

Analyse og estimation af funktion til modellering af vejtrængsel i trafikmodeller

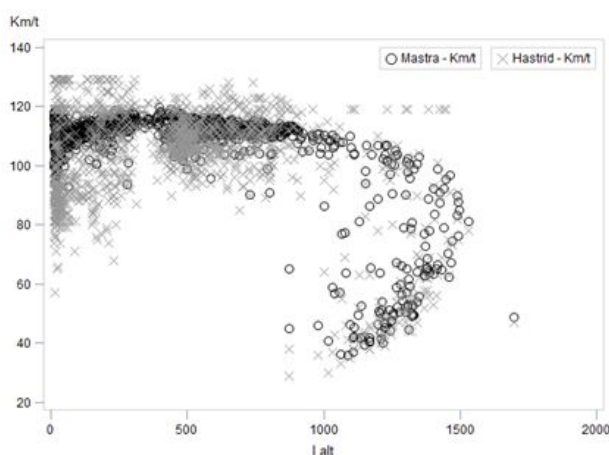
- Af Daniel Berthelsen og Jacob Falkenberg Laursen, studerende ved DTU

Introduktion

Trængsel er et udtryk for den nedsatte bevægelsesfrihed, trafikanterne oplever som følge af ubalance mellem trafikmængden og kapaciteten. Kapaciteten på en fri strækning er et udtryk for den største trafikintensitet infrastrukturen af en given vejtype kan forventes at afvikle. Det er derfor essentielt at have en funktion, der kan beskrive denne trængsel i trafikmodeller. En typisk anvendt funktion til beskrivelse af trængsel er BPR-funktionen (Bureau of Public Roads), og denne anvendes bl.a. i Landstrafikmodellen. Formålet med nærværende projekt er at foretage en detaljeret undersøgelse af BPR-kurven, herunder en estimation af denne for vejtrængsel i Danmark baseret på et omfattende datagrundlag fra Vejdirektoratets MASTRA database. Som en del af dette inkluderes også forskellige analyser af data, der i sidste ende er medvirkende til resultatet af den endelige estimering af parametre til trængselsfunktionen. Efterfølgende opstilles forskellige potentielle konfigurationer af BPR-kurven, og disse evalueres vha. kørsler af Landstrafikmodellen. Projektet er et resultat af diplom projektet "Undersøgelser samt estimation af funktion til modellering af vejtrængsel i trafikmodeller", samt et efterfølgende specialkursus på 10 ECTS point. Projektet er udført under vejledning af Adjunkt Thomas Kjær Rasmussen og Professor Otto Anker Nielsen.

Anvendte metoder, analyser og fremgangsmåde:

Oplægget vil omhandle estimering af parametre til trængselsfunktionen, der anvendes i trafikmodeller til at beskrive forholdet mellem trafikmængde og hastighed. På baggrund af indsamlet data estimeres parametre til anvendelse i trængselsfunktionen, hvorefter Landstrafikmodellen anvendes til, at beregne effekten af de estimerede parametre. Der er foretaget sammenligninger mellem det indsamlede data for henholdsvis strækningsbaserede (HASTRID) og snitbaserede registreringer (MASTRA) for at fastlægge hvilke data der arbejdes videre med. Analysen viser at MASTRA viser sig mest pålidelig (Figur 1).



Figur 1 – Speedflow diagram for HASTRID og MASTRA tællinger

Datasættene renses efterfølgende således, at det data der arbejdes videre med er på hverdagsdøgnniveau, samt data hvor uregelmæssige tællinger fjernes fra datasættet. Efterfølgende fastsættes den præcis lastbilandel for hvert snit, og det er herefter muligt at beregne personbilækvivalenten for lastbiler, samt en maksimal kapacitet pr. spor. pr. time målt i personbilenheder.

På baggrund af det behandlede data estimeres blandt andet nye parametre til anvendelse i trængselsmodeller, baseret på mindste-kvadraters metoden. På baggrund af de estimerede parametre opstilles flere forskellige scenarier, heraf et basisscenarie, et scenarie med resultatet for den endelig estimering og fire følsomhedsscenarier for at undersøge parametrenes betydning for beregningerne i Landstrafikmodellen, hvilket ses på tabel 1.

