

# Forbedring af GIS data til trafikmodeller

Stephen Hansen, Civilingeniør

Alex Landex, Civilingeniør

Otto Anker Nielsen, Professor

Center for Trafik og Transport ved Danmarks Teknisk Universitet

2800 Kgs. Lyngby - Danmark

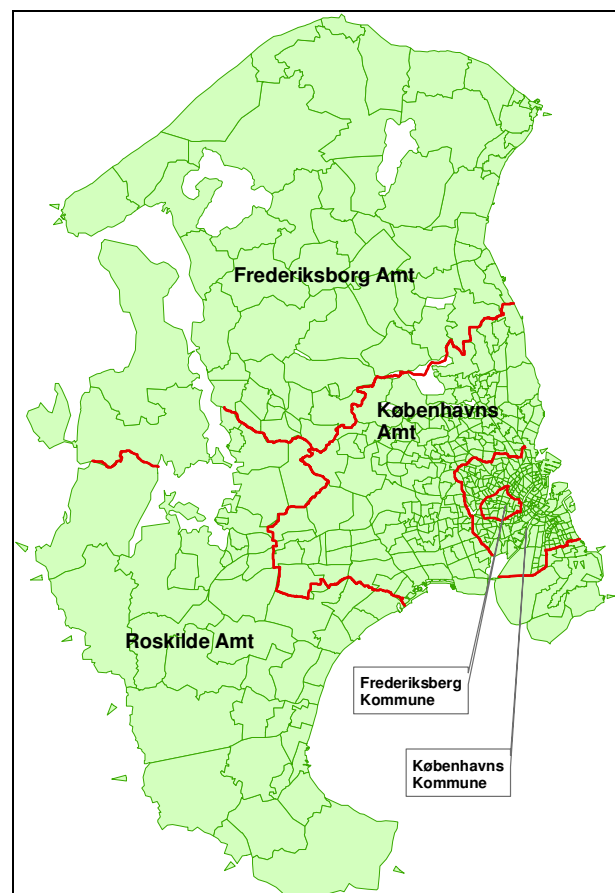
## 1 Indledning og resumé

I gennem en årrække har der ved Center for Trafik og Transport (CTT) ved Danmarks Tekniske Universitet (DTU) været udviklet rutevalgsmodeller for både biltrafik og kollektiv trafik. Modellerne gør det muligt at beregne de trafikale effekter, når der foretages forskellige ændringer i infrastrukturen, og på den måde kan de danne grundlag for at vurdere den samfundsøkonomiske rentabilitet af forskellige projekter.

Rutevalgsmodellerne tager deres udgangspunkt i Ørestadstrafikmodellens (OTM) zonestruktur og OD-matricer. Vejnettet i modellen er opbygget med udgangspunkt i Kraks Digitale vejkort (KDV), og består af godt 25.000 vejstrækninger i Hovedstadsområdet. Til hver vejstrækning er der efterfølgende tilknyttet attributter, som beskriver kapacitet og hastighed. Det kollektive net er opbygget i en køreplansbaseret datamodel, hvor data er hentet ud fra Rejseplanen.dk, og linket til infrastrukturnetværket.

OTM's nuværende zonestruktur er ikke velegnet til at modellere mindre ændringer i infrastrukturen uden for København. Årsagen til dette er, at zonestrukturen mange steder er for grov med store zoner, hvor fordelingen af indbyggere og arbejdspladser er meget inhomogen. Dette er især tilfældet for zonerne i Frederiksborg og Roskilde Amter (jævnfør figur 1). Eftersom rutevalgsmodeller kun beskriver trafikken mellem zoner, kan det være svært at vurdere effekterne af mindre ændringer i infrastrukturen, hvis projektet kun berører rejsende omkring en eller ganske få zoner. Ligeledes kan det være et problem, hvis hver enkelt zone har mange interne rejser, da de interne ture i trafikmodellerne ikke lægges ud på trafiknettet.

For at forbedre detaljeringsgraden i modellen, må de store og inhomogene zoner deles op i mindre zoner. En sådan opsplitning kræver endvidere at OD-matricerne også opdeles og tilpasses til den nye zonestruktur.



Figur 1: De 618 zoner i OTM 4

Artiklen præsenterer forskellige GIS-baserede metoder, der er blevet benyttet til at forfine zonestrukturen i den nuværende model. Idéen bag disse metoder har været at udnytte og kombinere forskellige eksisterende GIS-baserede datakilder, hvorved der kunne opnås en hidtil uset detaljeringsgrad og nøjagtighed i trafikmodellers geografiske data med en - i forhold til kvaliteten - overkommelig arbejdsindsats. Metoderne er blevet udviklet i forbindelse med et eksamensprojekt ved CTT (Hansen, 2005), hvor Frederiksborg Amt blev valgt som case. Artiklen koncentrerer sig ligeledes om dette område, selvom metoderne siden hen er anvendt for resten af hovedstadsområdet.

Fremgangsmåden har været, at der først blev formuleret metoder til at identificere, hvilke zoner der skulle deles op. Herefter er de faktiske zoneopdelinger gennemført, og den nye modeldatabase er færdiggjort ved at opstille nye OD-matricer, zonecentroider og zoneophæng. Til sidst er der gennemført rutevalgsberegninger i vejnetværket for at vurdere effekterne af de udførte zoneopdelinger.

## **2 Datagrundlag og databehandling**

I trafikprognosemodeller antages det normalt, at antallet af ture til og fra hver zone genereres og attraheres i hhv. boliger og arbejdspladser. Som udgangspunkt for at kunne fortage forskellige analyser for at forbedre zonestrukturen, er der i projektet dannet et kortgrundlag som detaljeret beskriver, hvor folk geografisk bor og arbejder i modelområdet.

Dette kort er blevet opstillet med udgangspunkt i de oprindelige modelzoner fra OTM (618 zoner), hvor antallet af boliger og arbejdspladser er opgjort. Endvidere er der benyttet et kort med arealanvendelsespolygoner for hovedstadsområdet fra Hovedstadens Statistik Kontor (HSK), under HUR. Arealanvendelsespolygonerne rummer 44 arealanvendelseskategorier, og består af 11.852 zoner. Zonerne svarer i det store hele til byplaners zonedefinitioner, og den enkelte zone har således i de fleste tilfælde en helt homogen arealanvendelse. Der er dog lidt forskel på detaljeringsgraden i de forskellige kommuner, ligesom arealanvendelsen i tætte byområder kan være blandet.

### **2.1 Bearbejdning af GIS-kort**

Desværre kunne de to GIS-kort ikke umiddelbart kombineres automatisk, idet der var en række problemer med datakvaliteten.

#### **2.1.1 HSK kortet**

HSK kortet er geografisk nøjagtigt, men er ikke topologisk sammenhængende, idet den enkelte zone er digitaliseret for sig. Det betyder, at grænsen mellem to zoner er digitaliseret som én grænse for den ene zone og én grænse for den anden zone, og mange steder er disse grænser ikke nøjagtig ens. Herved opstår der både steder med overlappende zoner, og steder med huller mellem to zoner. I enkelte kommuner var der derudover det problem (i særlig grad Københavns Kommune), at vejarealet var én stor zone, mens andre kommuner ikke adskilte vejareal i en særskilt kategori, men lod den indgå i de øvrige kategorier. Det var således nødvendigt at udvikle en række værktøjer til de følgende arbejdsprocesser:

- Opsplitning af vejareal i mindre polygoner - herunder opsplitning i vejcenterlinier (fra KRAK) og opsplitning i zoner (fra OTM og andre zonedatakilder)
- Fjerne overlap mellem zoner.

- Tildeling af zoner og arealanvendelser til huller mellem zoner
- Konsekvensretning af vandarealer (søer, kanaler, havne), så de ikke var zoner.

Derudover blev der tilføjet en arealanvendelse for lufthavne, idet disse tidligere var klassificeret i flere kategorier (trafikanlæg, havne, trafikcentre,...).

### 2.1.2 OTM kortet

I OTM's zonekort var digitaliseringen var meget unøjagtig (+/- 200 meter). For den enkelte zone var unøjagtigheden typisk biased (systematisk), men den var ikke ens for hele regionen. Oprettningen af OTM-zonerne blev gennemført i 3 trin:

- Der blev udviklet et GIS-værktøj, der kunne tildele OTM ID'er til HSK zoner, der lå helt inden for OTM-zoner.
- Dernæst blev der udviklet et værktøj, der kunne lette arbejdet med at tildele OTM ID'er til HSK zoner langs zonegrænserne.
- Ved hjælp af disse værktøjer sikredes det, at OTM's zoner bestod af et antal hele HSK-zoner. HSK's zoner var allerede kommunekodet, således at kommunegrænser ikke blev overskredet. I Københavns Kommune, justeredes grænserne endvidere, således at de fulgte Rode-strukturen (et særligt zone-planniveau i Københavns Kommune). Selvom kriterierne bag OTM's zoner ikke var dokumenteret, skønnedes det, at disse kriterier sikrede en overensstemmelse med de oprindelige intentioner. Endelig godkendte TetraPlan og DTF i forbindelse med OTM matrixestimationsprojektet<sup>1</sup>, den endelige justerede zonestruktur.

