

Nye turmatricer for Hovedstadsområdet

Otto Anker Nielsen, [oan@ctt.dtu.dk](mailto: oan@ctt.dtu.dk)

Christian Overgård Hansen, [coh@ctt.dtu.dk](mailto: coh@ctt.dtu.dk)

Center for Trafik og Transport (CTT)

Disposition

- Justering af zonestruktur
- Fremgangsmåde
- Datagrundlag
- Justering af bilmatrixer ud fra tællinger
- Justering af kollektiv trafikmatrixer ud fra tællinger
- Validering af matrixer

Justering af Zonestruktur

▪ Formål

- ▶ At forbedre nøjagtighed i udlægning på net og dermed også bedre at kunne sammenligne med tællinger
- ▶ At forbedre modellen generelt
- ▶ At etablere et mere præcist GIS-lag så zonedata automatisk kan udtrækkes ved at matche med adresseregister, og TU data automatisk kan matches til zoner
 - Specielt problem i indre by

▪ 200 nye zoner

- ▶ 835 zoner, heraf 17 portzoner
- ▶ 618 tidligere (i OTM 4.0)

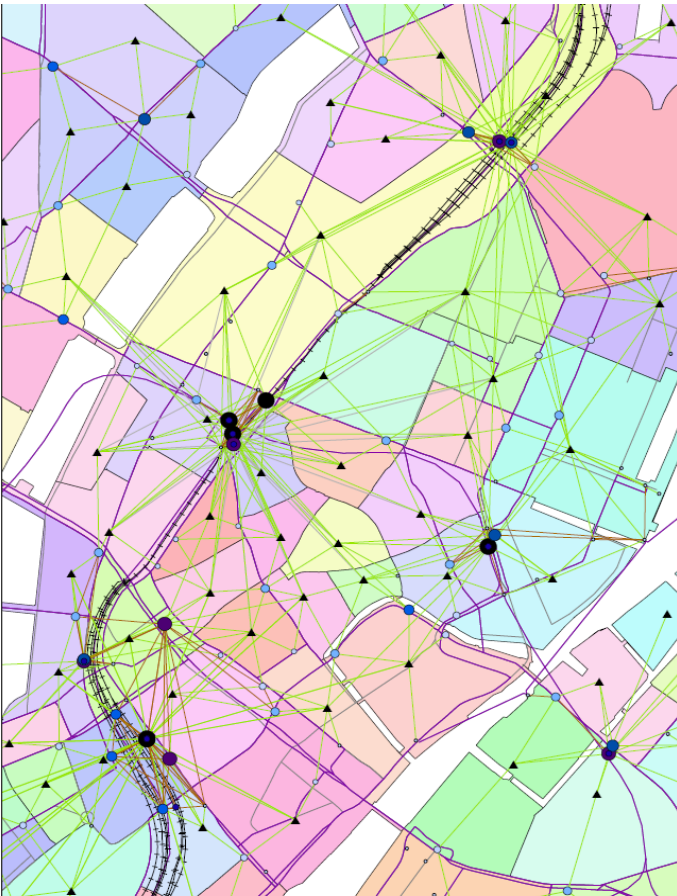
▪ ArcGIS benyttet til forenkling af arbejdsproces og kvalitetssikring

Justering af Zonestruktur

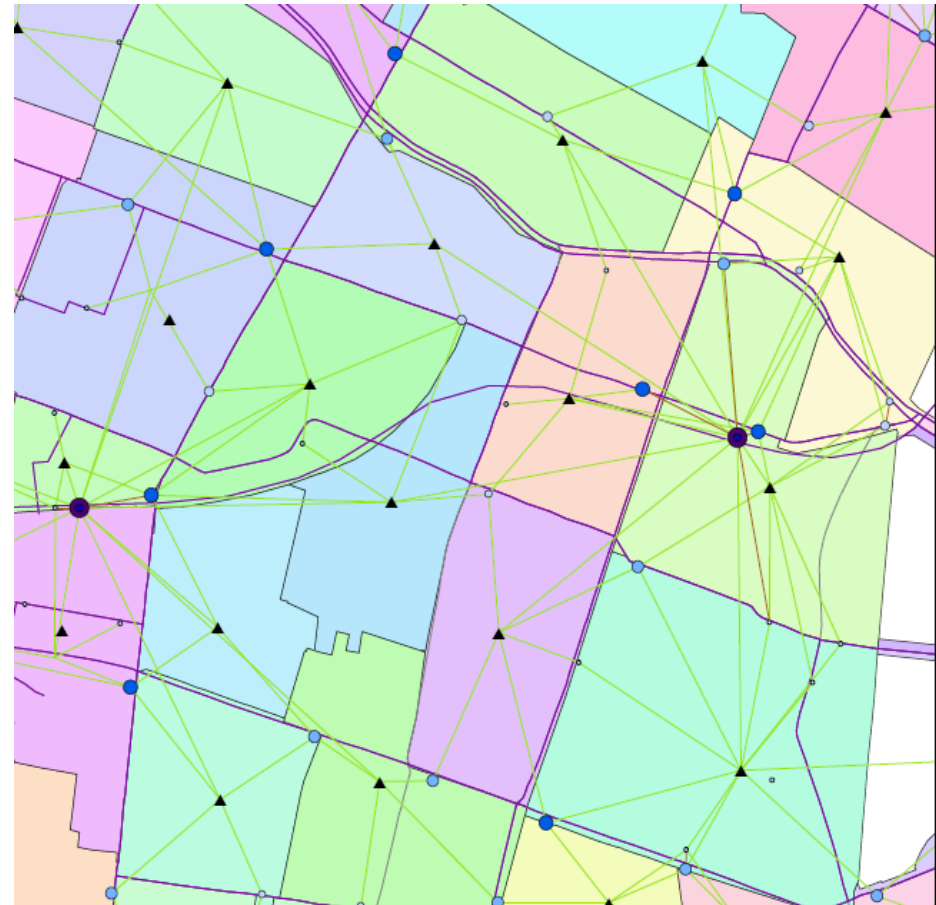
- Zoner langs Metro Cityring
- Zoner langs potentiel ny infrastruktur
- Zoner med stor befolkning og/eller antal arbejdspladser
- Zoner i nærhed af stationer
- Zoner som omfatter flere stationer af betydning
- Zoner med betydende parallelle bus og tog linier
- Zoner med blandet bebyggelse

