden skal beregnes, hvor langt på vejnettet der er fra start til slut, og med hvilken hastighed der kan rejses på strækningen.

Kortet til højre i Figur 22 viser vejsegmenterne der udgør det overordnede vejnet i Østjylland. Der er kun taget de største veje med, idet computerudregningerne ellers hurtigt ville blive alt for omfattende. Vejnettet er sammensat af en række vejsegmenter, som hver især har tilknyttet nogle egenskaber. De egenskaber der er interessante i udregningen af rejsetid, er hvad summen af vejsegmenternes længde er fra zone i til j , samt hvad hastigheden der køres med på vejsegmenterne er. Når vi har længderne og hastighederne, kan vi udregne den samlede rejsetid fra zone i til j .

Kortet til venstre i Figur 22 viser sognene i Østjylland, punkterne i hvert sogn angiver centroiden i sognet. Centroiden er det geografiske midtpunkt i et polygon, som i dette tilfælde er et sogn. Centroiderne bruges som det punkt hvor alle ture går fra og til. I denne model hvor vejnettet er ret groft, betyder det ikke så meget at alle ruter udgår fra zonens centroide. I mere detaljerede modeller hvor zonerne bliver krydset af flere veje, kan det godt have betydning for nøjagtigheden af modellen, at centroiden benyttes, i stedet for fx det sted hvor den største by ligger i zonen. Det vil være mere logisk at hovedparten af ture går fra og til det sted hvor koncentrationen af befolkningen er størst.

Udregningen af rejsetiden fra zone i til j , sker ved at lægge alle vejsegmenternes rejsetider fra centroiden i zone i til j sammen. Dette kan udtrykkes:

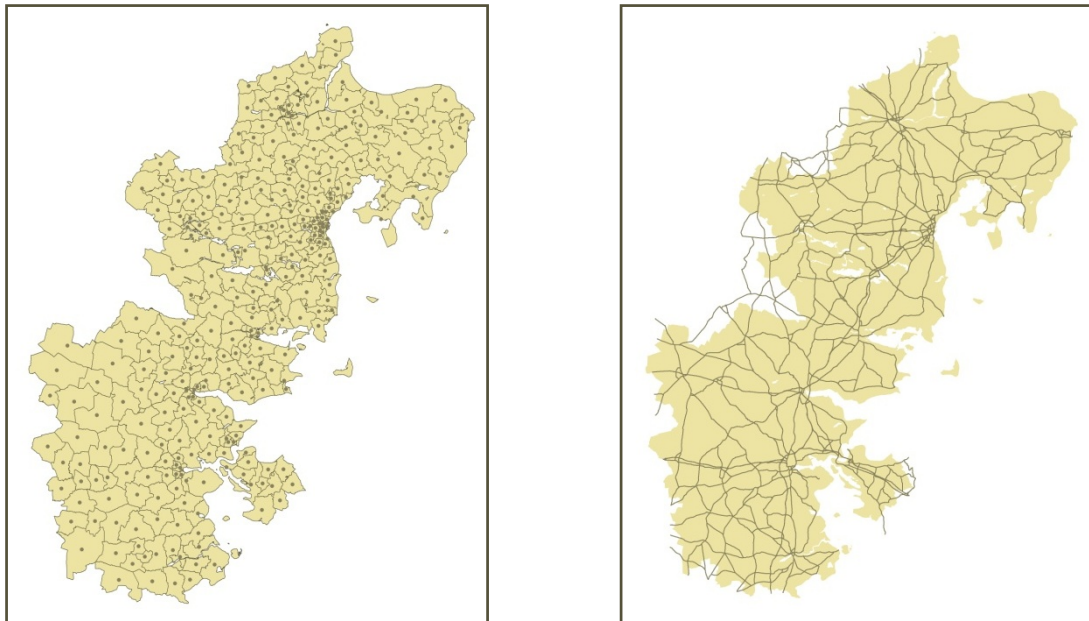
$$D_{ij} = \sum_j^i \frac{A_m}{H_m}$$

Hvor:

D_{ij} = Rejsetid fra zone i til j i minutter

A_m = Vejsegmenternes længde i meter

H_m = Hastighed på vejsegmenterne i meter/minut



Figur 22: (TV) Østjyske sogne med centroid indtegnet. (TH) Østjylland med vejnet for 4 vejklasser.

Resultatet af udregningen af rejsetider imellem de 320 sogne bliver en matrice der kunne se sådan ud:

Tabel 13: Udsnit af rejsetidsmatricen. Værdierne er i minutter. Der er fx 50,4 minutters rejsetid fra sogn 2 til 3, hvis der køres den tilladte hastighed på vejene (vejsegmenter) fra sogn 2 til 3.

Fra/Til	Sogn 1	Sogn 2	Sogn 3	Sogn 4
Sogn 1	0	55,1	4,7	8,2
Sogn 2	55,1	0	50,4	48,6
Sogn 3	4,7	50,4	0	10,4
Sogn 4	8,2	48,6	10,4	0

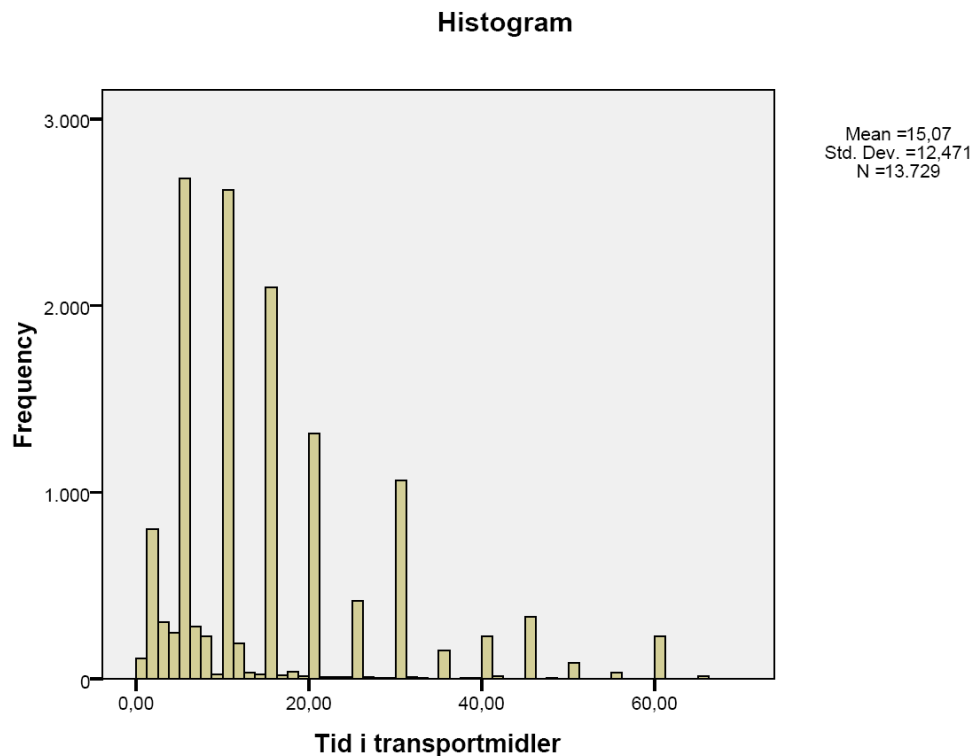
Matricen ville naturligvis være meget større, med 320 rækker og søjler med sogne, hvilket resulterer i 102 400 felter med rejsetider, hvoraf det dog kun er halvdelen der er relevante (rejsetiden fra i til j er den samme som j til i). Rejsetiden D_{ij} er altså fundet med udregningen af alle felter i en rejsetidsmatrice. Hermed mangler kun at finde funktionen af D_{ij} .

7.2.1 Funktionen $f(D_{ij})$

Der skal nu bestemmes hvad funktionen er af rejsetiden. Som beskrevet i teoriafsnittet, forholder det sig normalt sådan at et individ er mindre tilbøjelig til at foretage en tur, jo

længere turen er. Det er forskellige funktioner alt efter turformål og transportmiddel. En tur på 50 kilometer, vil fx med mindre sandsynlighed blive foretaget på cykel end bil. Ligeledes kan man forestille sig at man er villig til at køre længere efter arbejde, end til indkøb. Det kan være svært at lave et nøjagtigt estimat, og netop rejsetidsfunktionen til dette projekt er et lidt unøjagtigt estimat, idet der ikke skelnes mellem turenes formål. Ligeledes er der 2 forskellige transportmidler i samme funktionen, hvor tog dog står for en meget lille del af turene.

Turene der blev udvalgt ifølge Figur 11, indeholder oplysninger om rejsetiden for hver tur. Disse oplysninger kan bruges til at lave et estimat over funktionen der skal udregnes.



Figur 23: Histogram over frekvenser af tidsforbrug i bil/tog. Gennemsnittstiden for en tur er 15,07 min, standardafvigelsen er 12,471 min, og der er 12.729 udvalgte ture som histogrammet er baseret på.