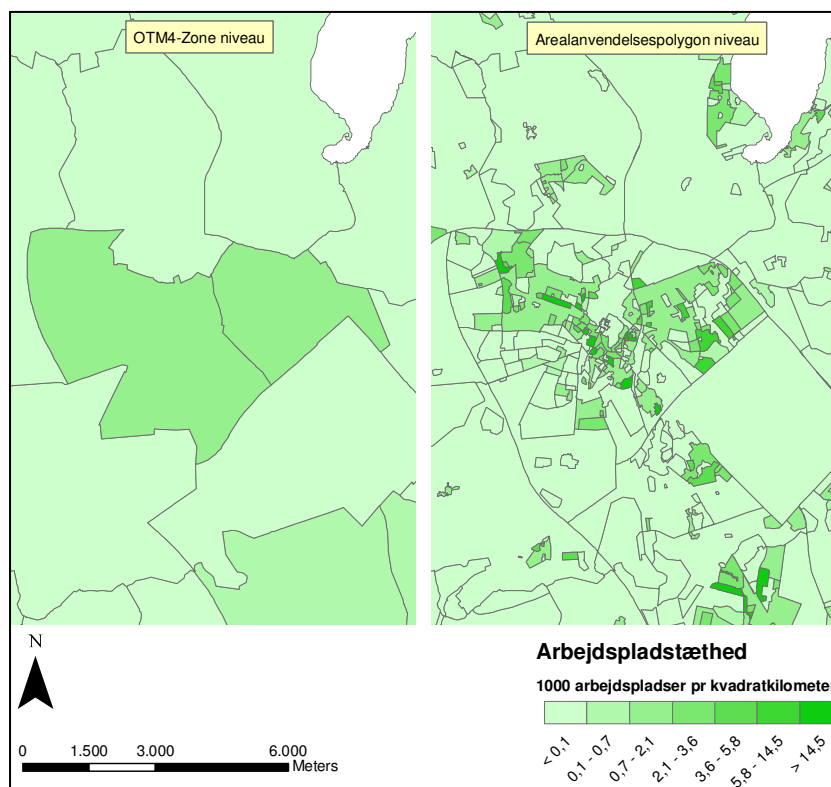
De enkelte GIS værktøjer til justering af zonegrænser beskrives mere detaljeret i (Hansen 2005). Fordelen ved de forbedrede kort grundlag er, at forskellige GIS-værktøjer efterfølgende kan benyttes til zonesplit, generering af zonecentroider, m.v. Krav til sådanne GIS-værktøjer er, at grundkortene dels har en rimelig geografisk nøjagtighed, dels er topologisk sammenhængende. Desuden vil de nye grunddata fremover muliggøre at zonekortene kan kombineres med andre datakilder. Eksempelvis kombineres zonekortene nu i OTM-turmatrixestimationsprojektet med Transportvaneundersøgelsen (TU), postkort-interviewdata og telefoninterview.

## 2.2 Overlay analyser

Ved brug af de nye temakort, kunne antallet af indbyggere og arbejdspladser overføres fra det oprindelige zoneniveau til de enkelte arealanvendelsespolygoner. Dette blev gjort ved hjælp af en overlayanalyse ud fra en række fordelingsnøgler, der afgjorde hvor højt de forskellige anvendelseskategorier skulle vægtes i forhold til hinanden, når hhv. indbygger og arbejdspladser skulle fordeles. Et tæt bebygget boligområde har eksempelvis en høj boligfaktor, hvorved en relativ stor del af indbyggerne i modelzonerne fordeles til dette område.

---

<sup>1</sup> Dette er et igangværende projekt, hvor DTF med CTT, COWI og TetraPlan som rådgivere, indsamler nye data og re-estimerer matricerne bag Ørestadstrafikmodellen. Projektet færdiggøres ultimo 2005, og er således endnu ikke afleveret.



Figur 2: Eksempel på overlayanalyse hvor arbejdspladser er overført fra OTM-zone niveau til arealanvendelsespolygoner

### 2.3 Aktivitet i zonerne

Med udgangspunkt i en antagelse om, at ture primært genereres og attraheres i hhv. boliger og arbejdspladser, blev der opstillet kort, der identificerede hvilke geografiske områder der havde en høj koncentration af boliger og arbejdspladser. I denne artikel beskrives sådanne områder med begrebet aktivitetscentre, hvor aktivitet er en sammenvægtning af boliger og arbejdspladser. Aktivitet defineres ved formlen:

$$\text{Aktivitet} = \text{pop} + (1,75 * \text{job})$$

Faktoren 1,75 skyldes, at arbejdspladser erfaringsmæssigt generer flere ture end indbyggere (Jacobsen og Larsen, 1999)

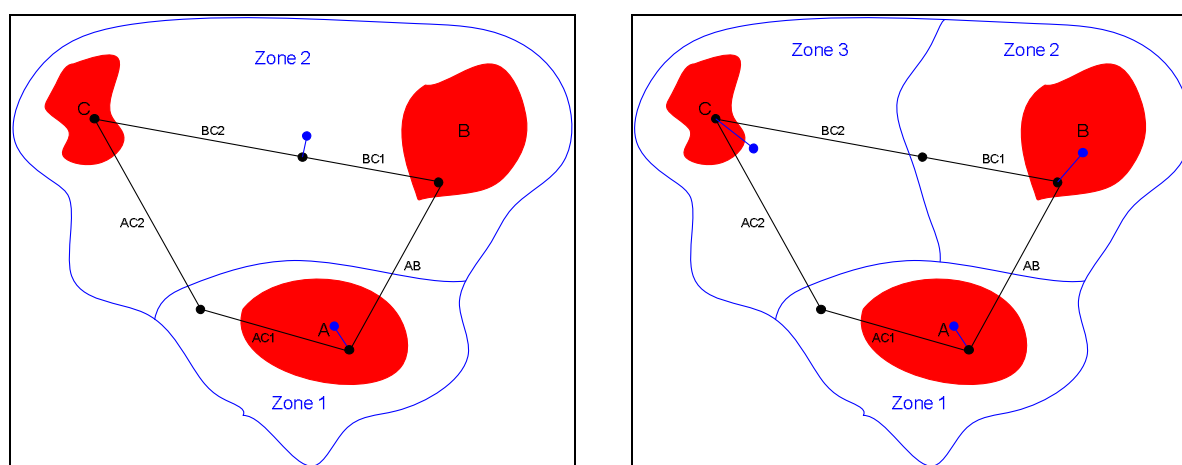
## 3 Zoneopdeling

Arbejdet med zoneopsplitning blev understøttet af de nye bearbejdede GIS-data. Idéen var, at opsplittningen af zonerne skulle respektere HSK-zonerne, samt andre fysiske og organisatoriske grænser, samtidigt med at zonerne skulle give en bedre beskrivelse af trafikken.

### 3.1 Zoneopdelings kriterier

Indledningsvis blev der klarlagt en række forhold, som skulle inddrages, i overvejelserne om hvilke zoner, som skulle deles op. Overordnet gælder, at enhver modelzone helst skal beskrive ét og kun ét aktivitetscenter. Dette skyldes, at hver enkelt zone i rutevalgsberegningerne betragtes som ét punkt - zonecentroiden - hvor alt trafikken til og fra

zonen udlægges. Findes der i zonen flere lokale aktivitetscentre, kan trafikken til og fra disse ikke adskilles i beregningerne. Ligeledes vil rutevalgsberegningen ikke beskrive trafikken mellem de centre, som ligger internt i samme zone. Problemstillingen kan illustreres med eksemplet i figur 3 herunder.