Zonestructur

Eksempel indre by



Eksempel Frederiksberg



Fremgangsmåde ved opstilling af basismatricer

1. Opskrivning af TU til total befolkning
2. TU baserede matrix (90x90 zoner)
3. TU baserede matricer (90x90 zones) pr. hovedtransportmiddel
4. TU baserede matricer (90x90 zones) pr. hovedtransportmiddel og turformål
5. Estimation af bilpassagerer
6. Sammenstykning af TU og postkort data
7. Disaggregering af matricer (818x818 zones)
8. Ombrydning til GA-matricer
9. Opdeling i tidsbånd over hverdagsdøgn
10. Portzonetrafik
11. Justering af kollektive trafikmatricer ud fra tællinger
12. Justering af bilmatricer ud fra tællinger
13. Symmetrisering af tidsbånd og genombrydning til GA

TU-data

I alt:

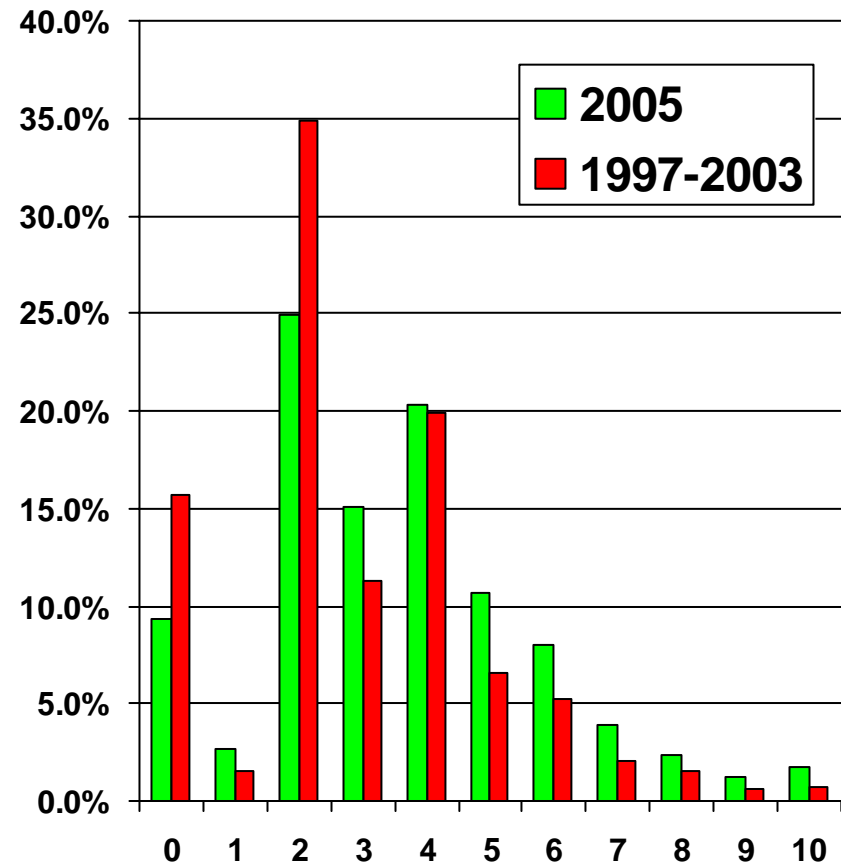
- 33,079 interview
- 106,441 interne ture i Hovedstadsområdet (2% stikprøve)

Stikprøve 2005:

3,6 ture pr. respondent

Stikprøve 1997-2003:

2,8 ture pr. respondent



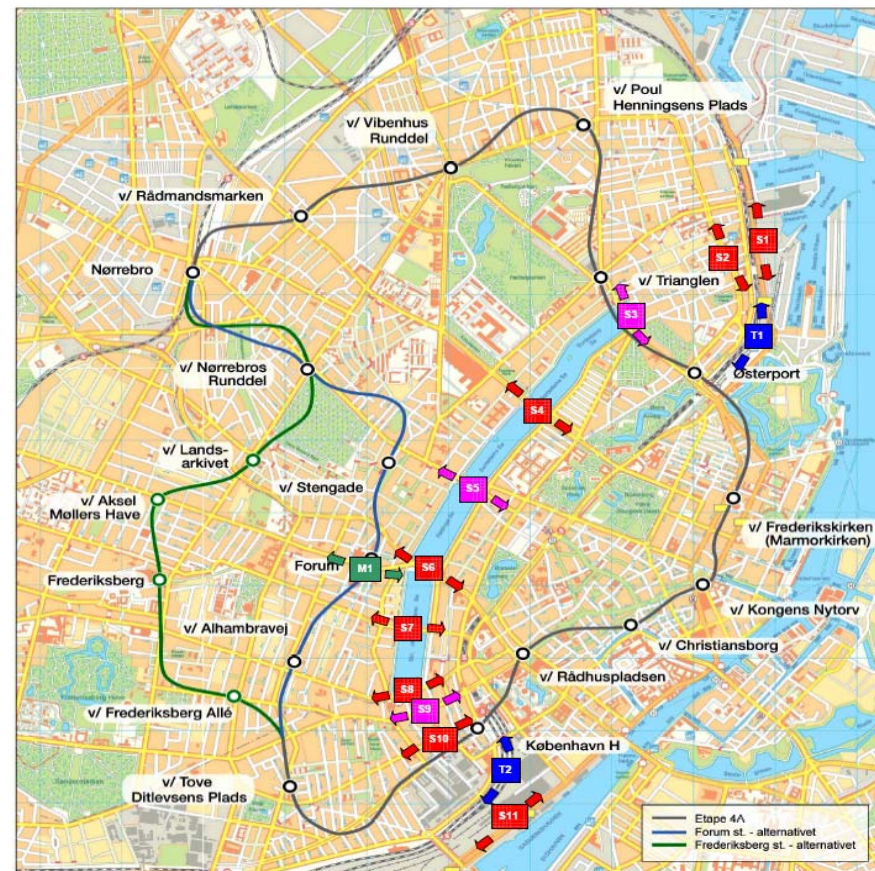
Postkort analyse

Formål:

At forbedre beskrivelse af trafikanters rejsemønstre i den indre by

Fakta:

- 14 poster
- Bil, bus, tog (S-tog, Re-tog og metro), cykler og fodgængere
- 61.078 postkort uddelt
- 20.555 returneret og kodet (34%)
- 19.236 kontrolleret
- 18.376 interne ture i Hovedstadsområdet



Figur 2.1 Placering af analyseposterne i København Centrum
 ■ = tog, ■ = metro, ■ = bus, bil og cykel, ■ = bus, bil, cykel og fodgængere

Vejtrafiktællinger

- 2.193 tællinger
- Vejdirektoratet, amter og kommuner
- Kvalitetssikring
 - ▶ Lokalitet stedfæstet og kodet til modelnet
 - ▶ Forskel mellem tidsperioder og metode
 - Manuel, automatisk, TrafMil, strømkort
 - ▶ Lastbilandel skønnet ud fra forskellige kilder og metoder
 - ▶ Supplement med 2003-tællinger for at opnå større dækning
 - ▶ GIS til stor hjælp i kvalitetssikringen

