

Af Hans-Ole Skovgaard, Carl Bro as

1. BESKRIVELSE AF ØRESTADSTRAFIKMODELLEN

1.1 Introduktion og baggrund

10 maj 1994 underskrev Ørestadsselskabet I/S og Carl Bro Gruppen ved Carl Bro Anlæg A/S (Hoff & Overgaard) en aftale om udvikling af en trafikmodel til at beregne trafikefterspørgslen på et hver-dagsdøgn og en gennemsnitlig spidstime ved en ny bybane i København.

Modellen skulle også kunne beregne tilbringer- og frabringstrafik fordelt på transportmidler og skulle kunne belyse alternative udformninger af bybanen.

Endelig krævedes at trafikmodellen (OTM) skulle installeres på PC i et integreret system med køre-tidsmodellen (OKM), driftsmodellen (ODM) og økonomimodellen (ODM) således at Ørestadsselskabet selv kunne anvende modellerne og konsekvensberegne forskellige transportløsninger og udviklingsscenarier.

26 maj blev der gennemført en postkortanalyse med uddeling af over 16.000 kort ved Knippelsbro, Langebro og Sjællandsbroen fulgt op af 400 SP-interviews i sommeren 1994.

Allerede 25 maj afleverede Carl Bro Anlæg (ANL) foreløbige trafikprognoser baseret på eksisterende kilder. Efter at have modtaget RP-data fra bl.a. arbejdet med Hovedstadsområdets Trafikmodel (HTM) og foretaget en del af modeludviklingen forelå de første trafikprognoser for hverdagsdøgntrafik i begyndelsen af oktober. Disse trafikprognoser blev anvendt ved Ørestadsselskabets valg af minimetrosystem.

Modeludvikling og forfining af datagrundlag udfra helhedsplanlægning af Ørestaden og Københavns Kommunes udmeldinger om vejkapaciteter m.v. fortsatte. I marts 1995 blev en foreløbig spidstime-prognose afleveret og ved sommerens begyndelse var OTM udviklet således at trafikgrundlag for VVM af ny bybane og vejnet i Ørestaden samt ved udbud af CivilWork- og TransportationSystem-arbejder ved minimetroen kunne prognosticeret.

PC-modellerne blev udviklet og brugermanualer forelå i november 1995 sammen med hovedparten af dokumentationen for modeludvikling.

Efter at kommuneplanforslag var færdiggjort og hermed forudsætningerne for udviklingen af Ørestaden fastlagt kunne modeludviklingen afsluttes i begyndelsen af 1996.

I dag anvendes PC-modellerne efter deres formål til bl.a. at belyse konsekvenser af ændringsforslag ved forhandlinger med entreprenører om anlæg for minimetro og kapacitetsvurderinger ved evt. fremtidig udvikling af det kollektive trafiksystem i København.

En pilotundersøgelse om mulighederne for at forbedre datagrundlag og modelstruktur for OTM er gennemført og forslag afleveret til evt. drøftelse med andre interessenter i Hovedstadsområdet.

Den beskrevne udvikling er gennemført under stort tidspres og har krævet mange ressourcer til trafikanalyser, modeludvikling, udvikling af PC-modeller og prognosearbejde.

Selvom det allerede nu kan konstateres at OTM og den samlede PC-model virker efter sin hensigt, kan det selvsagt først om en årrække konstateres om forudsætningerne for prognoserne holdt og om OTM regnede tilstrækkelig præcist.

Det der i dag kan evalueres er, om erfaringer fra udviklingen af OTM kan anvendes til

at forbedre datagrundlag, kalibrering og transportmiddelvalg ved trafikmodeller.

1.2 Trafikmodel

En trafikmodel er en matematisk idealisering af virkeligheden, hvorfor den ikke altid afspejler virkeligheden præcist. Den nødvendige idealisering bygger på mange års praktiske og teoretiske erfaringer med udvikling af trafikmodeller.