**Figur 3: Problemstilling omkring to eller flere aktivitetscentre i en modelzone**

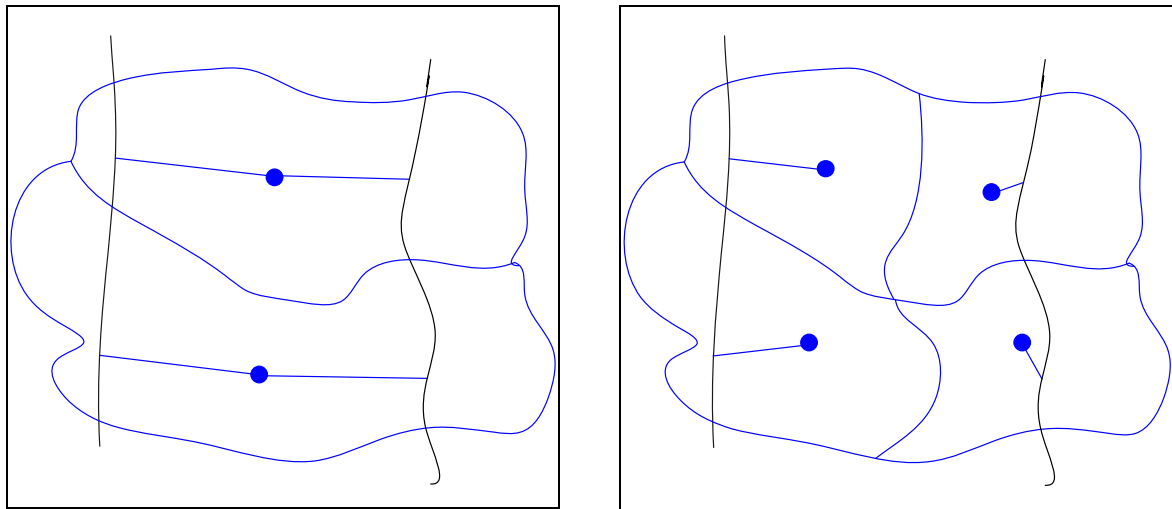
Figur 3 viser til venstre et modelområde inddelt i 2 zoner. I området ligger byerne A, B og C, markeret med rødt. Hver by udgør et aktivitetscenter. Som det fremgår, har zone 2 to aktivitetscentre - byerne B og C. Zonecentroiden er således placeret mellem disse to centre. Antages at alle vejene i nettet har samme omkostninger pr. km, vil en alt-eller-intet<sup>2</sup> rutevalgsberegning i dette netværk resultere i, at al trafik mellem zone 1 og 2 vil blive lagt ad vejstykkerne AB og BC1. Derimod vil der ikke komme trafik på strækningerne AC1, AC2 og BC2. Havde der været tale om 3 rigtige byer, må det antages, at trafikken ville være delt således, at trafikken fra A til C havde valgt ruten AC1, AC2, mens trafikken fra A til B ville benytte ruten AB. For at kunne beskrive trafikken bedre mellem de 3 byer, kunne zone 2 opdeles, så hver ny zone kun havde et aktivitetscenter. En sådan opdeling er vist på figuren til højre. En opsplittning af zone 2 vil endvidere gøre det muligt at modellere trafikken mellem B og C.

Udover ovenfor nævnte forhold bør den nye zonestruktur designes, så zonerne hver for sig beskriver oplandet til infrastrukturnetværket. I en zone med både stationsnære og stationsfjerne aktivitetscentre, kan zonecentroiden ikke adskille trafikken til disse centre. Det betyder, at al trafikken til og fra zonen fejlagtigt beskrives som enten stationsnær eller stationsfjern.

En anden problemstilling omkring infrastrukturnetværket kan være zoner, som indeholder parallelle overordnede veje eller kollektive ruter. Sådanne ruter eller veje vil i mange tilfælde være konkurrerende, men trafikken som benytter hhv. den ene og den anden transportkorridor, kan ikke adskilles med en zonecentroide.

På figur 4 er denne problemstilling skitseret. Til venstre vises to zoner, som gennemskæres af to overordnede veje. Da hver zone kun har én zonecentroide, er det ikke muligt at adskille trafikken på de to veje til og fra de viste zoner. Problemstillingen kan løses ved en zonestruktur som vist til højre på figuren.

<sup>2</sup> Rutevalgsberegning uden kapacitetsbegrænsninger og uden stokastisk. Hver enkelt bruger vælger den omkostningsmæssige korteste vej i rutevalget og influeres slet ikke af andre bruger i nettet.

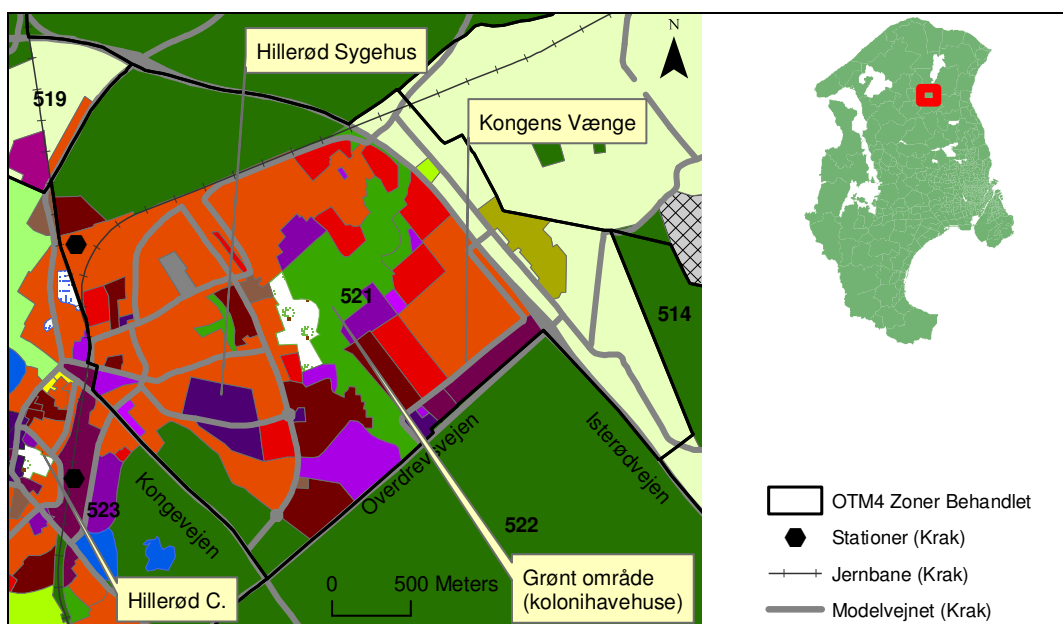


Figur 4: Zonestructur omkring parallelle transportkorridorer

Et tredje forhold, der gør sig gældende under design af den nye zonestructur, er, at zonegrænserne bør følge eksisterende fysiske- (åer, søer, veje, baner) og administrative grænser (roder, kommunegrænser, lufthavne, havne, samt i enkelte tilfælde i det åbne land sognegrænser). Dette sikrer en fast definition af zonegrænserne. Ved at benytte administrative grænser opnås der ligeledes konsistens, når data overføres fra eksempelvis kommuneniveau til modelzonerne og omvendt.

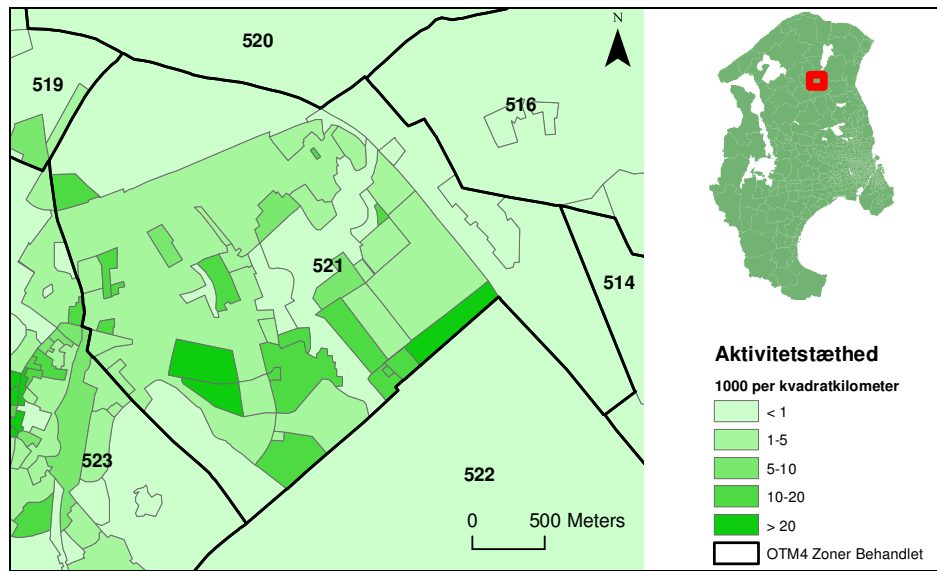
### 3.2 Eksempel på analyse og fremgangsmåde

Med udgangspunkt i de ovenfor beskrevne forhold, er der for hver modelzone foretaget analyser af hvordan fordelingen af aktiviteten i hver zone er. Endvidere er infrastrukturnetværket i hver zone analyseret, ligesom eksisterende grænser i modelområdet er medtaget i betragtningerne. I det følgende gives et eksempel på, hvordan en zone ved Hillerød er analyseret og opdelt. Zonen dækker den østlige del af Hillerød med Sygehuset og Kongensvængekvarteret.