Kollektiv trafik net og tællinger

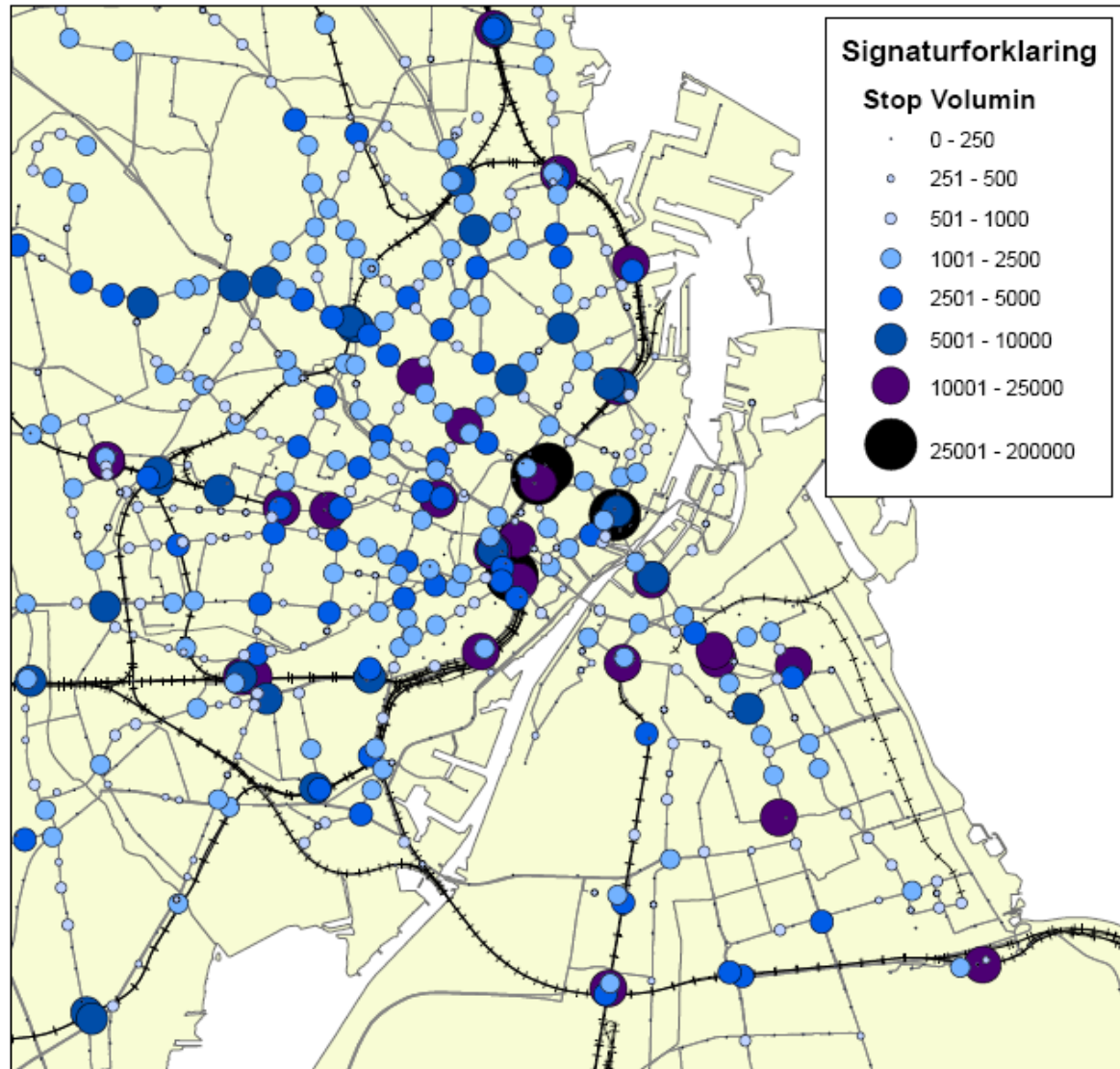
- Net importeret fra “rejseplanen.dk” og koblet til digitalt kort og datamodel I ArcGIS
 - ▶ 270 kollektive trafiklinier (1.170 linievarianter) med 17.744 daglige omløb
 - ▶ 5,023 stoppesteder
- Buspassagerer fra automatiske tællebusser
 - ▶ 5% stikprøve
- Togpassagerer fra Østtælling i 2004
- Metropassagerer
 - ▶ 100% stikprøve fra automatiske tællinger
- Passagerer på lokalbaner
 - ▶ Skøn ud fra kontakter og årsberetninger

Efterbehandling af buspassagertællinger

- Afstemning pr. omløb
 - ▶ Antallet af påstigere og afstigere forskelligt pr. vognløb
 - ▶ Samlet balance for vognløbet
 - ▶ Samt sikring af at det akkumulerede antal påstigere var større end afstigere langs hele vognløbet
- Frasortering af dubletter forårsaget af temporære ruteomlægninger
- Estimation af skiftemønstre
- Efter behandling og kvalitetskontrol havde alle 5.023 stoppesteder talte passagertal svarende til tidsbånd i modellen