Tabel 1 - Oversigt over scenarier

	α (alpha)	β (beta)
Scenarie 0 - Basis	1	7,4
Scenarie 1 - Estimeret	0,52	5,5
Scenarie 2 - Følsomhed	0,76	6,46
Scenarie 3 - Følsomhed	1,25	7,4
Scenarie 4 - Følsomhed	0,52	5,75
Scenarie 5 - Følsomhed	1	5,5

Resultater

Der er foretaget en kapacitetsanalyse for alle 20 tællesnit, hvor kapacitetsgrænser og personbilækvivalenter er undersøgt. Under estimeringen af kapaciteten er alle tællesnit uden trængsel sorteret fra, og efterfølgende er middelværdien beregnet. Hvilket kan ses på resultaterne i tabel 2, hvor kapaciteten er beregnet med forskellige personbilækvivalenter.

Tabel 2 - Middel værdi for aflæst kapacitet (99,5%)

Personbil-ækvivalent	Middel
1	1827
2	1990
3	2162
4	2342
5	2529

Ifølge Vejdirektoratet har motorveje som udgangspunkt en kapacitet på 2.200 personbilenheder pr. time pr. spor. Med en aflæsning på 99,5% største måling samt en antagelse af at personbilækvivalenten angives til 3, konkluderes det at kapaciteten er på 2.162 personbilenheder pr. time pr. spor. Dvs. meget tæt på 2.200 og derfor fastsættes kapaciteten til at være 2.200 personbilenheder pr. time pr. spor.

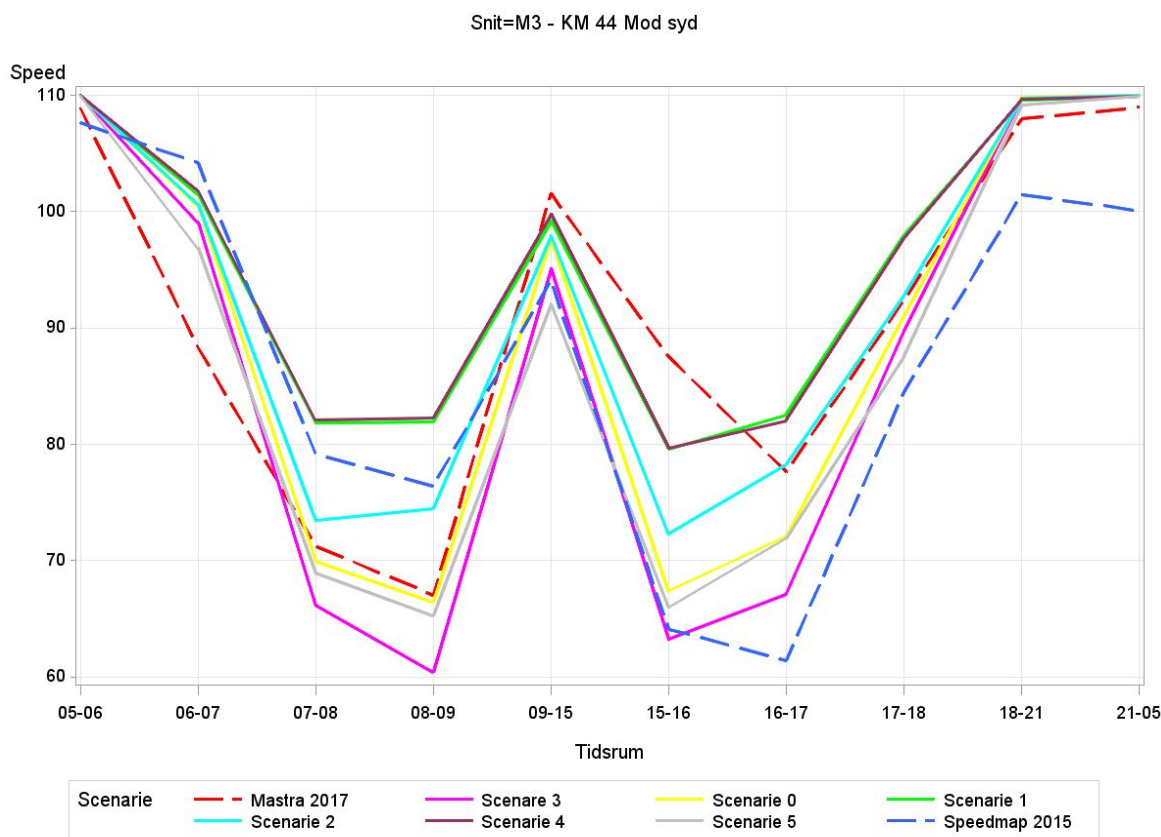
I tabel 3 nedenfor, kan resultateterne for estimeringen af de 20 udvalgte snit ses. Det ses at de estimerede parametre varierer meget afhængigt af lokalitet, hvor de varierende hastigheder og trafikmængder spiller en central rolle. Resultaterne i tabel 3 ligger til grund for de opstillede scenarier i tabel 1.