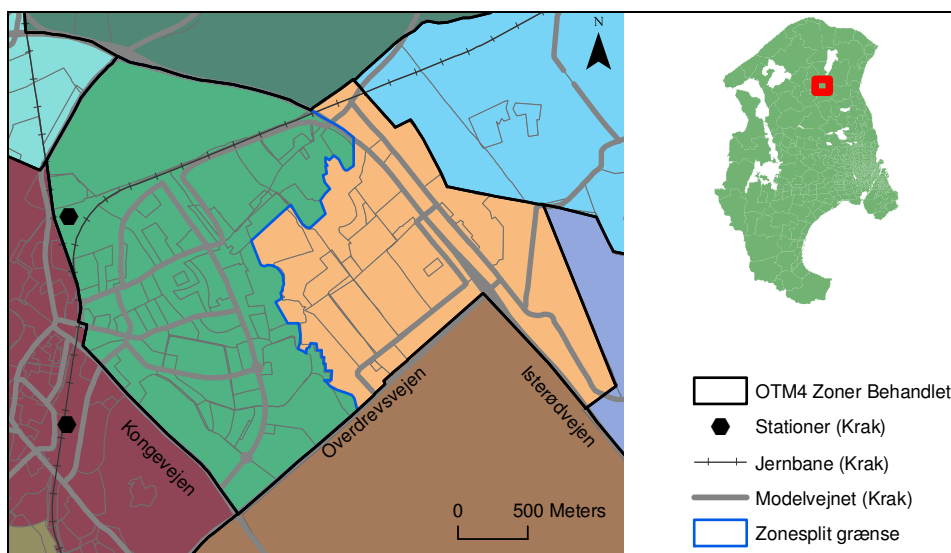


Figur 5: Modelzonen ved den østlige del af Hillerød. På kortet vises arealanvendelsespolygoner fra Hovedstadens Statistik Kontor

Ved at afbillede aktiviteten fremgår det, at der findes to adskilte områder i zonen med høj aktivitet (jævnfør figur 6). Disse områder er endvidere ikke internt forbundet af veje, og adgangspunkterne til det overordnede vejnet er placeret meget forskelligt. Fra kvarteret omkring sygehuset findes der således udkørsler til den indre del af Hillerød såvel som Kongevejen, mens Kongens Vænge kvarteret primært er koblet på Overdrevsvejen. Både ud fra betragtninger om, at der kun skal være et aktivitetscenter i en zone samt fordi zonestrukturen skal fungere som opland til infrastrukturnetværket, bør zonen splittes op. Det er valgt at lade den nye zonegrænse følge det grønne område, som naturligt deler zonen. Zoneopdelingen er vist på figur 7.



Figur 6: Aktivitetstætheden i modelzone ved Hillerød øst



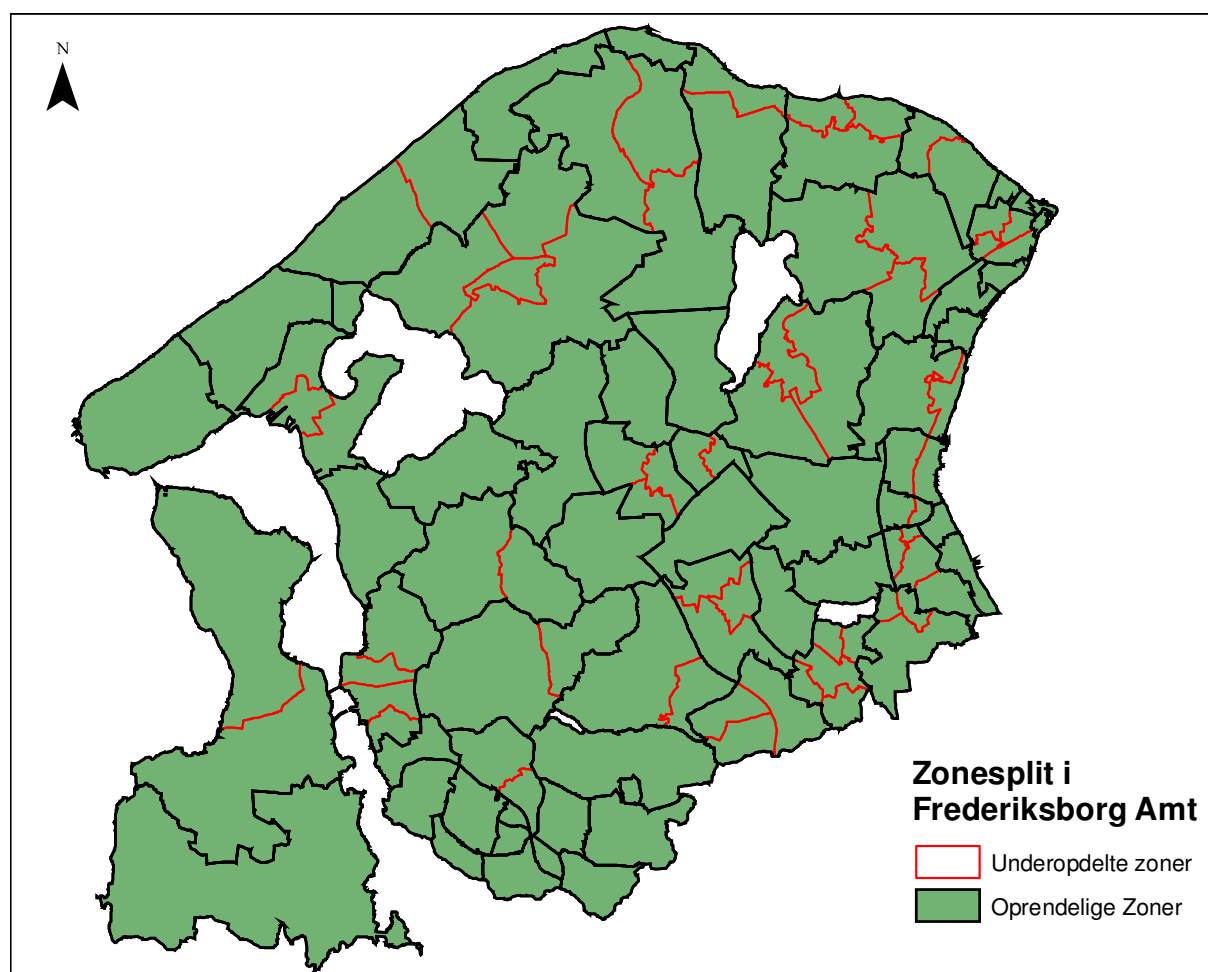
Figur 7: Valgt opdeling af modelzonen ved Hillerød øst

### 3.3 Den nye zonestruktur

På tilsvarende vis er alle de øvrige oprindelige OTM-zoner i Frederiksberg analyseret. De steder, hvor det blev fundet nødvendigt, er zonerne delt op. Dette medførte at 26 af de



oprindelige 69 zoner er blevet delt op i to eller flere mindre zoner, hvilket giver i alt 109 zoner i den nye zonestructur. Den endelige zonestructur er vist på figur 8.



Figur 8: Den nye zonestructur som er opstillet for Frederiksborg Amt

## 4 Færdiggørelse af den nye modeldatabase

Baseret på den nye zonestructur, er turmatricerne splittet op og forbundet fra zonecentroider ad zoneophæng til vejnettet.

### 4.1 Opstilling af nye OD-Matricer

For at kunne fortage rutevalgsberegninger er der opstillet OD-matricer til den nye zonestructur. Dette er gjort ved at splitte OD-matricerne fra den oprindelige OTM-zonestructur. Det er antaget, at antallet af ture til en opdelt zone, kan fordeles proportionalt med andelen af aktivitet i de ny oprettede zoner i forhold den oprindelige zone. Dette svarer til, at hver indbygger og arbejdsplads i en oprindelige zone hhv. genererer og attraherer lige mange ture.