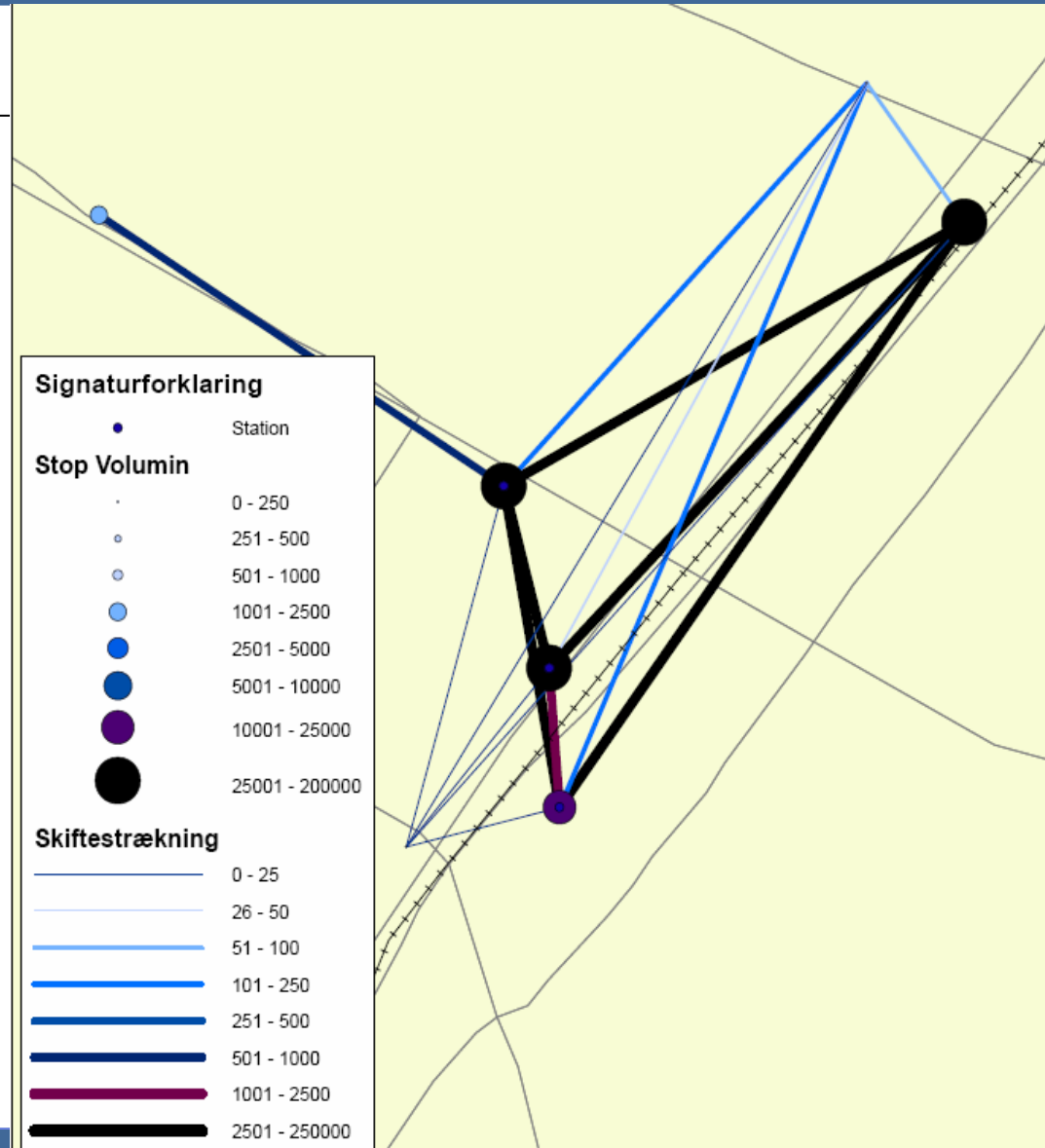
Eksempel indre by

- Tællinger pr. stoppestedsgruppe



Eksempel Nørreport

- Detaljerede oplysninger
 - ▶ Stationer
 - ▶ Metro versus andre tog
 - ▶ S-tog versus Re-tog på større stationer
 - ▶ Bus stoppested
- Syv tidsbånd



Justering af bilmatrixer

- Multiple Path Matrix Estimation Method (MPME)
 - ▶ Flere ruter mellem OD-par
 - ▶ Alle tællinger benyttes som vægtet gennemsnit langs hver rute
 - ▶ Alle beregnede ruter medtages i forhold til deres sandsynlighed for at blive valgt
- Løsning
 - ▶ Summen af de vægtede kvadratafgivelser mellem tællinger og beregnet trafik minimeres
 - ▶ Udgangsmatricen justeres så lidt som muligt i henhold til summen af kvadratafgivelse
 - ▶ Tilfælde hvor alle ruter mellem zonepar er uden tællinger løses ved hjælp af Furness
 - ▶ Antallet af ture til og fra portzoner fastholdes (tilpasset MPME)

Rutevalgsmodel

- Modellens fri hastighed evalueret i forhold til GPS-målinger
- I rutevalget benyttes stokastisk kapacitetsafhængig udlægning (Stochastic User Equilibrium, SUE)
- Nyttefunktion:

$$U = \beta_l \cdot k \cdot l + \beta_c \cdot \beta_l \cdot c + \beta_{road} \cdot \beta_{free} \cdot (t_{free} + \beta_{con} \cdot t_{con}) + \varepsilon$$

Justering af kollektive trafikmatricer

- En MPME-metode ville være for langsom
 - ▶ Og tællinger foreligger på stoppestedsniveau - ikke strækninger
- 1. Rutevalgsmodellen beregner belastninger
 - Mabit & Nielsen (ETC, 2006)
- 2. Skift er fjernet fra tællinger på grund af usikkerhed
- 3. Den relative afvigelse mellem tælling og model beregnet på stoppestedsniveau
- 4. Den relative afvigelse er allokeret til zoneophæng
- 5. Der beregnes en korrektion pr. ophæng på døgnniveau
- 6. Korrektionerne aggregeres over ophæng til tilhørende zone

Tids dimension

- Ture med kollektiv trafik er ofte tidsmæssigt længere end bilture
- Ture går på tværs af tidsbånd og kan derfor ikke uden videre sammenlignes med tællinger
- En ny metode var derfor udviklet til håndtering af ture udover som strækker sig udover det betragtede tidsbånd

O_t	Ankomst til endestation						
A	■	■	■	■	■	■	■
F		■	■	■	■	■	■
G			■	■	■	■	■
A				■	■	■	■
N					■	■	■
G						■	■
							■