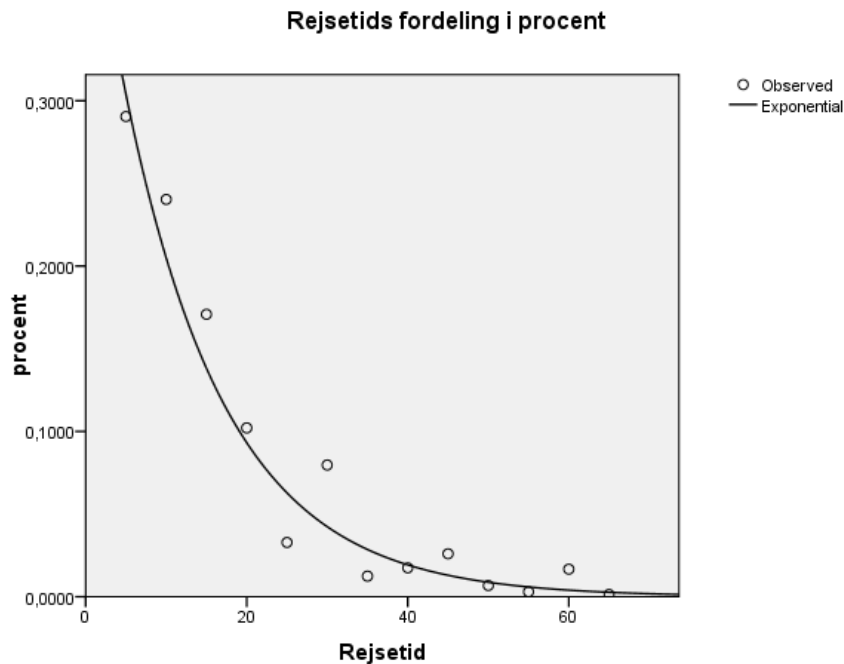
Det første som er interessant at kigge på, er frekvenserne over tidsforbruget på turene. Disse er vist i diagrammet i Figur 23. Dette histogram giver en fornemmelse af det fald der er i frekvensen af ture, efterhånden som rejsetiden stiger hen ad x-aksen. Det er værd at bemærke, at frekvensanalysen, ikke bare giver et billede af turenes rejsetid, men også af respondenternes måde at svare på. Respondenterne skulle angive hvor lang tid de har siddet i transportmidlet, og det har dermed været muligt at svare helt

nøjagtigt (fx 2,5 minutter) hvor lang rejsetiden var. Langt de fleste har dog valgt (måske ganske naturligt) at svare enten 5, 10 15 osv. minutter. Dette kan ses på histogrammet, idet frekvenserne er tydeligt højest ved intervaller på 5 minutter. Dette betyder jo bare ikke at turen rent faktisk har taget den tid, men er et skøn fra respondentens side. Dette giver anledning til noget usikkerhed, som dog ikke kan undgås når data indsamles som det er blevet gjort. Ved de korte ture, har respondenterne været mere præcise i deres angivelse af tid, hvilket ses ved at der er en hel del observationer af ture mellem 5 minutters intervallerne, og ture under 20 minutters varighed. Det ses at langt de fleste ture har en varighed på en time eller derunder (98,3 %). Her er det vigtigt at bemærke at det kun er intraregionale ture der danner grundlag for hele analysen. Det må antages at være begrænset hvor lange ture der foretages alene indenfor Østjyllands 'grænser'.

Når selve funktionen skal estimeres, er det praktisk at dele turene ind i 5 minutters intervaller, så 0-5 minutters ture bliver til 5 minutters ture, 6-10 bliver til 10 osv. Dette er naturligvis en generalisering som øger usikkerheden, men langt de fleste respondenter har i forvejen brugt 5 minutters intervaller, så usikkerheden er efter min mening acceptabel. Derudover laves frekvenserne om til procent, så der laves en mere applikabel målestok. Så man fx kan sige at 10 % af turene tager 20 minutter, i stedet for 1311 ture har taget 20 minutter. Efter konverteringen til 5 minutters intervaller er det relativt nemt at få plottet en eksponentiel ligning over observationerne. Der benyttes en eksponentiel ligning, da den er nemmest at have med at gøre. Ligningen bliver følgende:

$$f(D_{ij}) = 0,451 \cdot \exp^{(-0,079 \cdot D_{ij})}$$

Den eksponentielle ligning er indtegnet på Figur 24, hvor intervallerne for rejsetiderne ligeledes er plottet. P-værdien er 0,000 og R^2 er 0,847, så begge disse tal indikere en god relation mellem funktionen og observationerne. I virkeligheden vil funktionen i stedet for eksponentiel, være mere relateret til en top-eksponentiel funktion.



Figur 24: Der er lavet en eksponentiel ligning over hvorledes turene fordeles efter rejsetid.

Det kan også ses på Figur 23, at der først er en brat stigning i frekvensen af ture som rejsetiden stiger op til cirka 5 minutter, hvorefter den falder. Dette er mere i tråd med en top-eksponentiel ligning, men for nemheds skyld benyttes en almindelig eksponentiel funktion til at beskrive rejsetidens aftagning ud af x-aksen.

7.3 Normalisering

Nu hvor turproduktionen er fundet, attraktionen og funktionen af rejsetiden, er det oplagt at applikere de fundne resultater, så modellen kan visualisere hvordan turene fordeler sig imellem sognene. Der skal dog gøres én ting mere inden applikationen kan udføres, og det er at normalisere attraktionsværdierne efter de er fordelt efter rejsetidsfunktionen. At normalisere attraktionsværdierne, betyder at den samlede turproduktion skal være lig med den samlede turattraktion, der skal jo helst ikke ankomme flere ture end der tager af sted. Normaliseringen udføres som følgende:

$$T_{Nij} = \frac{\sum_i P_i}{\sum_i P_i \cdot X_j \cdot f(D_{ij})} \cdot P_i \cdot X_j \cdot f(D_{ij})$$

Herved fås at $T_{Nij} = \sum_i P_i$

Hvor:

T_{Nij} = Normaliserede antal ture fra zone i til zone j

P_i = Turproduktion for zone i

X_j = Attraktionsværdien for zone j

$f(D_{ij})$ = Funktionen f af rejsetider D_{ij}

Der normaliseres i forhold til P_j da P_j er det mest pålidelige estimat på antallet af ture. X_j er også kun en værdi sammensat af antal arbejdspladser og befolkningstallet, og er derfor slet ikke et egentligt estimat for antal ture. Produktionen er som udgangspunkt det bedste estimat, da de fleste ture er hjem-baserede. (Ortúzar & Willumsen 2006).

7.4 Opsamling

Vi har ønsket at finde en model der beskriver hvor mange ture der går fra zone i til zone j . Vi har taget udgangspunkt i en generel gravitationsmodel som er:

$$T_{ij} = \mu Q_i X_j f(D_{ij})$$

Hvor T_{ij} er lig med antallet af ture imellem zone i og j . I afsnittet om turproduktion blev der fastslået at et individ foretager 1,77 ture i gennemsnit, dette er i ovenstående formel $= \mu$. Q_i er befolkningstallet i zone i . Ved at multiplicere μ med Q_i fås kortet vist i Figur 20 der viser produktionen i alle de Østjyske sogne. X_j er zone j 's attraktionsværdi, og den blev bestemt til at være:

$$X_j = \left(\frac{A_j}{3} + \frac{2B_j}{3} \right)$$

Hvor arbejdspladserne i zone j vægter 1/3 af attraktionsværdien, og befolkningen vægter de sidste 2/3. De udregnede attraktionsværdier for alle Østjyske sogne er vist i Figur 21.

Den sidste del af formelen; $f(D_{ij})$ blev fundet ved at udregne alle rejsetider D_{ij} mellem zonerne, og funktionen f af rejsetiderne, blev udregnet empirisk. Sammenlagt fandtes funktionen:

$$f(D_{ij}) = 0,451 \cdot \exp^{(-0,079 \cdot D_{ij})}$$

Dermed er fundet alle komponenter i gravitationsmodellen.