Trafikken mellem hvert zonepar i den nye zonestructur, kan således beregnes med formlen:



$$T_{i,j} = \left( \frac{w_{pop} * pop_i + w_{job} * job_i}{w_{pop} * pop_{i-opr} + w_{job} * job_{i-opr}} \right) * \left( \frac{w_{pop} * pop_j + w_{job} * job_j}{w_{pop} * pop_{j-opr} + w_{job} * job_{j-opr}} \right) * T_{i-opr,j-opr} \quad (1)$$

Hvor:

$T_{i,j}$  er den udregnede trafik mellem zone i og j

$Pop_i$  er antal indbyggere i den nye zone i

$Job_i$  er antal arbejdspladser i den nye zone j

$Pop_{i-opr}$  er antal indbyggere i den zone, i oprindeligt var en del af

$Job_{i-opr}$  er antal arbejdspladser i den zone, som j oprindeligt var en del af

$W_{pop}$  er en vægt for, hvor meget indbyggere skal vægtes i beregningen altså 1 (jævnfør afsnit 2.1)

$W_{job}$  er en vægt for, hvor meget arbejdspladser skal vægtes i beregningen altså 1,75 (jævnfør afsnit 2.1)

$T_{i-opr,j-opr}$  er trafikken mellem de oprindelige zoner, som i og j kommer fra

I princippet kunne der bruges mere avancerede funktioner til opsplnitning af OD-matricerne. Eksempelvis kunne Ørestadstrafikmodellen have været kørt på den oprindelige og nye zonestruktur. Forholdet mellem trafikken i de enkelte celler kunne da benyttes til splittet. Imidlertid har CTT kun adgang til OTM i forbindelse med rekvireret arbejde. Inden for dette projekts rammer var det derfor hverken tidsmæssigt eller økonomisk muligt at benytte en sådan tilgang. Formel 1 er således en forholdsvis simplificeret opsplnitning.

Det bemærkes, at den efterfølgende kvalitetssikring viste, at den tidligere zoneinterne trafik i visse af zonerne var uforholdsmæssig stor eller lille. Dette fremgår, når den interne trafik i de opsplittede zoner bliver til trafik mellem zonerne, og der på vejnettet kommer urealistisk meget eller lidt trafik. Men det kan også analyseres ved at sammenligne den relative andel af zoneinterne ture i den enkelte zone, eller det absolutte antal i forhold til befolkning og arbejdspladser.

## 4.2 Placering af zonecentroider

I det hidtidige arbejde med placere zonecentroider i OTM's zonestruktur, er det normalt udført ved en skønsmæssig vurdering. Dette er gjort med det udgangspunkt at zonecentroiden skal placeres, så den repræsenterer aktiviteten i zonen på bedst mulig måde.

Med det opstillede detaljerede kendskab til, hvor folk geografisk bor og arbejder, er det nu muligt at beregne det faktiske tyngdepunkt for aktiviteten i hver zone. På den måde kan det punkt, som teoretisk set bedst beskriver aktiviteten i hver zone, bestemmes.

Bestemmelsen af aktivitetstyngdepunktet er foregået i en GIS-analyse, hvor midtpunktets koordinater bestemmes for hver arealanvendelsespolygon i den givne modelzone. Aktivitetstyngdepunktets koordinater er herefter fundet som en vægtet middelværdi af disse koordinaterne, idet der er blevet vægtet med aktiviteten i hver arealanvendelsespolygon.

Jævnfør (Nielsen 1994 og 1995) samt (Nielsen og Overgaard 1996) så er det ikke nødvendigvis en god idé at kalibrere en model ved justering af zonecentroider og zoneophæng. Hvis det således er nødvendigt, at flytte meget rundt på centroiderne, og ændre rejsehastighederne meget på zoneophængene, er det typisk en indikator på manglende opsplnitning af zoner. Generelt vil en kalibrering af modellen være mere transparent ved at benytte justeringskonstanter, frem for at manipulere med modellens grunddata.

### 4.3 Oprettelse af zoneophæng

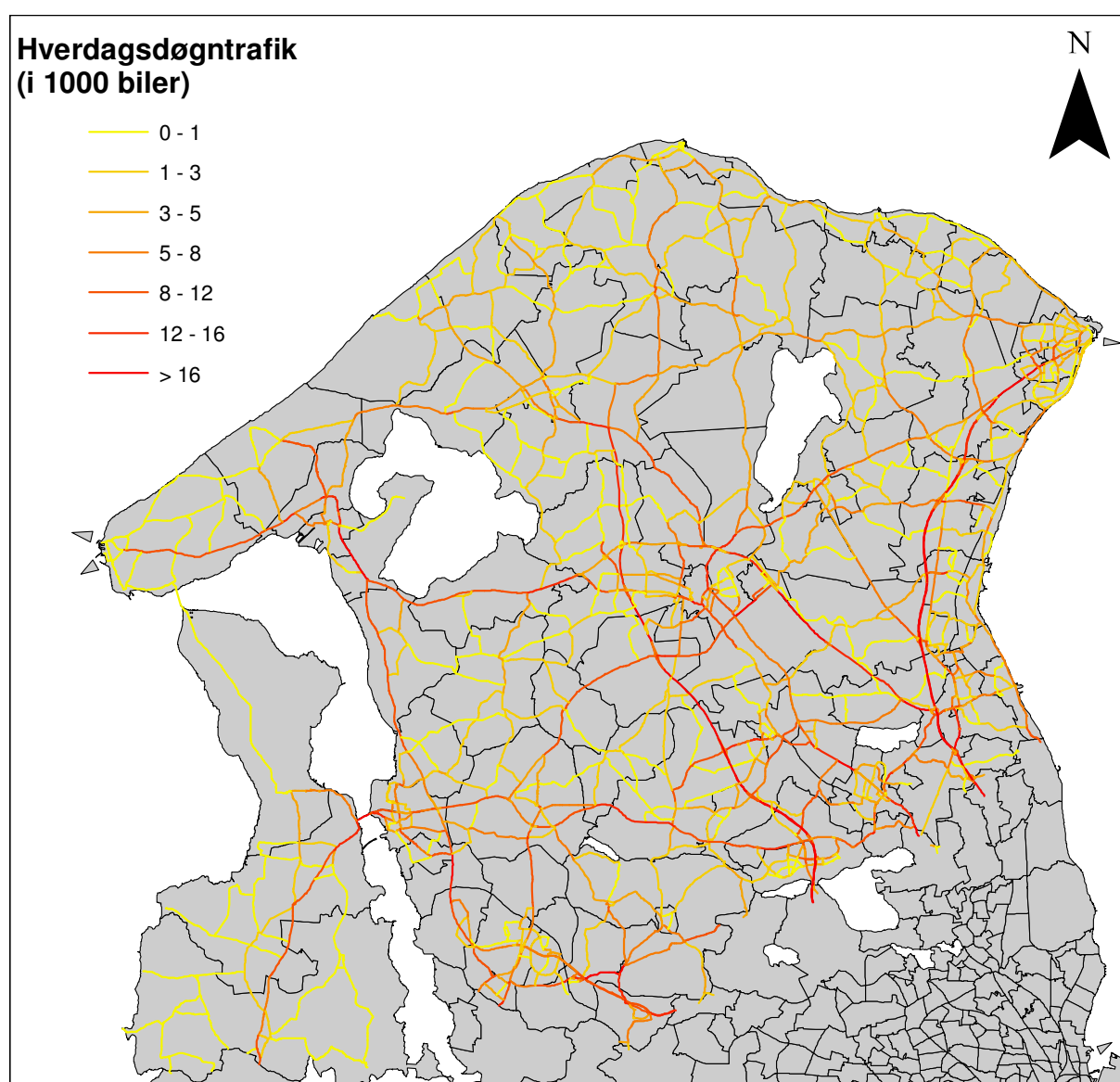
Den nye modeldatabase færdiggøres med oprettelse af zoneophæng, som forbinder de nye zonecentroiderne med knuderne i vejnettet. Zoneophængene er oprettet i en manuel proces, hvor hvert zonecentroide er gennemgået og der er dannet zoneophæng til de omkringliggende knuder i vejnetværket.

## 5 Resultater

I det følgende gennemgås de forskellige resultater af den mere detaljerede zonestruktur.

### 5.1 Trafikstrømme

Indledningsvis er de overordnede trafikstrømme vurderet for Frederiksborg Amt ud fra en modellering med den nye zonestruktur (se figur 9). Det fremgår at trafikstrømmen, som forventet, er størst på de overordnede veje. I Frederiksborg Amt er Hillerødmotorvejen, Helsingørmotorvejen, Frederikssundsvej og Isterødvejen således fremtrædende.