Beregningstrin ved justering af kollektive trafikmatricer

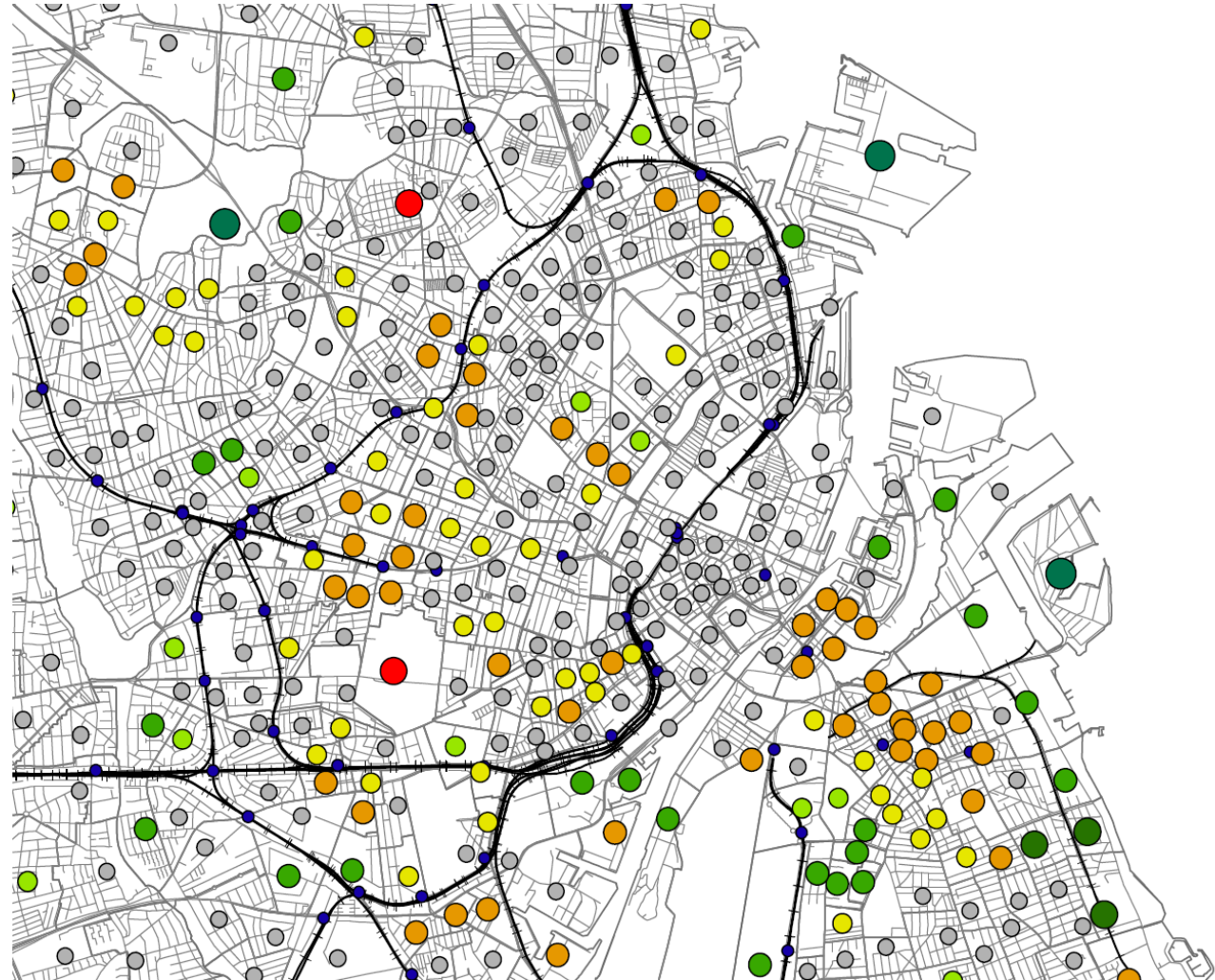
- Kvalitetskontrol af rutevalgsmodel og zoneophæng
- Trin 1-2
 - ▶ Fjerne tællinger på ikke-ophængte stoppesteder langs linien
 - ▶ Manuel vurdering af foreslåede korrektionsfaktorer
- Trin 3: som de to første trin med justering af matricer
- Trin 4: som trin 3 med justering for de enkelte tidsbånd
- Trin 5: som trin 4

Antal iterationer ved justering af kol. trafikmatricer

- 13 iterationer i alt
 - ▶ Korrektion af tællinger
 - ▶ Tilpasning af zoneophæng
 - ▶ Justering af matricer
- 9 trin i kalibrering af rutevalgsmodel
 - ▶ Validering af rutebundter
 - ▶ Sammenligning med tællinger
 - ▶ Justering af nyttefunktion

Eksempel på korrektionsfaktorer (1)

■ København



Eksempel på korrektionsfaktorer (2)

- København og omegn



Observationer vedr. justering af kollektive trafikmatricer

- Større afvigelse indenfor de 90 zoner end mellem de 90 zoner
 - ▶ Bebyggede områder versus ikke bebyggede områder
 - ▶ Nærhed til stationer og større buslinier
 - ▶ Nyudbyggede områder (TU-data beskriver flere år)
 - ▶ Nye stationer
 - ▶ Landområder
 - ▶ Sommerhusområder
 - ▶ Rekreative områder mv.

Afsluttende bearbejdning

- Der opdeles på 6 turformål som i udgangsmatricerne
- Matricer balanceres
- OD-matricer ombrydes til GA-matricer ved anvendelse af udgangsmatricer baseret på interview data
- Passager i bil beregnes med udgangspunkt i de justerede bilmatricer og belægningsgrader i udgangsmatricerne

Resulterende matricer

- 818 interne zoner + 17 port zoner = 835 in total
- Gennemsnitlig hverdag udenfor sommermåned
- 5 hovedtransportmidler mod tidligere 4
 - ▶ Gang, cykel, chauffør i bil, passagerer i bil og kollektiv trafik
- 6 turformål mod tidligere 4
 - ▶ Bolig-arbejde (BA), Bolig-uddannelse (BU), Bolig-indkøb (BI), Bolig-fritid (BF), ikke bopælsbaserede fritids- og indkøbsture (OT) og Erhverv (EE)
- 7 tidsbånd mod tidligere 3
 - ▶ 05-07, 07-08, 08-09, 09-15, 15-18, 18-21 og 21-05

I alt $5 \times 6 \times 7 = 210$ turmatricer mod tidligere 48

Ture pr. hverdagsdøgn i 2004 (OTM 5.0)

	BA	BU	BI	BF	UU	EE	Ture
Gang	51.285	89.059	310.678	349.350	162.704	11.852	974.927
Cykel	252.207	184.082	178.620	288.696	151.981	25.360	1.080.946
Bil, chauffør	549.634	39.827	395.508	623.134	378.187	192.358	2.178.648
Bil, passager	132.697	77.366	201.808	447.111	172.905	52.081	1.083.968
Kollektiv trafik	276.965	117.921	126.202	212.997	123.222	31.898	889.205
I alt	1.262.788	508.255	1.212.816	1.921.288	988.999	313.549	6.207.694

Validering af basismatricer i OTM 5.0

Basismatricer i OTM 4.0 beskriver 1992 \Rightarrow beregning af matricer med OTM 4.0 for 2004 med kendte forudsætninger til brug for sammenligning med nye basismatricer.