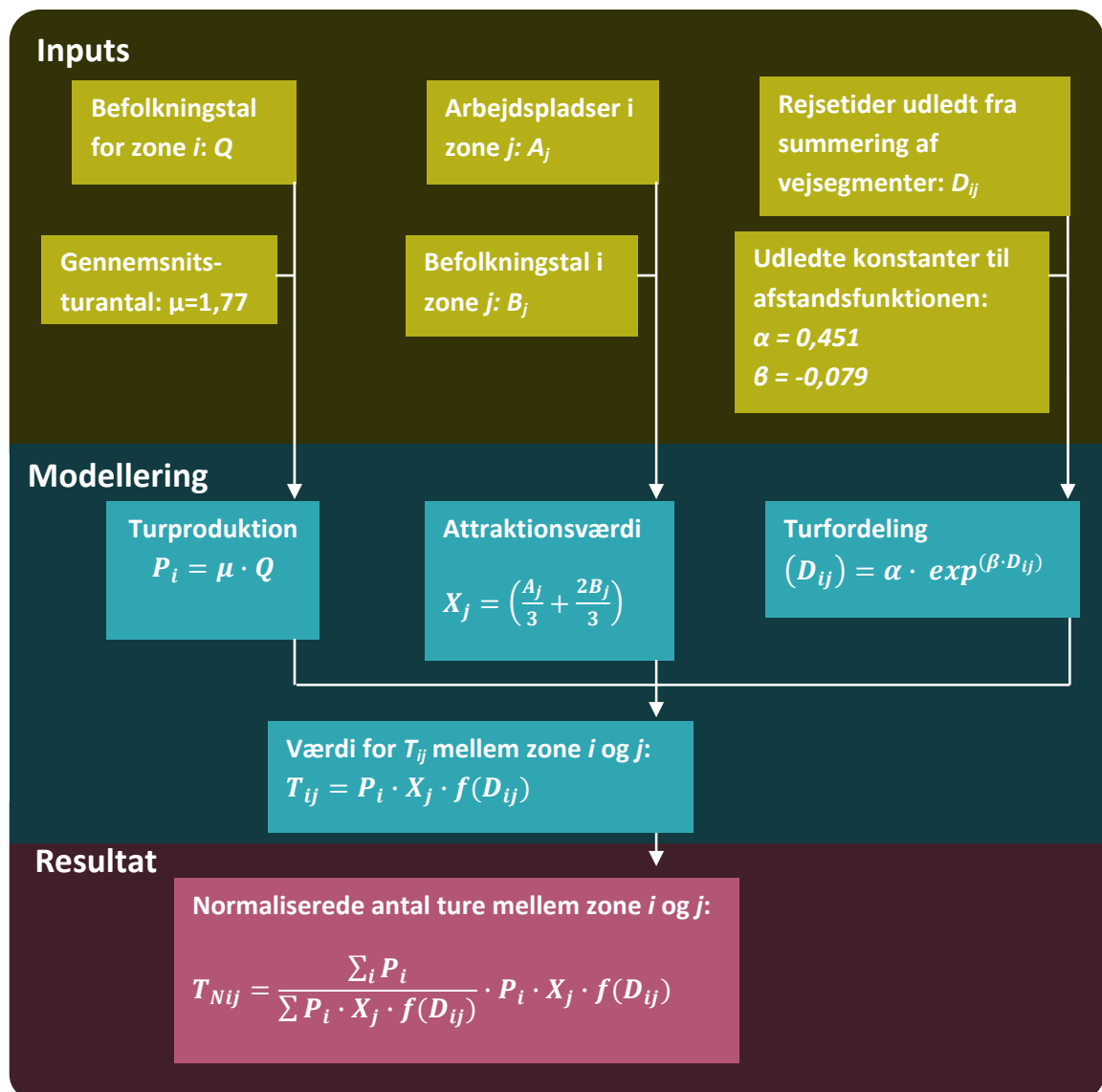
Del 3 Applikation og diskussion

Denne del indeholder applikationen af 2 scenarier i modellen. Det ene scenarie er befolkningstal og arbejdspladser for 2002, hvor infrastrukturen er uændret. Det andet scenarie er med befolkningstal og arbejdspladser for 2030, hvor infrastrukturen stadig er uændret. Tallene for fremskrivningerne af befolkning og arbejdspladser, kommer fra kommunernes egne planer. Derudover indeholder del 3 en diskussion af hvad modellens output viser, og hvad resultatet kan bruges til. Til kommer der en konklusion der samler op på hele rapporten. Kapitlerne i del 3 er:

- Applikation af scenarier
- Modellens fordele og ulemper
- Konklusion

8 Applikation af scenarier

Da modellens struktur er blevet lavet, kan der lægges tal fra scenarierne ind i modellen, så modellen applikeres på scenarierne. Igennem analysen er trinene til modellen fundet: Turproduktionen og attraktionsværdien (trin 1) og turfordelingen (trin 2). Disse to trin kan modellere trafikken mellem sognene i Østjylland, med inputs vist øverst i Figur 25.



Figur 25: Figuren viser modellens parametre, og hvilke inputs disse parametre behøver for at udregne turene imellem zonerne. Tabel 14 viser et konkret eksempel på en udregning.

Ved hjælp af ArcGIS kan modellens parametre og fundne konstanter, visualisere antallet af ture der går fra et sogn til hvert af de andre sogne. Med 320 sogne i Østjylland resulterer dette i 102 400 enkeltresultater, som hver især er udtryk for et antal ture mellem 2 sogne. Figur 25 giver overblik over de forskellige trin, og hvilke værdier der skal benyttes. Det kan dog være svært at se hvad der rent faktisk sker inde i computerprogrammet ud fra figuren. Computerprogrammet laver en tabel over alle forbindelserne (fra et sogn til hvert af alle de andre sogne), og der er som sagt 102 400 af disse streger på kortet over sognene. Derfor er det uoverskueligt at bringe hele tabellen her i rapporten. Det hele bliver dog måske mere jordnært, ved at se én konkret udregning for T_{ij} mellem to konkrete sogne. Der er i Tabel 14 vist udregningen af turantallet mellem Middelfart ($i = 7823$) og Hedensted ($j = 7971$). Søjlen 'output' angiver hvilken slags udregning der er tale om, så der kan med fordel kigges på Figur 25 for at se hvor de forskellige inputs hører til henne i udregningen.

Tabel 14: Regneeksempel for antal ture fra sogn 7823 (Middelfart) til sogn 7971 (Hedensted).

Input	Udregning	Output
Befolkningstal Q for 7823 5914 Gennemsnitssturalantal μ 1,77	$5914 \cdot 1,77$	Turproduktion μQ (7823) <u>10467,78</u>
Befolkningstal for 7971 3648 Arbejdspladser for 7971 4170	$\frac{4170}{3} + \frac{2 \cdot 3648}{3}$	Attraktionsværdi X_j (7971) <u>3822</u>
Rejsetid fra 7823–7971 25,35 min. α 0,451 β -0,079	$0,451 \cdot \exp^{(-0,079 \cdot 25,35)}$	Afstandsfunktionen af rejsetiden; $f(D_{ij})$ <u>0,060893</u>
Turproduktion for 7823 10467,78 Attraktion for 7971 3822 Afstandsfunktion $f(D_{ij})$ 0,060893	$10467,78 \cdot 3822 \cdot 0,060893$	$T_{ij} = \mu Q_i \cdot X_j \cdot f(D_{ij})$ <u>2436210</u>
$\sum \mu Q_i =$ 1022277,66 $\sum \mu Q_i \cdot X_j \cdot f(D_{ij}) =$ 33212698304 $T_{ij} =$ 2436210	$\frac{1022277,66}{33212698304} \cdot 2436210$	T_{ij} Normaliseret <u>75 ture (afrundet)</u>

Tabel 14 viser altså én udregning ud af 102 400. Der er i eksemplet brugt tal for sognene i år 2002.

8.1 Scenarierne

I dette afsnit fremstilles et scenarie for hhv. 2002 og 2030. Tolkningen kan være forskellig alt efter hvorledes visualiseringen udføres, derfor argumenteres der først for

hvordan kortene over trafikken er fremstillet. Derefter diskuteres det hvad resultatet kan bruges til. Der fremstilles to typer af kort, én der repræsenterer ture i form af streger, og en der repræsenterer ture som flader og isolinjer. Tallene for 2002 kommer fra Danmarks statistik, og fremskrivningerne af folketal og arbejdspladser kommer fra kommunernes egne planer.

Oversigtskortet vist i Figur 26, er med som reference til stedfæstelse af de største byer i Østjylland, samt til at se hvor motorvejene løber.

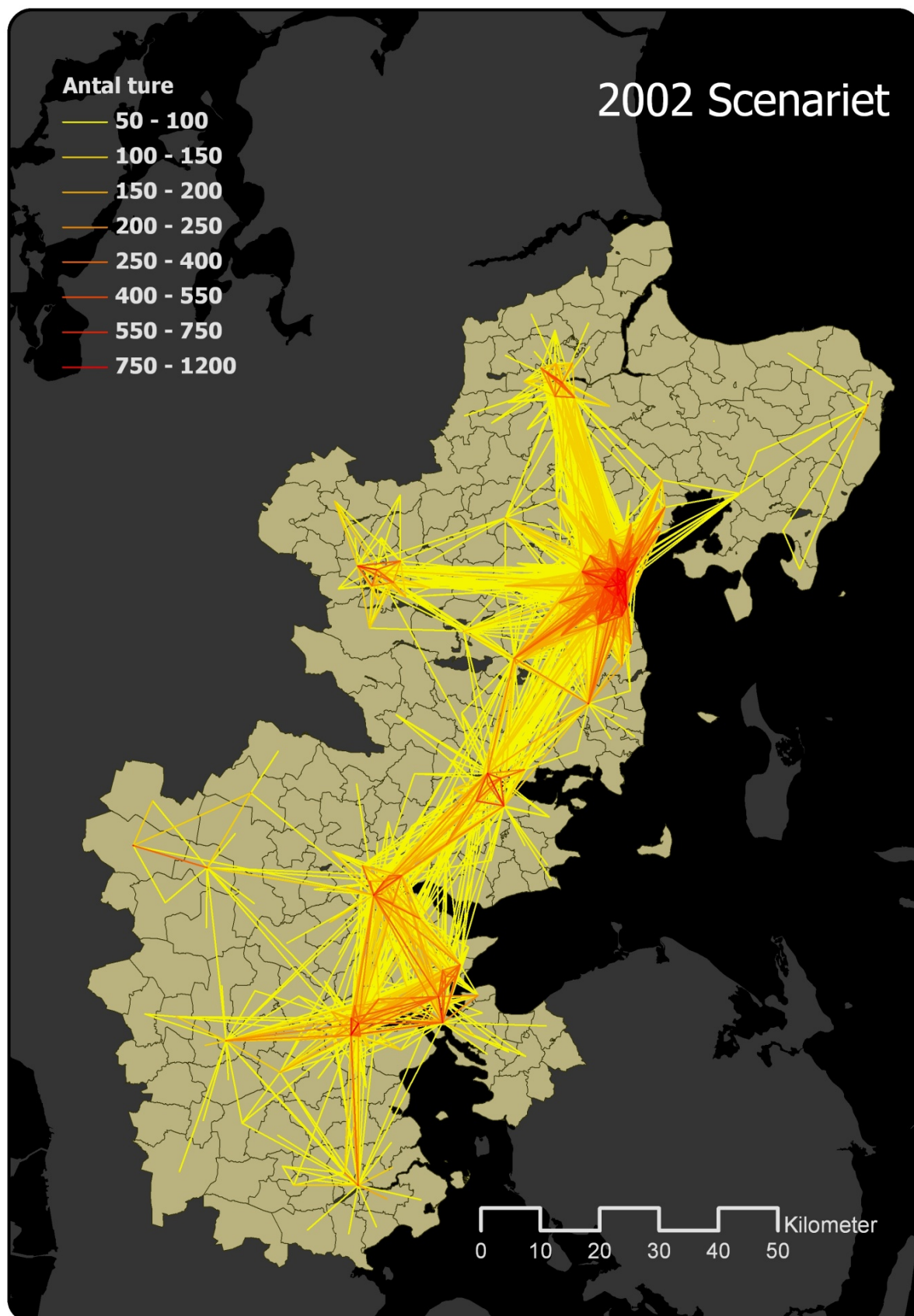


Figur 26: Oversigtskort der viser placering af byer og motorveje.