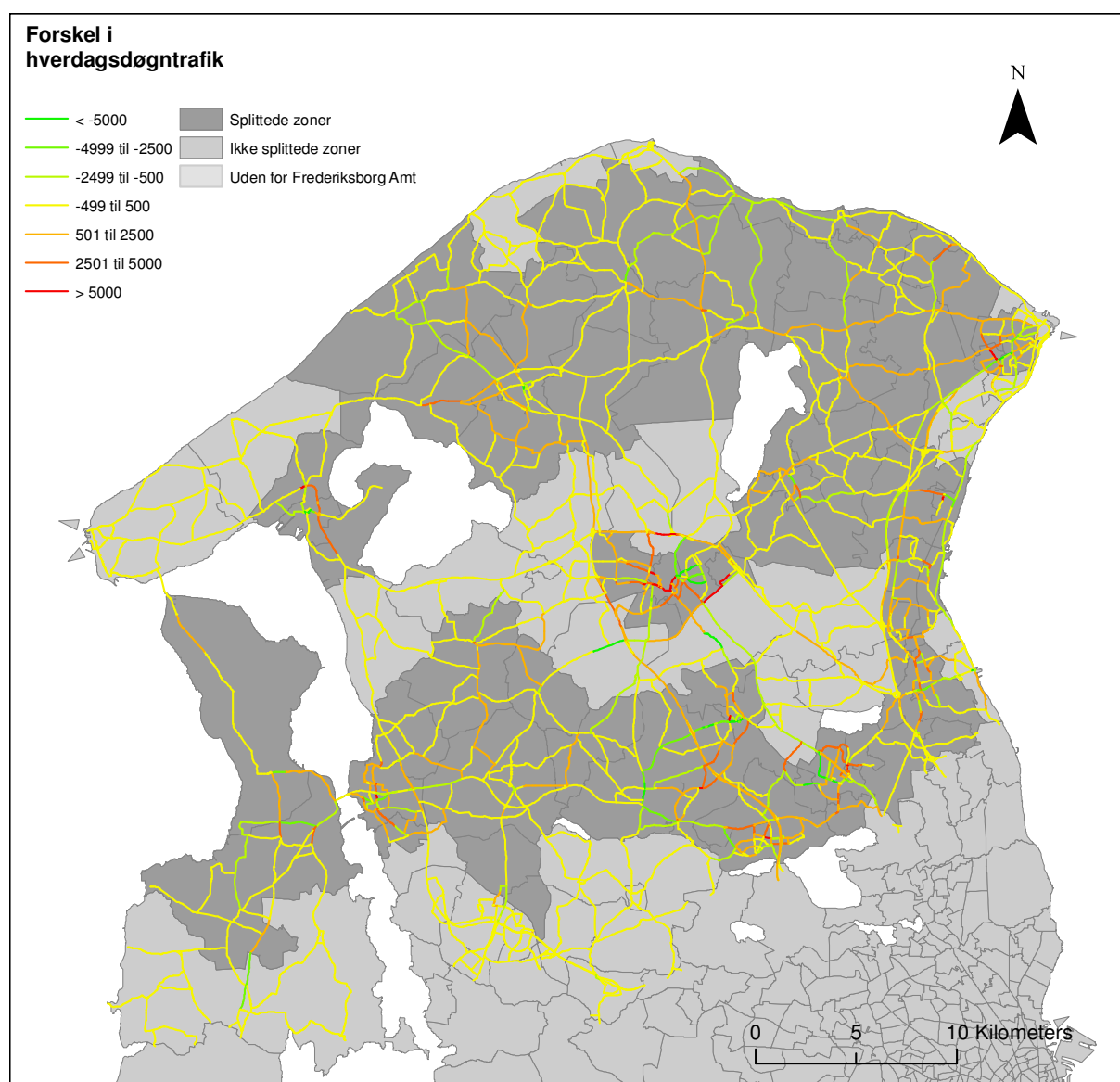


Figur 9: Trafikstrømme i Frederiksborg Amt med opdateret zonestruktur

## 5.2 Forskel mellem de to zonestrukturer

Forskellen mellem de modellerede trafikstrømmene fra de 2 zonestrukturer kan illustreres på et differenskort. På figur 10 er vist den modellerede trafik med den nye zonestruktur fratrukket den oprindelige struktur. Her fremgår det, at der primært sker ændringer på de mindre veje i de områder, hvor zonestrukturen ændres. Trafikken på de overordnede veje er derimod stort set uændret.

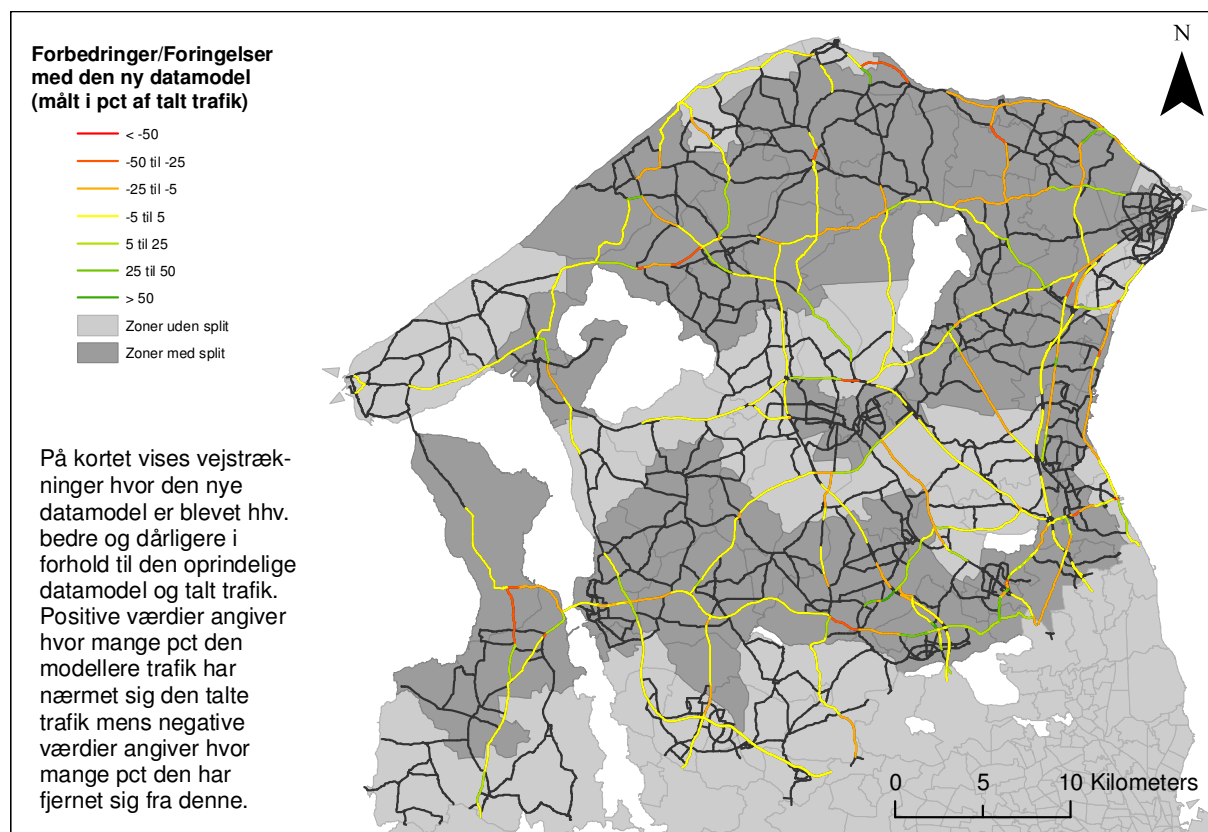
At dette er tilfældet stemmer umiddelbart overens med de forventede resultater. Det er primært på de mindre veje i regionen, at detaljeringsgraden skulle blive bedre ved at opdele zonestrukturen. På det overordnede vejnet kan der derimod ikke forventes de store ændringer ved at detaljere zonestrukturen. En række zoner i eksempelvis Helsingør og Hillerød, der er blevet opdelt, har eksempelvis ikke den store indflydelse på det overordnede vejvalg mellem de to byer, men kun mere lokalt i de enkeltes tures begyndelses- og slutpunkter.