- Turantal
- Fordeling over transportmidler
- Turlængder
- Fordeling over turformål
- Døgnfordeling
- Ændret rejsemønstre

Beregnete ture pr. hverdagsdøgn i 2004 (OTM 4.0)

Hovedtransportmiddel	BA	BU	OT	EE	Ture
Gang	198.879	33.897	918.515	46.865	1.198.156
Cykel	505.509	295.481	360.698	50.283	1.211.971
Personbil	985.050	68.967	1.386.624	828.552	3.269.193
Kollektiv trafik	451.483	45.655	432.166	15.410	945.714
I alt	2.140.921	445.000	3.098.003	941.110	6.625.034

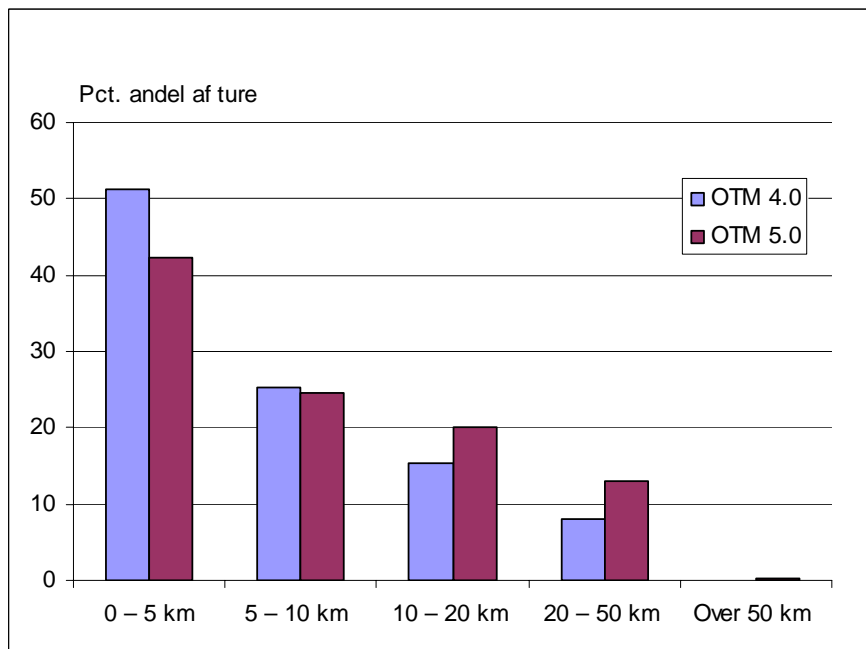
Personture pr. transportmiddel

Hovedtransportmiddel	OTM 4.0	OTM 5.0	Forskel
Gang	1.198.156	974.927	-223.229 (-19%)
Cykel	1.211.971	1.080.946	-131.025 (-11%)
Personbil	3.269.193	3.262.616	-6.577 (-0%)
Kollektiv trafik	945.714	889.205	-56.509 (-6%)
I alt	6.625.034	6.207.694	-417.340 (-6%)