8.1.1 Stregkortenes egenskaber

De to parametre der ændres på i forbindelse beskrivelse af scenarierne, er befolkningstallet og arbejdspladserne. Der ændres altså ikke på rejsetiderne og vej-

jernbanenettets udformning. Det første scenarie modellen skal beskrive er for 2002, herved beskrives trafiksituationen som den er nogenlunde i dag. Det andet scenarie er det såkaldte '0' eller nul-scenariet. Nul-scenariet er situationen i 2030 hvis ikke der sker ændringer i infrastrukturen. Ændringerne er udelukkende demografiske. Applikationen af data fra 2002 er vist i Figur 27. Stregernes farve angiver hvor mange ture der foretages pr. døgn. Turene er ikke lagt ud på vejnettet, men angiver antallet af ture fra sogn til sogn. Der er skåret i antallet af streger, så alle 102 400 streger ikke er tegnet på. For det første ville hele kortet forsvinde i streger, for det andet er der ikke nogen grund til at tegne streger på, som



Figur 27: Kortet viser antal kørte ture i bil/tog mellem sognene i Østjylland pr. hverdagsdøgn modelleret for 2002.

angiver meget få antal ture, fx 0,3 ture. Der er valgt en grænse ved streger, som repræsenterer 50 ture pr. døgn, ved denne grænse er der et rimeligt overblik over hvorfra og til trafikken er mest intens. Denne grænse betyder selvfølgelig at en vis andel af alle turene, ikke er angivet på kortet.

angiver Intervallerne der er vist i Figur 27, og den procentvise fordeling i hhv. 2002 og 2030 scenariet. Det kan ses at over halvdelen af alle ture i Østjylland, er visualiseret på begge scenarierne. De summerede procenter i Tabel 15, er desuden repræsenteret af kun 4 % og 5,5 % af stregerne (ud af de 102 400) i hhv. 2002 og 2030 scenarierne. Uden at der tolkes for meget på resultatet endnu, kan det ses at over halvdelen af alle ture (Tabel 16), bliver foretaget mellem de 7 største byer i Østjylland. Derfor er det også interessant at se på fordelingen af turene byerne imellem, idet det er her trafikken er mest intens.

Tabel 15: Antal ture i de to scenarier, og den procentvise fordeling over intervallerne.

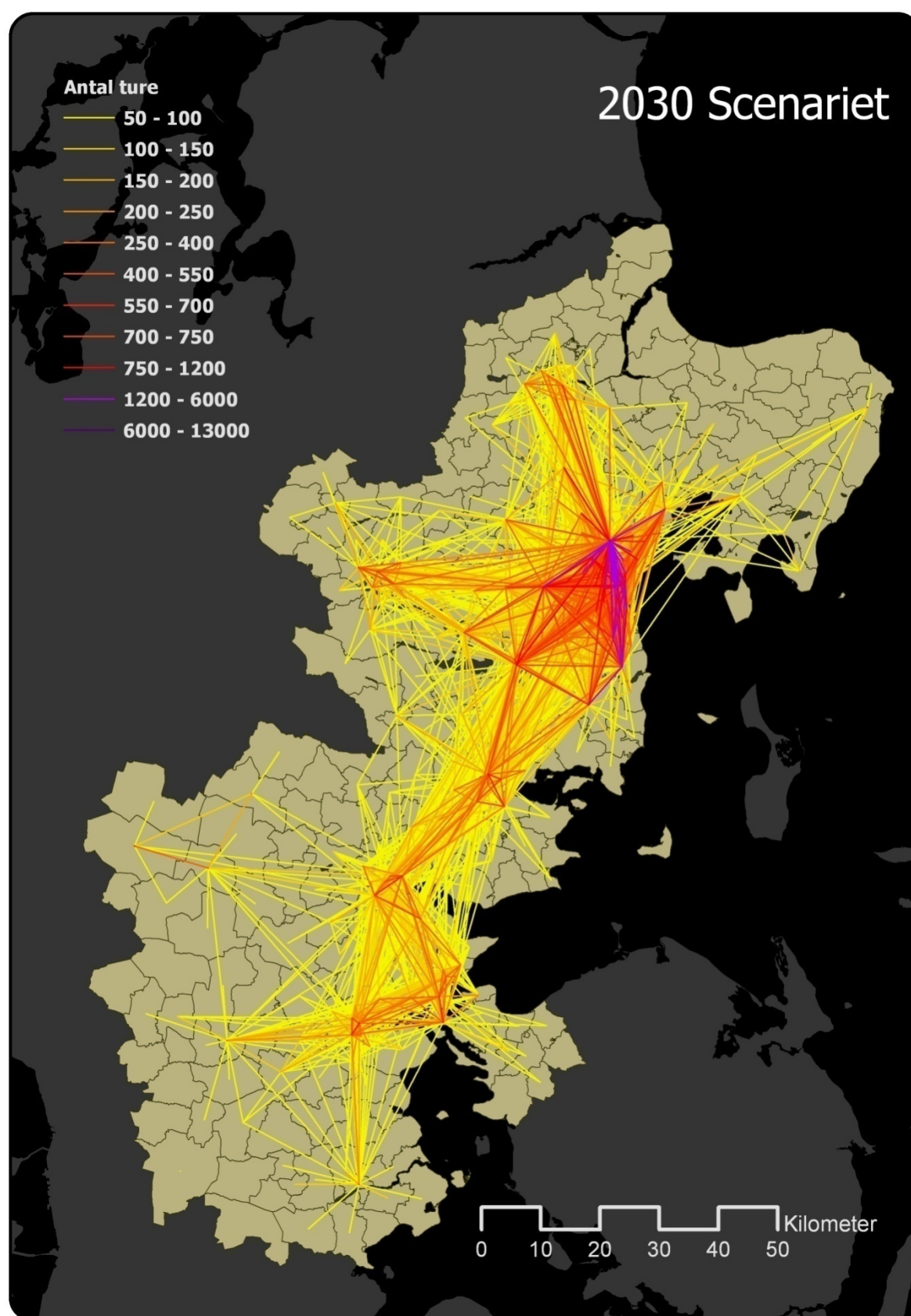
Antal ture	2002	2030
50 - 100	14,8	13,6
100 - 150	8,7	9,0
150 - 200	6,4	7,0
200 - 250	5,5	5,3
250 - 400	10,0	10,5
400 - 550	5,4	5,6
550 - 750	2,6	4,4
750 - 1200	3,2	4,5
1200 - 6000	0,0	5,0
6000 - 13000	0,0	0,9
Sum	56,7	65,9

Tabel 16: Procentvis fordeling af ture der har forbindelse til de større byer.

	2002	2030
Aarhus	54,4	57,2
Randers	8,7	7,3
Silkeborg	5,2	5,4
Vejle	11,2	9,4
Kolding	9,6	7,4
Fredericia	6,6	5,2
Horsens	12,5	12,7
Sum	108,2	104,7
Alle 7 byer	89,1	87,7

Tabel 16 viser den procentvise fordeling af alle ture mellem de respektive større byer. Som det ses er summen af alle fordelingerne over 100 procent, dette skyldes at nogle af turene tælles med 2 gange, nemlig dem der går fra en af de 7 byer til en af de andre 7 byer. Ved at tælle ture der blot foretages i én af de 7 byer, fås tallet i rækken 'Alle 7 byer'. Dette tal korrigerer altså for dobbelttalte ture, og viser at der er tale om, at næsten 90 % af trafikken i Østjylland er koncentreret omkring de store byer.

Det næste kort som viser turene udregnet for 2030, er vist i Figur 28. Ved visualiseringen af turene i 2030 gælder de samme forudsætninger som kortet for 2002. Der er den lille forskel i signaturforklaringen, at der er yderligere to intervaller af ture. Disse to intervaller er vist med to nuancer af blå, for at kunne se dem tydeligt, idet disse intervaller slet ikke forekommer i 2002. Dermed er det tydeligere hvor de store forskelle i de to scenarier er.



Figur 28: Kortet viser antal kørte ture i bil/tog mellem sognene i Østjylland pr. døgn modelleret for 2030.

8.1.2 Tolkning af stregkort

Der kan udledes en del af kortene i Figur 27 og Figur 28. Der er dog nogle særlige egenskaber ved kortene, som det er nyttige at være opmærksom på, når de tolkes. Det er bl.a. hvilke data der vises, og hvad de så repræsenterer ud af det samlede datasæt.

For det første er det væsentligt, at ud af alle stregerne der repræsenterer alle ture, repræsenterer 4 % i 2002, og 5,5 % i 2030 af stregerne, over halvdelen af alle turene der foretages i Østjylland. Dette betyder af turene er forholdsvis koncentreret på få strækninger. Dette betyder, at ikke nok med at Østjylland er et vækstområde, så er trafikken, der er et udtryk for udvikling, også koncentreret imellem de største byer i regionen. Ud af alle turene, kører over halvdelen potentielt igennem Aarhus, det er kun potentielt, idet det er ture der i fugleflugt går over Aarhus (se Tabel 16). Aarhus er altså en væsentlig hovedby i regionen. I 2030 er Aarhus vokset en smule i forhold til 2002. Hvad der også kan ses af kortene og Tabel 16, er at samlet set har næsten 90 % af alle ture forbindelse til en af de 7 største byer i Østjylland. Dette er godt at have in mente, når kortene betragtes, idet dette yderligere bekræfter hvad der kan ses; nemlig at turene er koncentreret mellem byerne.