Tabel 3 – Estimeret BPR-parametre for de 20 strækninger

Snit	Alpha	Beta
M3 KM 44 - Mod nord	0,52	3,6
M3 KM 44 - Mod syd	0,5	3,83
M10 KM 24 - Mod nord	0,5	5,02
M10 KM24 - Mod syd	0,5	8,29
M10 KM 28 - Mod nord	0,5	5,8
M10 KM 28 - Mod nord	0,5	15
M11 KM 35 - Mod øst	0,5	4,27
M11 KM 35 - Mod vest	0,66	3,58
M14 KM 28 - Mod syd	0,5	3,45
M11 KM 22 - Mod øst	0,52	3
M10 KM 26 - Mod nord	0,52	3
M13 KM 17 - Mod syd	0,5	13,14
M40 KM 193 - Mod vest	0,5	3
M40 KM 183 - Mod vest	0,5	13,15
M60 KM 103 - Mod nord	0,66	3
M60 KM 103 - Mod syd	0,5	3,07
M60 km 161 - Mod nord	0,5	3,8
M60 KM 161 - Mod syd	0,5	4,99

M60 KM 174 - Mod nord	0,5	3,89
M60 KM 174 - Mod syd	0,52	3,04
Gns.	0,52	5,50

På figur 2 kan resultateterne ses af modelberegningen for et udvalgt snit, her sammenlignes resultaterne for de forskellige scenarier med tællinger fra virkelige observationer (MASTRA og Speedmap).



Figur 2 - De beregnet scenarier sammenlignet med observeret hastighed for HASTRID og MASTRA

Resultaterne er også fremstillet som en tabel, hvor den absolutte procentvise afvigelse mellem modelberegningerne og MASTRA tællingerne opstilles. Her ses det altså at scenarie 4 har den mindste afvigelse og scenarie 1 med de estimerede parametre stadig har en mindre afvigelse end scenarie 0. Det skal dog tages med i tankerne, at parametrene er estimeret på baggrund af tællinger fra MASTRA.

Table 4 – Absolut procentvis afvigelse mellem modelberegninger og MASTRA

Tidsbånd/Scenarie	0	1	2	3	4	5	Gns.
21 - 05	3,63%	3,63%	3,63%	3,63%	3,63%	3,63%	3,63%
05-06	3,63%	3,64%	3,63%	3,67%	3,63%	4,03%	3,70%
06 - 07	6,79%	5,72%	6,35%	7,12%	5,76%	6,88%	6,43%
07 - 08	8,49%	6,81%	7,37%	10,28%	6,74%	9,25%	8,16%
08 - 09	10,08%	6,37%	8,24%	13,03%	6,10%	13,63%	9,57%
09 - 15	3,56%	3,50%	3,55%	3,62%	3,49%	4,07%	3,63%
15-16	11,25%	8,84%	10,39%	11,76%	8,81%	12,60%	10,61%
16-17	14,42%	10,27%	11,83%	17,16%	10,26%	15,58%	13,25%
17-18	5,81%	5,77%	5,58%	6,13%	5,68%	7,01%	6,00%
18-21	3,18%	3,19%	3,19%	3,18%	3,19%	3,20%	3,19%
Gns	7,09%	5,77%	6,38%	7,96%	5,73%	7,99%	

Ved sammenligning mellem MASTRA-datasættet og modelkørslerne med de estimerede BPR-parametre (scenarie 1), er den absolutte middelforskel på 5,77% beregnet. Den beregnede absolutte middelforskel, ved anvendelse af de nuværende BPR-parametre ($\alpha = 1$, $\beta = 7,4$), er 7,09%.

Det kan dermed konkluderes, at hvis der ses på de 20 udvalgte tællesnit, så passer de estimerede BPR-parametre bedre til den beregnede gennemsnitlige hastighed i MASTRA-datasættet.

Det kan dog yderligere konkluderes, at følsomhedsscenariet (scenarie 4) med $\alpha = 0,52$ og $\beta = 5,75$, har en beregnet absolut middelforskel på 5,73%, og er dermed det scenarie med den mindste absolutte middelforskel i forhold til MASTRA datasættet.

Forslag til emne indplacering:

Trafikmodeller og deres anvendelse

Indlægsholder:

Daniel Berthelsen og Jacob Falkenberg Laursen, studerende på DTU