Turlængde fordeling

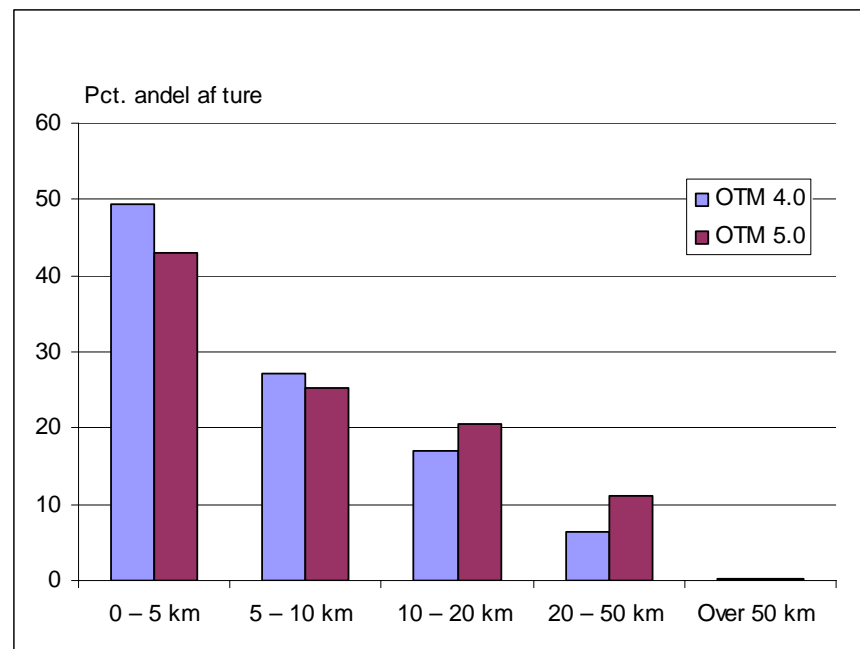
Ture med kollektiv trafik

- Gns. turlængde 25% fra OTM 4.0 til 5.0



Personbilture

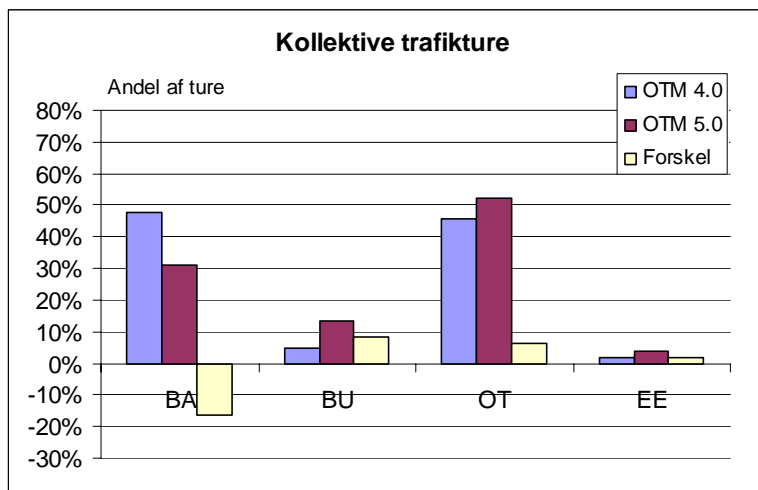
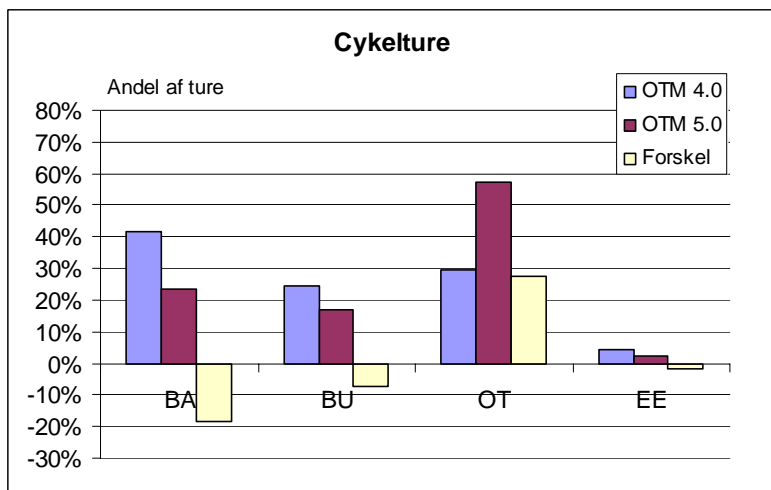
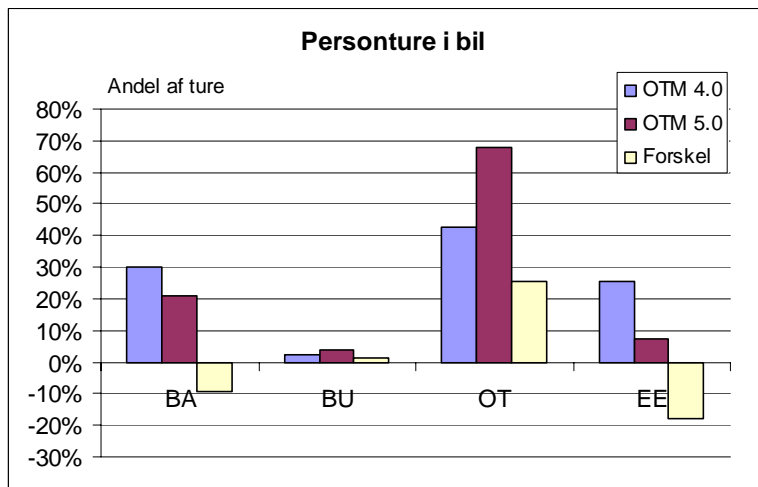
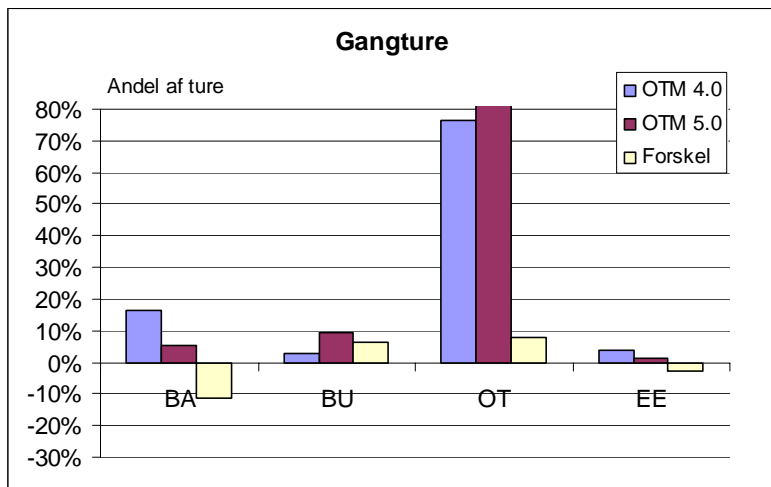
- Gns. turlængde 20% fra OTM 4.0 til 5.0



Personture pr. turformål

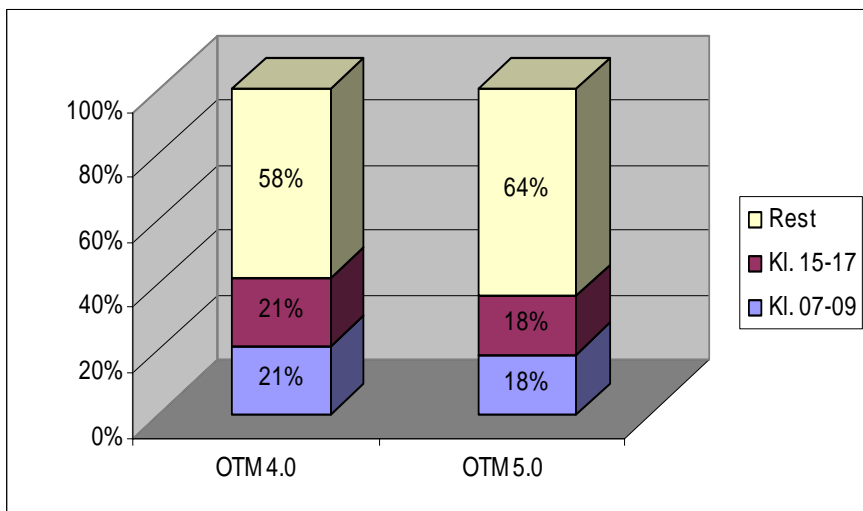
Hovedtransportmiddel	OTM 4.0	OTM 5.0	Forskel
BA	2.140.921	1.262.788	-878.133 (-41%)
BU	445.000	508.255	63.255 (14%)
OT	3.098.003	4.123.102	1.025.099 (33%)
EE	941.110	313.549	-627.561 (-67%)
I alt	6.625.034	6.207.694	-417.340 (-6%)