Når det er fastslået at trafikken er koncentreret mellem de største byer i Østjylland, er det yderligere vigtigt at fastslå, at den visualiserede trafik udelukkende er intraregional. Denne lokaltrafik er koncentreret, der hvor motorvejene er placeret, hvilket belaster det vejnet, der også skal transportere den tunge trafik der kører igennem Østjylland. Dette er også påpeget i Landsplanredegørelsen 2006, og denne analyse bekræfter dette.

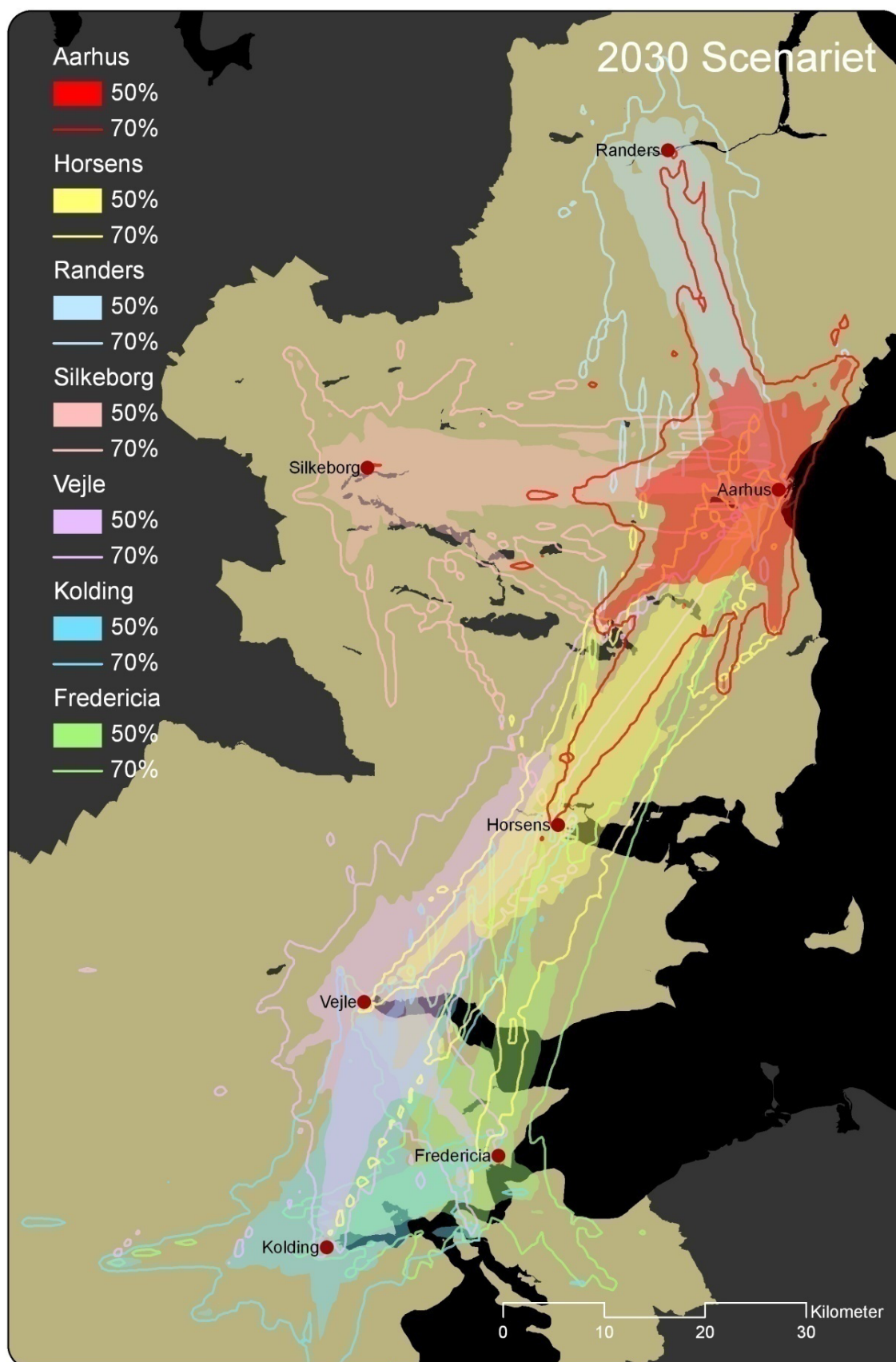
Udviklingsmæssigt, er noget af det der er mest iøjnefaldende fra 2002 til 2030 scenariet, at især antallet af streger forøges omkring Aarhus. Dette betyder at der er flere 'ruter', der kommer over de 50 ture der visualiseres i modellen. Der er altså i sognene omkring Aarhus, en forventning om vækst, og dette medfører jævnfør modellen, en betragtelig forøgelse af trafikken i og omkring Aarhus. Ikke nok med at intensiteten i trafikken spredes mere ud, den intensiveres også tæt ved Aarhus. Her er det værd at bemærke at de meget høje værdier i 2030 (der er markeret med blå/lilla), er tæt ved Aarhus. Den helt høje værdi der nærmer sig 13000 ture, er ikke visualiseret med en streg, idet det internt i et sogn turene foregår.

Stregkortene kan give det indtryk, at trafikken knytter alle byerne, fra Kolding til Randers sammen, til ét langt bybånd, hvilket da også er bemærket i Landsplanredegørelsen 2006. Landsplanredegørelsens kommentarer til et

sammenhængende bybånd (LPR 2006:55), er da også delvist baseret på kortet fra projektet 'Byen, vejen og landskabet' også vist i Figur 1. Dette kort udarbejdet nogenlunde som stregkortene, og giver da også indtryk at et sammenhængende bybånd. Hvad der ikke kan ses særligt tydeligt på stregkortene (og Figur 1), er at ture fra Kolding ikke nødvendigvis, og slet ikke i særlig stort omfang, går helt til Randers, og derved danner et sammenhængende bybånd. I stedet er der i denne rapport udarbejdet et isolinje-fladekort, der viser den procentvise fordeling af turene fra de 7 største byer, hvor turene går hen, og hvor stor en andel.

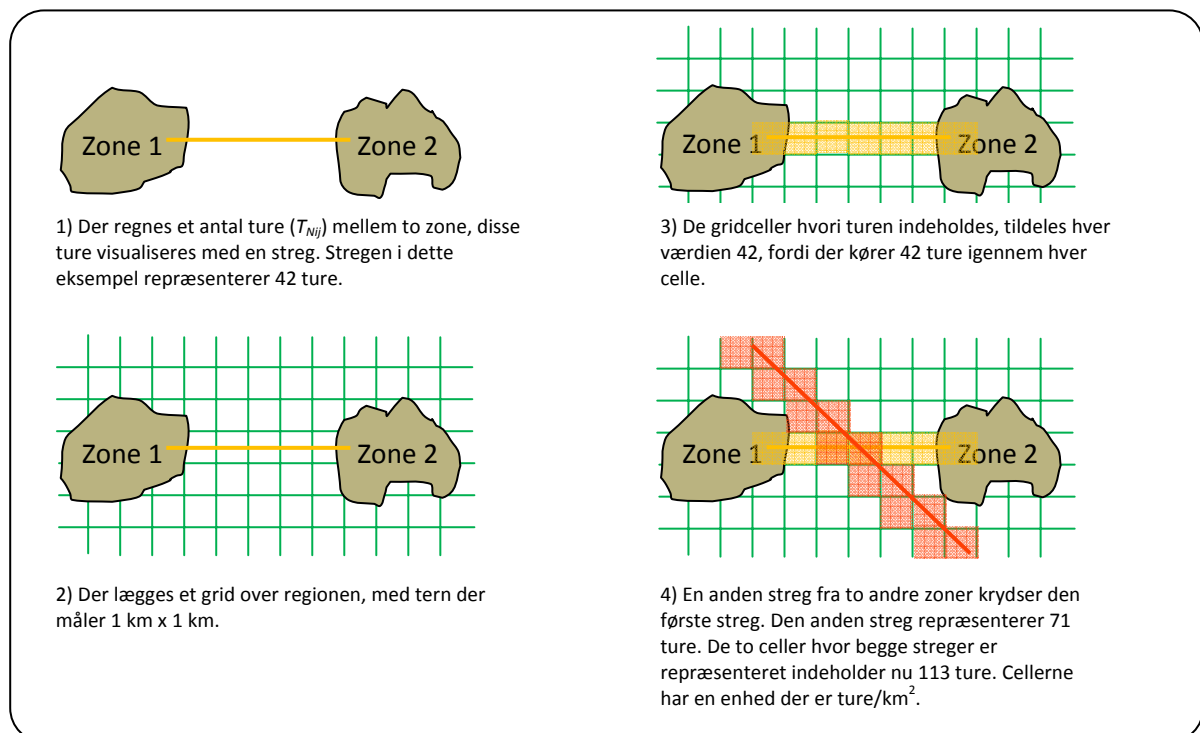
8.1.3 Egenskaber for isolinje- og fladekort

Ved hjælp af stregkortene i Figur 27 og Figur 28, kan det udledes at størstedelen af den interne trafik i Østjylland, foretages mellem de største byer. Ligeledes at Aarhus tiltrækker langt den største andel af trafik, af alle byerne. Det kan dog være svært at se ud fra stregerne hvordan trafikken, der går fra og til byerne, fordeler sig proportionalt. Et bedre overblik til dette formål, opnås ved at lave isolinjer over andelen af trafik der er knyttet til byerne. En isolinje kan fx repræsentere udstrækningen af 50 % af trafikken knyttet til en bestemt by.