Figur 10: Forskel mellem modellerede trafikstrømme for de to zonestrukturer (ny modeldatabase minus oprindelig modeldatabase)

### 5.3 Modelleret trafik sammenholdt med talt

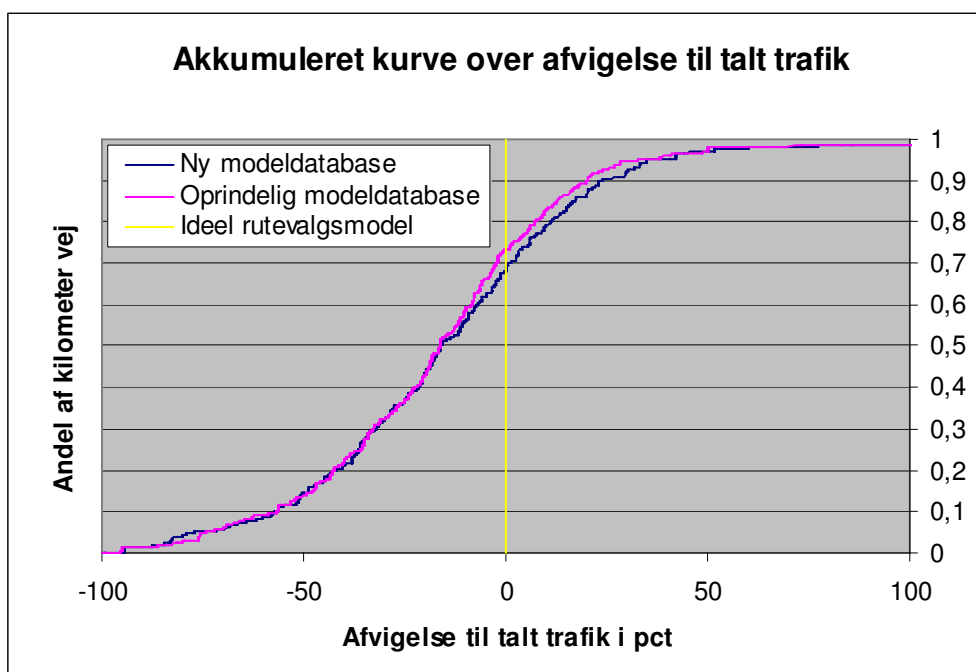
Ved at sammenligne de modellerede trafikstrømme med de to forskellige zonestrukturer op mod trafiktællinger, undersøges det, om den nye zonestruktur generelt set giver mere virkelighedstro resultater. Figur 11 illustrerer om de modellerede trafikstrømme har fjernet sig fra eller nærmet sig til de talte værdier. På kortet ses både forbedringer og forringelser. I forbindelse med de foretagne analyser har der kun været tilgængelige talte trafiktal for veje administreret af Frederiksborg Amt (veje markeret med sort har ikke talt trafik).



**Figur 11: Forskel mellem modellerede trafikstrømme for de to zonestrukturer set i forhold til talt trafik**

På figur 11 ses det, at de største ændringer er på de mindste af amtsvejene, og primært i de områder hvor zonerne er delt op. Derimod er ændringerne ikke ret store på de mere overordnede veje. Dette stemmer ligesom differenskortet (figur 10) overens med, at det primært er på de lidt mindre veje zoneopdelingen burde have betydning. Af figur 11 fremgår det også, at der generelt set ikke kun er tale om forbedringer. Mange steder ses således vejstrækninger, hvor den modellerede trafik med den nye zonestruktur, fjerner sig fra den talte, når de sættes i forhold til den oprindelige zonestruktur.

For at danne et samlet billede af, om den nye zonestruktur beskriver trafikstrømmene mere virkelighedstro, kan den akkumulerede andel af vejstrækninger vises som funktion af afvigelsen mellem modelleret og talt trafik. Dette er gjort på figur 12.

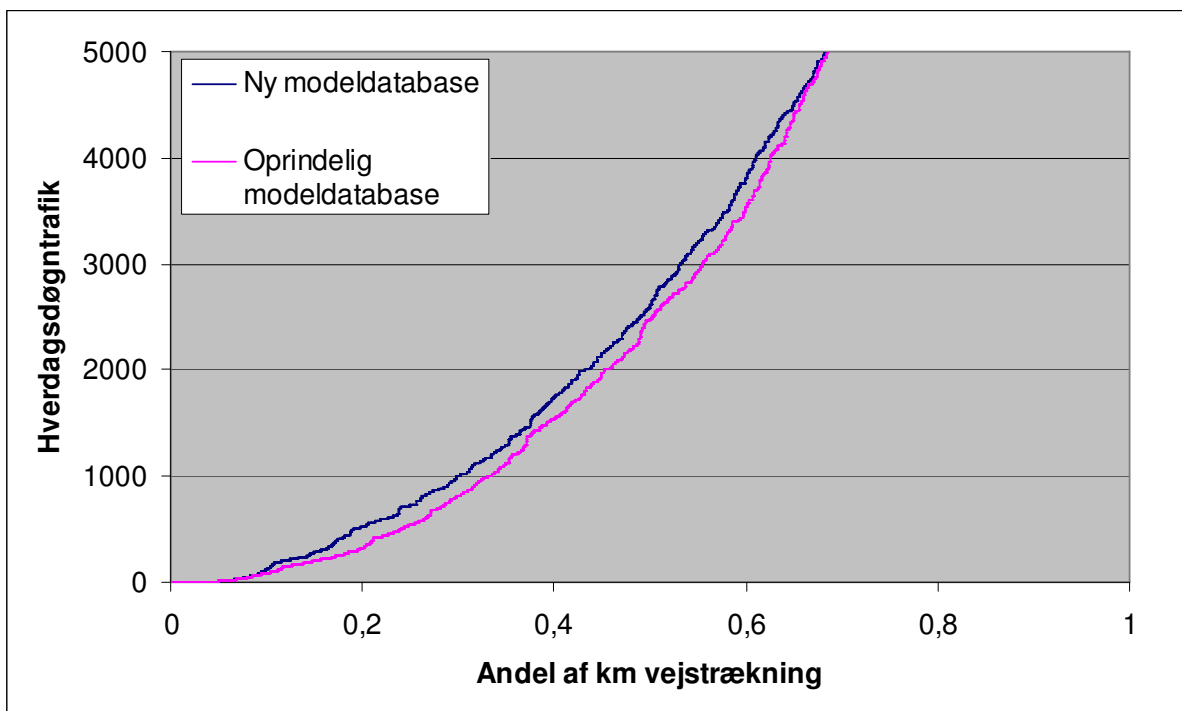


Figur 12: Akkumuleret kurve som viser forskellen mellem de to modeldatabaser i forhold til talt trafik

I den ideelle situation vil den modellerede trafik ikke afvige fra den talte, og den ideelle model kan således beskrives som en lodret linie med en afvigelse lig nul. Områderne mellem en sådan ideel linie og de faktiske kurver beskriver, hvor stor afvigelsen er. Af figuren fremgår det, at der samlet set ikke kan ses store forbedringer i, hvor virkelighedstro trafikstrømmene modelleres med den nye zonestruktur. Kurverne for de to modeldatabaser følger derimod hinanden tæt, og der er således ikke tale om nævneværdige forbedringer.

#### 5.4 Trafikstrømme på de mindre veje

Den øgede detaljegrad i zonestrukturen skulle gerne medføre at der kommer mere trafik på flere af de mindre veje i modellen. På figur 13 er hverdagsdøgntrafikken afbilledet som funktion af den akkumulerede længde af vejstrækninger i Frederiksborg Amt. Af figuren fremgår det, at der faktisk er kommet mere trafik på de mindre veje. Eksempelvis er andelen af veje med en hverdagsdøgntrafik på 1.000 eller der under, steget med ca. 3 procentpoint. Tendensen med mere trafik på de mindre veje aftager ved vejstrækninger med trafikstrømme på mere end 5.000 biler per hverdagsdøgn. Dette afspejler, at der stort set ikke er ændringer på de mere overordnede veje.



Figur 13: Akkumuleret kurve som viser trafikstrømmen som funktion af andel af km vejstrækninger i Frederiksborg Amt

## 5.5 Prognoser

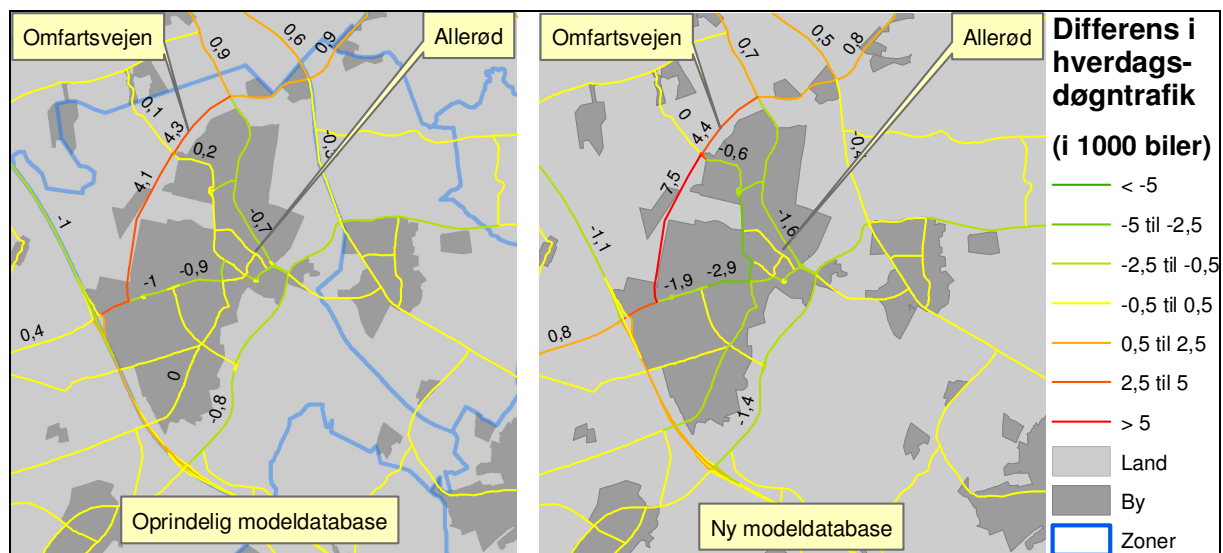
I praksis vil forskellige turmatricer kunne lede til samme trafikale på trafiknettet i basisåret. Dette skyldes, at antallet af celler i OD-matricerne (i OTM 618 x 618 zoner x 5 turformål = 1,9 mio. celler) er meget større end antal vejstrækninger (i modelnettet 25.000, hvoraf kun 7.347 rummede tællinger – eller opgjort i længde 1.462 km af 4.551 km).