Relativ fordeling af ture over turformål

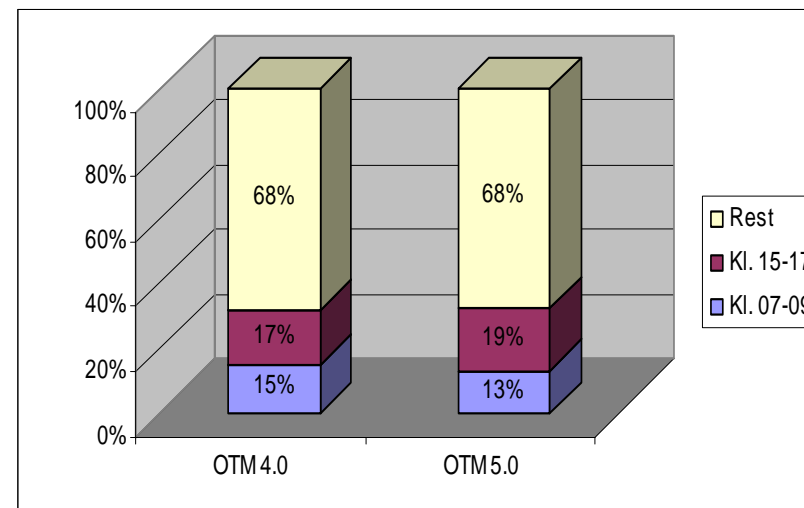


Døgnfordeling af ture

■ Ture med kollektiv trafik



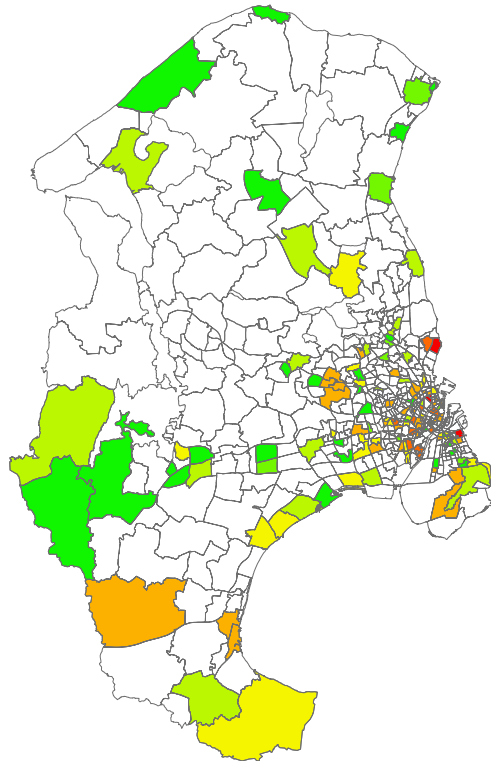
■ Personbilture



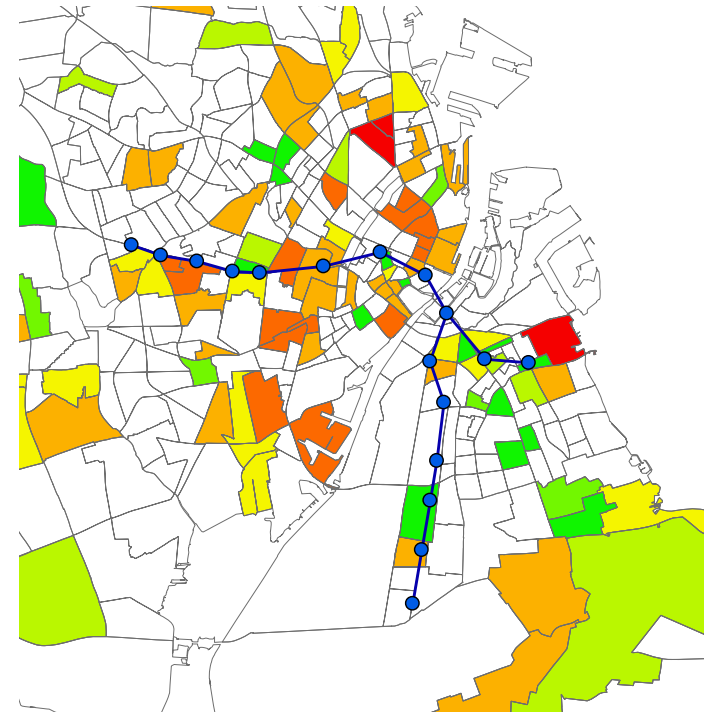
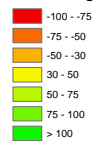
Geografisk omfordeling af ture

Område	Personbilture	Kollektiv trafikture
Kbh. kommune	-12%	-20%
Frb. Kommune	-28%	-20%
Københavns amt	12%	4%
Frederiksborg amt	-2%	46%
Roskilde amt	-5%	20%

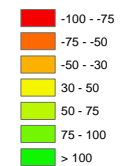
Kollektiv trafikture (rødt = færre ture i OTM 5.0, grønt = flere ture med OTM 5.0)



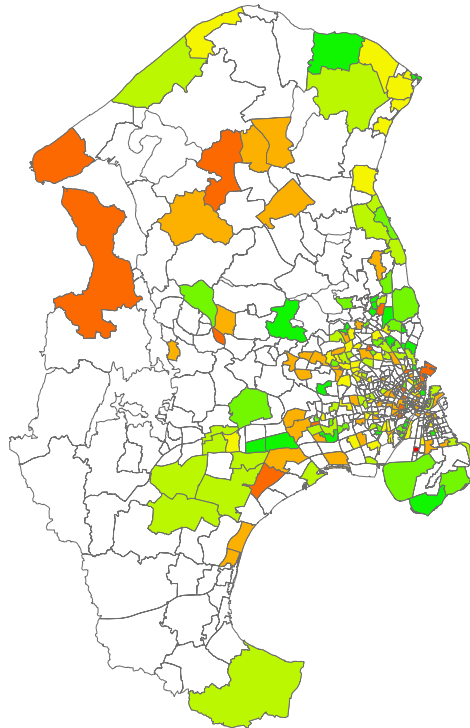
Procentuel afvigelse



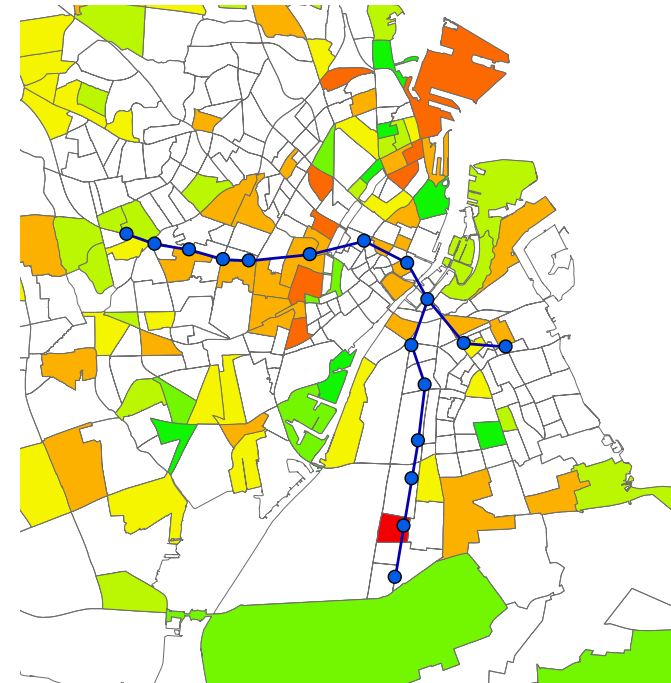
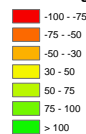
Procentuel afvigelse



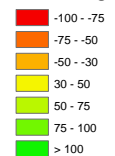
Bilture (rødt = færre ture i OTM 5.0, grønt = flere ture med OTM 5.0)



Procentuel afvigelse



Procentuel afvigelse



Konklusioner

- Datagrundlaget er forbedret og opdateret, dvs. mindre usikkerhed i prognoser
- Mere akkurat og opdateret model
- Bedre fordeling over turformål er vigtig af hensyn til modellering
 - ▶ F.eks. forskellige tidsværdier over turformål
- Bedre fordeling over transportmidler
 - ▶ F.eks. Overflytninger passagerer i bil, cykel og gang
- Bedre fordeling over tidsbånd vigtig i forbindelse med modellering af trængsel