Figur 29: Kortet viser andelen af ture knyttet til de respektive byer. Områderne for 50 % isofluden og 70 % isolinjen er minimeret, således at det er det mest koncentrerede areal der er muligt at afbillede.

Der er i Figur 29 vist turenes fordeling i 2030. Kortet skal forstås således, at de gennemfarvede områder repræsenterer 50 % af turene knyttet til de respektive byer. De 50 % der er visualiseret, er den mest koncentrerede fordeling. Stregerne angivet som 70 %, angiver området der repræsenterer 70 % af turene, forstået således at det er inklusiv de 50 %. Det område der ligger mellem stregerne og det markerede område i samme farve, repræsenterer altså 20 % af turene. Den enhed som procenterne fastlægges efter hedder ture/km², forklaringen til hvorledes denne enhed opstår, er vist i Figur 30.



Figur 30: Der vises hvorledes turene mellem sognene summeres ved hjælp af et grid der lægges over hele regionen. Disse celler på 1 km x 1 km danner basis for de procenter der vises i isofladekortene.

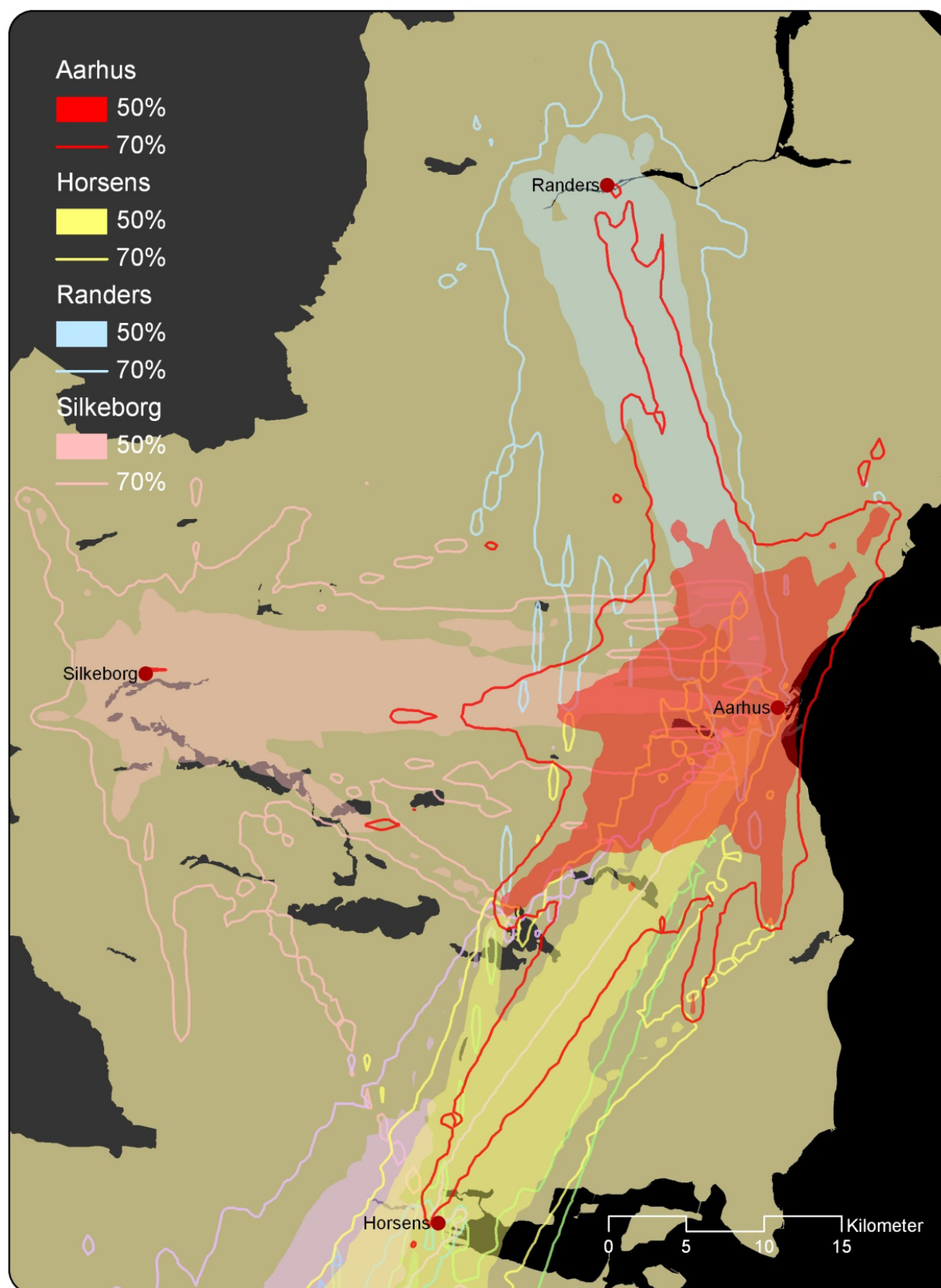
Der er i forbindelse med isoflader og linjer, kun regnet på 2030 scenariet af to årsager: For det første er computerberegningerne yderst tidskrævende, for det andet er det mest interessant hvorledes trafikudviklingen er i 2030, så de fremtidige udfordringer eventuelt kan foregribes.

8.1.4 Tolkning af isolinje- og fladekort

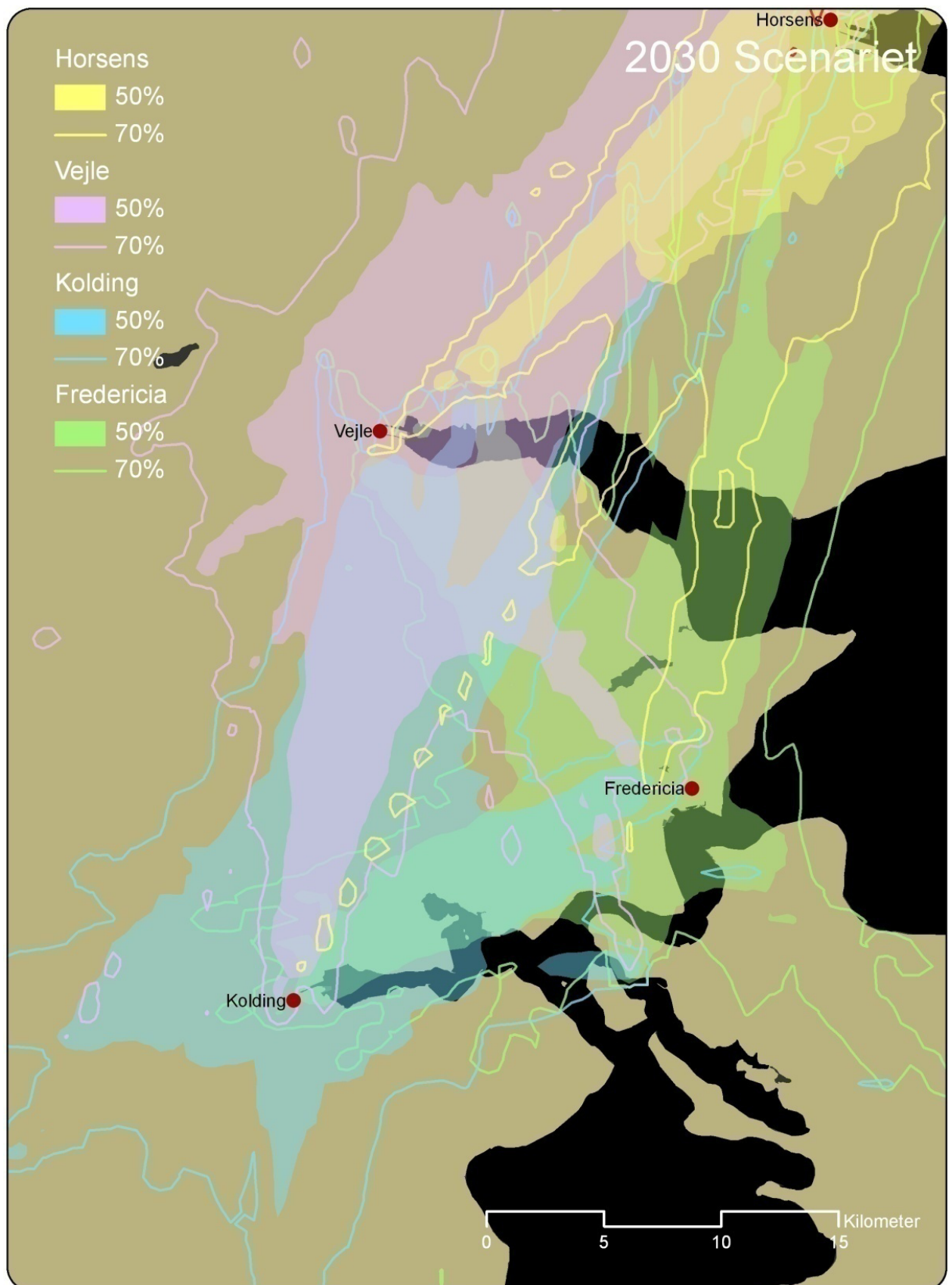
Flader og isolinjerne kan give supplerende informationer om turenes omfang og udstrækning, i forhold til stregkortene. Nogle af de aspekter der er interessante, er selve formen på strukturerne og i hvilken retning deres tyngde ligger. Derudover er det selvfølgelig også relevant hvor langt de forskellige strukturer strækker.