I den eksisterende model er zonecentroider, antal og placering af zoneophæng, samt hastigheder på ophæng kalibreret, så modellen fitter tællingerne så godt som muligt. Derudover er eventuelle problemer med zoneintern trafik skjult, idet dette ikke lægges ud på nettet.

I den nye model er der sket en relativ grov opsplitning af matricerne, og der er ikke gennemført en kalibrering af ovennævnte forhold, idet tesen netop var, at de "rene" data skulle benyttes i modellen. I dette tilfælde gav den stort set samme fit på strækningsniveau. Men dette betyder ikke nødvendigvis, at modellen i prognosesammenhæng ikke kan give et andet resultat.

I figur 14 er modellen benyttet til at beregne konsekvenserne af en ny (omfarts)vej nord om Allerød. Som det fremgår, er der stor forskel på resultaterne ved at bruge de gamle modelzoner (4.100 biler/hverdagsdøgn) og de nye zoner (7.500 biler/hverdagsdøgn). Idet baggrunden for projektet er en meget stor andel af gennemkørende trafik gennem Allerød, forekommer resultaterne af den nye model mest realistisk.





Figur 14: Case i Allerød (tv. differenskort mellem situation med og uden omfartsvej modelleret med den oprindelige zonestruktur – th. tilsvarende modelleret med ny zonestruktur).

## 5.6 Diskussion af resultaterne

Ud fra behandlingen af de modellerede trafikstrømme er det fundet, at den nye zonestruktur (som forventet) har medført ændringer af trafikken på de mindre i veje i modelområdet, mens trafikken på de mere overordnede veje er uændret. Endvidere ses der en tendens til, at der kommer mere trafik på de mindre veje.

Modelleringerne har dog også vist, at det ikke er muligt at påvise, at den nye zonestruktur fitter tællinger bedre på det overordnede vejnet end den gamle zonestruktur. Dette kan der være flere årsager til. For det første lider de nuværende OD-matricer af at være opstillet på ældre grunddata, som løbende har været justeret. Matricerne er således (som nævnt ovenfor) tilpasset den nuværende model, så de giver fornuftige resultater i forhold til forskellige snit i vejnettet. Det er imidlertid ikke sikkert at disse justeringer har øget matricernes rigtighed, og i stedet kan det faktisk have betydet, at de i høj grad er manipuleret til den eksisterende zonestruktur.

En anden problemstilling omkring OD-matricerne til den nye zonestruktur er de antagelser, som er gjort omkring i forbindelse med opsplitningen af de oprindelige matricer. Rigtigheden i at hver indbygger og arbejdsplads i en given modelzone genererer og attraherer lige mange ture kan diskuteres. Inden for den enkelte modelzone kan der således være en række faktorer som spiller ind lokalt. I den forbindelse er det eksempelvis vist, at stationsnære boliger og arbejdspladser genererer og attraherer flere kollektive ture end stationsfjerne bl.a. ifølge (DSB S-Tog, 1995).

## 6 Konklusion og perspektivering

Artiklen har vist, at det ved brug af eksisterende GIS-datasæt er muligt at detaljere zonestrukturen i OTM yderligere. Modellen har haft en lang udviklingshistorie, startende med Hovedstadstrafikmodellen (HTM) i slutningen af 1980'erne. Denne havde en stiliseret geografisk repræsentation og 97 zoner. I (Nielsen 1994) blev zonerne digitaliseret og splittet op til 297 zoner. Siden er der sket en yderligere opsplitning til først ca 400 og siden de nuværende 618 zoner. Digitaliseringsnøjagtigheden er dog ikke forbedret. Den nye model, der



er opbygget i forbindelse med OTM-matrix estimationsprojektet får 835 zoner, og har en så høj nøjagtighed, at trafiktællinger, adresser og interviewdata semi-automatisk kan tilknyttes zonestrukturen baseret på deres koordinater.

Selvom der forelå eksisterende digitale kort, så har der været arbejde med at forbedre disse, så kortene var konsistente med hinanden, havde tilstrækkeligt geografisk nøjagtighed (OTM-zonerne) og var topologisk sammenhængende (HSK-zonerne). Derfor er der udviklet en række GIS-værktøjer, der kunne assistere og automatisere dele af arbejdsprocesserne, om end det stadig var nødvendigt med en stor manuel arbejdsindsats.

Med udgangspunkt i de opstillede kort, der beskriver hvor folk bor og arbejder, har det været muligt at opstille metoder til at identificere zoner, hvor detaljeringsgraden ikke var tilstrækkelig. På baggrund heraf er der opstillet en ny zonestruktur. Den bedre beskrivelse af, i hvilke områder folk bor og arbejder, gjorde det muligt, at beregne en position for zonecentroiderne i de nye zoner, hvorved de teoretisk bedre beskriver aktiviteten i zonen.

Med udgangspunkt i de udførte modelleringer har det været muligt at eftervise, at opdelingen af zoner har haft en effekt, idet trafikken ændres på de mindre veje i de områder hvor zoner er opdelt. Endvidere ses det, at trafikken faktisk fordeles ud på flere af de mindre veje. Det har imidlertid ikke været muligt at konstatere, at den nye zonestruktur giver et bedre fit med vejtællinger, hvilket dog også delvist skyldes, at der kun har været adgang til en tælleddatabase for det helt overordnede vejnet. En enkelt prognoseberegning for et konkret projekt (nordlig omfartsvej i Allerød) viser derimod, at de to zonestrukturer giver markant forskellige resultater, og at den nye zonestruktur gav det intuitivt mest realistiske resultat.

I det videre arbejde med at forfine modeldata til CTT's rutevalgsmødelles, er det således udarbejdelsen af nye OD-matricer, der bør fokuseres på. Et estimat af helt nye OD-matricer for både de kollektive rejser og bilture er allerede påbegyndt i turmatrixprojektet, som udføres for Transport og Energiministeriet og ledes af Danmarks Transport Forskning (DTF). I dette projekt indgår den nye zonestruktur, som er opstillet for Frederiksborg Amt, ligesom nogle af de udviklede metoder har været anvendt til at opstille en mere detaljeret zonestruktur for resten af hovedstadsregionen.

Med udgangspunkt i nye OD-matricer er det målet at kunne modellere trafikken med endnu højere grad af overensstemmelse med trafiktællinger. Men i særlig grad er det vurderingen, at opsplitningen forbedrer modellens evne til at give troværdige prognoser - ikke alene for de helt store vejprojekter, men også for mellemstore projekter i regionen.

## 7 Referencer

*[DSB S-Tog, 1995]*

DSB S-Tog (Ege, Hans)

**”7 Planlægnings temaer for S-Tog”**

DSB S-Tog, 1995

*[Hansen 2005]*

Hansen, Stephen

**”GIS-Metoder til detaljering af trafikmodeldata”**

Eksamensprojekt ved CTT, DTU, 2005

*[Hansen og Nielsen, 1996]*

Hansen, Christian Overgaard & Nielsen, Otto Anker

**”Kvalitetssikring af trafikmodeller”.**

Nordisk Transport Forskning (NTF) konference 'Persontrafikmodeller'

København, d. 25-26 Oktober 1996. Konference rapport no. 96.02, side. 23-36

*[Jacobsen og Larsen, 1999]*

Jacobsen, Bent og Larsen, Flemming

**”Stationsoplands- og trafikmodelberegninger”**

Artikel, Trafikdag på Aalborg Universitet, 1999

*[Nielsen, 1994]*

Nielsen, Otto Anker

**”Optimal brug af trafikmodeller - En analyse af persontrafikmodeller med henblik på dataøkonomi og validitet”**

Ph.D. afhandling. Rapport 76, IVTB (nu CTT), DTU, 1994

*[Nielsen, 1995]*

Nielsen, Otto Anker

**”En diskussion af dagens brug af trafikmodeller – teori og empiri”**

Artikel, Trafikdag på Aalborg Universitet, 1995