Formen på de forskellige turfodelinger er meget interessante. I den nordlige del af Østjylland, hvor Aarhus, Randers, Silkeborg og til dels Horsens ligger, er strukturerne i høj grad præget af Aarhus. På kortet i Figur 31 er vist den nordlige del af Østjylland. Randers og Silkeborg har, strukturerer af turenes fordeling, der viser en tydelig tiltrækning til Aarhus. Silkeborg har en anelse mere spredning i turene, hvilket gør strukturen på isofladen mere stjerneformet. I Landsplanredegørelsen (2006:55) angives der at Randers mere og mere fungerer som forstad til Aarhus. Scenariet vist i Figur 29 og Figur 31, tyder på at dette også vil gælde Silkeborg, og til dels Horsens. Faktisk ser det ud til at Horsens har større tilknytning til Aarhus end til Vejle, selv om Landsplanredegørelsen knytter Vejle-Horsens sammen i pendlingsoplande, og Aarhus-Randers. Figur 29 og Figur 31 viser altså et scenarie, hvor Aarhus har den største tiltrækning på Randers, Silkeborg og indlemmer Horsens i dens opland i den sådan grad, at Aarhus har større tiltrækningsevne på Horsens end Vejle. Dette vil lægge et pres på opdelingen mellem by og land på strækningen Aarhus-Horsens. Turene tilknyttet Aarhus, har en mere samlet 'masse', end de langstrakte oplande; Randers, Silkeborg, Horsens. Dette indikerer at Aarhus kan 'servicere sig selv', der er både arbejdspladser og boliger nok til at turene ikke spredes i samme grad som omkring dets oplandsbyer.

Trekantsområdet er karakteriseret ved at de geografiske afstande mellem Vejle, Kolding og Fredericia, er relativt kortere end mellem byerne ved Aarhus. Dette har betydning for turenes udstrækning. Kortet på Figur 32 viser trekantområdets turfodeling. Ikke overraskende er der en udpræget interaktion mellem de 3 byer; Vejle, Kolding, Fredericia. Vejle har større tiltrækning af ture fra Fredericia og Kolding, end omvendt, Vejle kan derfor betragtes som stedet med potentiale for størst vækst i Trekantsområdet. Der går også trafik nordpå fra Trekantsområdet, og her er det interessant, at nærstudere kortet i Figur 29 (Kig eventuelt på vedlagte kort på cd-rom, der ikke er hæmmet af udskriftsbegrænsninger). Umiddelbart skulle man tro turene gik til Horsens, og det gør turene fra Fredericia og Kolding også til dels. Turene fra Vejle ser dog ud til fortrinsvist at gå uden om Horsens, og direkte til Aarhus, hvilket nok er et resultat af at Aarhus står for den største vækst i scenariet. Generelt ser det ud til at trekantsområdet i høj grad påvirkes af Aarhus, både Fredericia, Vejle og Kolding knytter sig turmæssigt til Aarhus i forskellig grad. Vejle påvirkes mest, og det ser ud til at der proportionalt går flere ture til Aarhus fra Vejle, end til hhv. Kolding og Fredericia, hvilket er interessant med hensyn til hvor tæt de tre byer ligger på hinanden.



Figur 31: Større udsnit af den nordlige del af Østjylland. Det er ture baseret på 2030 scenariet kortet er baseret på. Procenterne angiver trafikmængderne der er knyttet til de respektive byer.



Figur 32: Udsnit af trekantsområdet.

8.2 Opsamling og kommentarer

Fordelingen af streger peger på et koncentreret flow af trafik, stregkortene på Figur 27 og Figur 28 visualiserer alle streger der repræsenterer 50 ture og derover. Dette skaber et overblik over de mest trafikerede ruter i Østjylland, og selvom det kun er 4 – 5 % af alle turene der er inkluderet i 50+ ruterne, repræsenterer de over halvdelen af alle ture. Herved påvises et koncentreret flow af trafik.

Trafikken er fortrinsvist fordelt mellem de 7 største byer i regionen, hvilket skaber en vekselvirkning mellem disse byer. I Landsplanredegørelsen 2006, spås der om at der med tiden vil dannes et sammenhængende bybånd fra Kolding til Randers. Modellen udført i denne rapport, peger dog ikke i retning af ét langt funktionelt bybånd. Aarhus tiltrækker så meget trafik, at det meget vel kan tænkes at bybåndet mere bliver svækket, jo længere væk fra Aarhus byerne ligger. Regionen kan med tiden udvikle sig til et monocentrisk bymønster (ét centraliseret centrum), i stedet for det polycentriske (mange adskilte bycentre) mønster der er i dag.

Fordelingen af isoflader og linjer, peger på at Østjylland kommer til at bestå af to oplande; Aarhus med Randers, Silkeborg og Horsens som en slags forstæder, og Trekantsområdet, hvor der er stor interaktion mellem Vejle, Kolding og Fredericia. Det kan dog også ses at Aarhus trafikalt 'trækker' i trekantsområdet i 2030 scenariet, faktisk så meget at der proportionalt går flere ture fra Vejle og nordpå, som der går til de nærliggende byer Fredericia og Kolding. Spørgsmålet er om både Trekantsområdet og Aarhus kan udvikles, eller om den ene region trækker hele væksten på bekostning af den anden. I så fald ser det ud til at Aarhus kunne blive vinderen i sådan en konkurrence.

I forhold til de nationale målsætninger nævnt i Landsplanredegørelsen 2006, om at bevare det varierede landskab i Østjylland, ligger der en stor udfordring i at sørge for at byerne og landskabet holdes adskilt. Især i betragtning af at strækningen mellem Trekantsområdet og Aarhus potentielt kan forvandles til ét langt transportbånd, med den dertil følgende vækst i byerne der ligger langs denne korridor. Horsens der har en meget langstrakt trafikmængde, kunne tænkes at vokse som følge af at være trafikalt opland til både Trekantsområdet og Aarhus, ligesom alle de andre mindre byer der ligger langs denne strækning fx Skanderborg. Modellen i denne rapport påviser, at trafikken i Østjylland ikke er så sammenhængende som antaget i

Landsplanredegørelsen, dette kan medføre endnu en udfordring. Udfordringen ligger i at de mere fragmenterede trafikstrømme, indikere at der i transportbåndet er en intern konkurrence om at tiltrække vækst. Dette kan især blive aktuelt hvis Aarhus viser sig at udvikler sig væsentligt mere end Trekantsområdet. Denne kamp om væksten kan medføre at ledige arealer mellem byerne, vil blive sværere at friholde i fremtiden. Dette er noget som helst skal undgås ifølge Landsplanredegørelsen.

9 Konklusion

Det er blevet belyst, at der er en tæt sammenhæng mellem arealanvendelsen og transportsystemet, og vice versa. Dermed er der grundlag for at undersøge hvorledes byudviklingen tænkes at påvirke transportsystemet i fremtiden, som følge af prognoser for befolkningstal og arbejdspladser. Rent byplanlægningsmæssigt, ligger der en aktuel og interessant udfordring i udviklingen af byerne og transportsystemet i Østjylland. Især Østjylland er interessant, idet denne region, sammen med hovedstadsområdet, er de to områder med størst vækst i Danmark. Dermed er der en aktuel problemstilling, i forhold til at undersøge hvorledes trafikken tænkes at blive påvirket, som følge af fremtidens bolig og arbejdspladsplacering.

Problemformuleringen spurgte om følgende:

"Hvorledes opbygges en trafikmodel for Østjylland, og hvad kan resultatet bruges til i forbindelse med byudviklingen i Østjylland?"

Trafikmodellen er opbygget efter en klassisk 4-trins model, hvor det er de første 2 trin der benyttes til at visualisere trafikken i Østjylland. Modellen bruger befolkningstal og arbejdspladser til at modellere trafikken mellem sognene i Østjylland. Ligeledes

benyttes en afstandsfunktion til at bestemme hvilken effekt afstanden af turene, har på frekvensen af ture.

Modellen har påvist at trafikken er koncentreret i det østlige Østjylland. Trafikken er i høj grad koncentreret mellem de store byer i regionen. Aarhus står alene for over halvdelen af al den genererede trafik. Tidligere undersøgelser har argumenteret for at der er et langt bybånd fra Kolding til Randers. Modellen i denne rapport, peger mere i retning af at der nok er trafik fra Kolding til Randers, men at interaktionen ikke er ligeligt fordelt. Trafikken er mere delt op, i den forstand at Trekantsområdet internt har en del interaktion, og at Aarhus tiltrækker mange ture. Byer som Randers og Silkeborg synes at være trafikalt tæt forbundet med Aarhus. Derudover er det bemærkelsesværdigt, at Horsens i 2030 scenariet, i højere grad er trafikalt forbundet med Aarhus end med Vejle. I det hele taget synes selve Trekantsområdet, at blive påvirket trafikalt af den vækst der er prognosticeret for Aarhus. Dette kan give nogle andre udfordringer for udviklingen, end dem der er fremsat i Landsplanredegørelsen. En øget konkurrence om vækst mellem Trekantsområdet og Aarhus, kunne eksempelvis tænkes at lægge yderligere pres på de ledige arealer langs motorvejen i og omkring trekantsområdet.

10 Fordele og ulemper ved modellen

Modellen der er udført i dette projekt, er simpel i sin opbygning. Som følge af modellens opbygning, og brug af modeller generelt, er der nogle ting modellen er god til, og andre den beskriver knapt så godt.

10.1 Fordele ved modellen

Der hvor modellen har sin styrke, er i sin enkelthed. Der er 17 kommuner i Østjylland der skal arbejde sammen med staten om byudviklingen. Dette er et komplekst samarbejde hvor mange har en mening om hvor udviklingen skal styrkes. Alle skal komme med input til fremtidige scenarier, og det skal helst også være sådan at de samarbejdende parter, kan gennemskue hvad deres bidrag til dialogen betyder, ellers kan resultatet blev forkastet af nogle af parterne.

Turantalet repræsenteret med streger, bruges bedst som en relativ indikator for hvor stor trafikbelastningen er. Det kan fx ses i begge scenarier, at den intraregionale trafik imellem Silkeborg og Aarhus, er nogenlunde ligeså belastet som andre meget trafikerede korridorer. Dette kunne være en af grundene til at den sidste stump motorvej ved Silkeborg, har været på ønskelisten hos mange. I tilfælde af at der skal investeres i infrastrukturen, kunne modellen bruges i tilfælde af at det allerede var bestemt at der skulle anlægges X antal kilometer vej i Østjylland. I dette tilfælde, kunne modellen i grove træk påvise hvor der er behov for udbygning.

10.2 Svagheder ved modellen

Modellens enkelthed betyder at der en nogle svagheder ved modellen, som er gode at være opmærksomme på, så fejlfortolkninger/konklusioner undgås. Turproduktionen er så simpel, at multiplicere befolkningstallet med 1,77 er enkelt, men er en generalisering der betyder at nuancer som forskellen i ture i forhold til indkomstfordeling, ikke bliver medtaget. Dette har fx betydning for sogne i midtbyer, hvor der traditionelt bor mange unge og gamle, med mindre indkomster end familier normalt har. Derfor er det ikke

relevant at bruge modellen til at påvise, at en bestemt vejstrækning er så belastet at den bør udbygges.

Derudover er der en række mere overordnede problemer, der kan være ved at bruge modeller. En model er en generalisering af virkeligheden. En model tager nogle ting fra virkeligheden og udelader andre, dermed er der mange aspekter der ikke medtages i modeller. Petter Næss, argumenterer for at trafikmodeller generelt er baseret på mange kritisable antagelser (Næss 2006). Et af de helt store problemer vedrørende modeller, er ifølge Næss at det antages at man kan sætte tal på alt, og derefter beregne omkostninger versus fordele. Næss mener dog at det er umuligt at værdisætte kvantitative udtryk objektivt, fx at sætte pris på miljøet, hvilket han har ret i, da beregninger af miljøomkostninger ofte inkluderer mange eksternaliteter.

Modellen udført i denne rapport, gør sig ikke klog på omkostningerne ved vejudbygning eller omkostninger vedrørende fjernelse af natur. Men selve tankegangen bag, nemlig at kunne værdisætte parametre og lave forudsigelser på denne baggrund, er dog noget modellen benytter sig af. Det er dog ikke meningen at beslutninger alene bør baseres på modellens resultater, der bør altid være andre inputs til en proces hvor vigtige beslutninger træffes.

En anden svaghed, som måske ligeså meget er en udfordring, er hvorledes modellens output skal fremlægges. I denne rapport er det valgt at fremlægge resultaterne som streger der repræsenterer 50+ ture. Isolinje kortene er også blevet begrænset, så resultaterne kan overskues. Hvis alle data skulle være inkluderet i kortene, ville det være umuligt at gøre det overskueligt eller på nogen måde brugbart til analyse. Derfor er det nødvendigt at ekskludere nogle af resultaterne, for at kunne fremhæve andre. I den forbindelse kan der uforvarende blive udeladt resultater, der kunne ændre afgørende konklusioner der drages. Der er forsøgt så vidt muligt at undgå denne situation, men det er en udfordring der konstant har været til efterretning ved alle valg der skulle træffes i forbindelse med udførelse af kortene. Et fælde der skal undgås i forbindelse med tolkning af isolinje kortene, er at drage konklusioner ud fra størrelsen på isofladerne, i forhold til hinanden. Det er fx forkert at sige, at trafikmængden fra Aarhus er ca. lige så stor som Silkeborg og Randers, baseret på at 50 % fladerne for de respektive byer er næsten lige store. En lille provinsby med 5000 indbyggere, kunne i princippet vise en lige så stor isoflade som Aarhus, idet det kun er procenter baseret på byens egen trafik.

11 Kilder

Leleur. S & Lahrmann. H. (1994). *Vejtrafik - trafikteknik og trafikplanlægning*. Polyteknisk forlag. Lyngby.

J. E. Burt & G. M. Barber (1996). *Elementary statistics for Geographers*. The Guilford Press. New York. 1996.

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.

DTU (2008). Modelcenter Danmarks Transportforskning – Danmarks Tekniske Universitet. Tilgængeligt på <http://www.dtu.dk/centre/modelCenter/TU/Uddybende%20beskrivelse.aspx> den 9 juni 2008.

P.H.L Bovy et.al. (2006). *Transportation modeling in Course CT4801*. DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. Faculty of Civil Engineering and Geosciences Transport & Planning Section

Juan de Dios Ortúzar og Luis G. Willumsen (2006). *Modelling Transport*. John Wiley & Sons, LTD. 2006.

Wegener, M., F. Fürst (1999). *“Land-Use Transport Interaction: State of the Art”*. TRANSLAND Integration of Transport and Land Use Planning Deliverable D2a. Dortmund: University of Dortmund

Von Thünen, J.H. (1826) *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*, Hamburg. English translation by C. M. artenber (1966), edited by P. Hall. Von Thünen's Isolated State. London: Pergamon Press

Nielsen, Bue (2006). *Det Østjyske bybånd – en udfordring for planlægningen*. I Byplan, 58 årgang. Nummer 1 / 2. 2006, side 80-85.

Nørgaard, H & Andersen, T (2006) Udviklingstræk i vækst og stagnationsområder, I Byplan, 58. årgang, Nummer 4, 2006. Side 148-151.

Mødedagsorden 2008. *De østjyske borgmestre og miljøministerens møde om 'Byudviklingen i Østjylland'*. Direktionen. (Dagsordenen er vedlagt på cd-rom)

LPR 2006: Landsplanafdelingen, 2006, *Landsplanredegørelse 2006 – Det nye Danmarkskort – planlægning under nye vilkår*. Miljøministeriet, 87-7279-713-4 (Vedlagt på cd-rom).

Infrastrukturkommissionen (2008). *Danmarks transportinfrastruktur 2030 – Betænkning fra Infrastrukturkommissionen*. Infrastrukturkommissionen 2008. Kan hentes på nettet: <http://www.infrastrukturkommissionen.dk/sw164034.asp> 22 maj 2008.

Næss, P; Cost benefit analyser, tal og usikkerhed. I Økonomi og samfund side 202-216. 2007. Frydenlund.

RITA- Bureau of Transportation statistics. (2001) Tilgængeligt på: http://www.bts.gov/publications/transportation_statistics_annual_report/2004/html/chapter_02/daily_travel_by_income_gender_and_age.html den 9 juni 2008.

Knoxville – Metropolitan Planning Commission. 2001. Tilgængeligt på: <http://www.knoxmpc.org/locldata/onthego/onthego.htm> den 9 juni 2008.

Geodatabiblioteket (2004) tilgængeligt på: <http://www.geodatabiblioteket.dk/index.php?option=content&task=view&id=108> den 9 juni 2008.

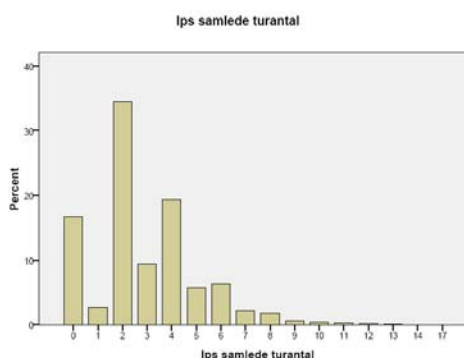
Children's mercy. 2008. Tilgængeligt på (<http://www.childrensmercy.org/stats/definitions/pvalue.htm>) den 9 juni 2008.

12 Bilag

Bilag A)

Frekvens over totale antal ture (gang, cykel, bil mm) foretaget af personer bosiddende i Østjylland på hverdage.

Ips samlede turantal				
		Frequency	Percent	Cumulative Percent
Valid	0	1373	16,7	16,7
	1	218	2,7	19,4
	2	2831	34,5	53,9
	3	769	9,4	63,3
	4	1587	19,4	82,7
	5	470	5,7	88,4
	6	517	6,3	94,7
	7	178	2,2	96,9
	8	142	1,7	98,6
	9	48	,6	99,2
	10	29	,4	99,5
	11	20	,2	99,8
	12	10	,1	99,9
	13	6	,1	100,0
	14	1	,0	100,0
	17	1	,0	100,0
Total		8200	100,0	100,0



Tabel 17: deskriptiv statistik over det totale antal ture for personer i Østjylland på hverdage. Den interessante oplysning i nedenstående tabel er 'mean'; det gennemsnitlige antal ture uanset transportform. Der er altså 2,87 ture i gennemsnit for respondenter i Østjylland. Der er altså ca. én tur i gennemsnit som ikke foretages med bil/tog, da bil/tog ture udgør 1,77 ture i gennemsnit.

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Sum	Mean	Std. Deviation
Ips samlede turantal	8200	0	17	23540	2,87	2,113
Valid N (listwise)	8200					

Bilag B)

Tabel 18: Deskriptiv statistik over turtallet for indkomster over/lige med 125.000

Descriptive Statistics						
	N	Minimum	Maximum	Sum	Mean	Std. Deviation
ture_bil_tog_sum	4298	0	17	9710	2,26	2,108
Valid N (listwise)	4298					

Tabel 19: Deskriptiv statistik over turantallet for indkomster under 125.000

Descriptive Statistics						
	N	Minimum	Maximum	Sum	Mean	Std. Deviation
ture_bil_tog_sum	1886	0	10	1936	1,03	1,575
Valid N (listwise)	1886					