OTM er baseret på velgennemprøvede teknikker og statistiske metoder. Modellen, som er en person-trafikmodel er i princippet opbygget som en firetrinsmodel:

1. Turproduktion

I dette trin beregnes antallet af ture pr. trafikzone opdelt efter beskæftigelse og arbejdspladstal opdelt efter erhverv. I OTM er Hovedstadsområdet opdelt i ca. 300 trafikzoner, hvor zoneopdelingen er meget finere i den indre by omkring bybanen end i oplandsområderne.

2. Turfordeling

I dette trin fastlægges start- og slutsted for turene fra ovenstående trin. Turfordelingen beregnes ud fra trafikzonernes attraktivitet og tilgængelighed mellem trafikzonerne.

3. Transportmiddelvalg

Turene fordeles efter hovedtransportmiddel ud fra bl.a. rejsetid, rejseomkostninger og komfort.

OTM indeholder følgende hovedtransportmidler: gang, cykel, kollektivtrafik og bil.

4. Assignment

I det sidste trin udlægges trafikken på kollektive trafiklinier og vej- og stinet. I OTM anvendes flerrutevalg for at afspejle, at trafikanterne ikke altid vælger den objektivt set mest rationelle rute.

I modsætning til de tidligere firetrins modeller fra 1960'erne er der en stor grad af samspil mellem de fire trin i OTM. Således influerer eksempelvis en vejlukning både på turfordeling og transportmiddel-valg og ikke alene på udlægning af trafikken på vejene.

I OTM er der indbygget en spidstimestmodel, således at der i beregning af transportmiddelvalg og udlægning af vejtrafikken tages højde for køproblemer på vejene i myldretiderne.

Der er ikke udviklet en egentlig vare- og lastbiltrafikmodel. Vare- og lastbiltrafikken fremskrives ud fra udviklingen i personbiltrafikken, således at den samlede belastning på vejene kan bestemmes.

1.2 Modelkalibrering og planforudsmtninger

OTM, OSM og PC-modellen er nærmere beskrevet i indlæg på Trafikdage AUC '95.

Modellerne er udviklet således at de kan anvendes både ved strategiske, taktiske og operationelle beslutninger.

Modellen er opbygget med basisår 1992 og bl.a. kalibreret på grundlag af belastninger opdelt på bus, tog og bil i snit og strækninger indenfor Hovedstadsområdet.

Planforudsætninger i form af plandata og pendlingsdata er indhentet fra Danmarks Statistik for ba-sisår og prognoseårene 2000 med 1. etape af bybanen i brug, 2010 hvor alle 3 etaper forventes færdige og 20xx, hvor Ørestaden er fuldt udbygget.

Oplysninger om udbygning af bus-, bane- og vejnet er indhentet fra de relevante myndigheder. Tilpasninger i forhold til vejkapaciteter, P-restriktioner m.v. er udmeldt af vejforvaltningerne i København og på Frederiksberg.

Nedenstående oversigt viser de overordnede planforudsætninger for OTM:

	1992	2000	2010	20xx
Befolkning				
Hovedstadsområdet	1.719.000	1.753.000	1.759.000	1.769.000
Heraf København	465.000	473.000	453.000	469.000
Heraf Ørestaden	0	1.600	8.500	23.500
Arbejdspladser				
Hovedstadsområdet	926.000	982.000	981.000	1.022.000
Heraf København	314.000	315.000	315.000	366.000
Heraf Ørestaden	0	6.000	18.000	55.000
Personbiler				
Hovedstadsområdet	480.000	529.000	588.000	591.000
Heraf København	78.000	80.000	79.000	83.000

2. TRAFIKPROGNOSER

2.1 Persontrafik

OTM beregner for prognoseårene 2000, 2010 og 20xx personture som vist nedenstående:

Hovedtransportmiddel	1992	2000	2010	20xx
Bil	2.960.000	3.075.000	3.130.000	3.190.000
Cykel	1.135.000	1.155.000	1.130.000	1.185.000
Gang	1.145.000	1.135.000	1.100.000	1.100.000
Kollektiv trafik	980.000	1.095.000	1.100.000	1.135.000
Total	6.220.000	6.460.000	6.260.000	6.610.000

Biltrafikken over havnebroerne i myldretiden kl. 8-9 som antal køretøjer i begge retninger er beregnet til:

Bro	Talt 1992	2000	2010	20xx
Knippel sbro	2.700	2.700	2.900	3.000
Langebro	5.000	4.700	5.300	6.000
Sjællandsbro	2.800	3.600	3.700	4.800
Amagermotorvej	5.000	6.300	6.800	8.100
Total	15.500	17.300	18.700	21.900

Årsagen til stigning i det samlede antal personture skal søges i stigning i befolkningstal, arbejdspladser og antal biler mere end i flere ture end i dag.

Fordelingen viser at den kollektive trafik stiger 15% eller dobbelt så meget som den almindelige trafikudvikling og udviklingen i biltrafikken. Dette skyldes de forbedrede trafiktilbud fra den kollektive trafik.

Årsagen til stigningen i trafikken over havnebroerne skal søges i at befolkningstallet på Amager stiger med 11% mod 3% i hele Hovedstadsområdet og antallet af arbejdspladser stiger ifølge oplysninger fra Hovedstadsområdets Statistiske Kontor (HSK) og Ørestadsselskabet med 107% mod 10% i hele hovedstaden.

2.2 Passagergrundlag for minimetro

Ud fra bl.a. forventede nye og forbedrede kollektive trafikforbindelser og deres køreplaner beregner OTM passagergrundlaget fordelt som antal påstigere på de kollektive transportmidler som vist nedenstående:

Kol. trafikmiddel	1992	2000	2010	20xx
Bus	890.000	883.000	748.000	761.000
S-tog	378.000	425.000	435.000	437.000
R-tog	107.000	188.000	202.000	199.000
Privatbane	17.000	22.000	22.000	22.000
Minimetro		74.000	219.000	262.000
Total	1.392.000	1.591.000	1.626.000	1.681.000

Trafiktallene i 1992 er modelberegnet og sammenlignet med talt trafik.

Som det ses får S-togene en stigning svarende til den forventede gennemsnitlige stigning i den kollektive trafik: Regionaltogenes passagergrundlag stiger kraftigt som følge af Øresundsforbindelsen, medens busserne må afgive passagergrundlag til minimetroen.

Ser vi på mere detaljerede tal beregnes eksempelvis antal påstigere på en hverdag i år 2000 mellem kl. 8-9 til:

Stationsnavn	Total	Antal påstigere pr. hverdagsdøgn fordelt efter tilbringertransportmiddel					
		Gang	Cykel	Bil	Bus	-tog	R-tog
Nørreport	2420	100	320	110	250	1190	450
Kgs. Nytorv	860	450	120	40	250	0	0
Christianshavn Islands	810	380	110	40	280	0	0
Brygge	360	230	50	20	60	0	0
Universitetspladsen	280	220	40	10	10	0	0
Universitetet	190	150	30	10	0	0	0
Øst Søndby	210	30	30	10	140	0	0
Bella Center	10	10	0	0	0	0	0
Ørestad Nord	530	410	70	20	10	0	20
Ørestad Ørestad	10	10	0	0	0	0	0
Syd Vestamager	210	170	30	10	0	0	0
Amagerbro	510	410	70	20	10	0	0
Lergravsparken	570	400	80	30	60	0	0
I alt	6970	2970	950	320	1070	1190	470

Samlet fås af prognoseberegningerne at minimetroen har et passagergrundlag på ca. 25 millioner år-ligt med kun første etape i brug, over 60 millioner når alle tre etaper er bygget og ca. 80 millioner med en fuldt udbygget Ørestad.

3. ANVENDELSE AF OTM

3.1 Systemvalg

Sammenligninger af design, passagergrundlag beregnet af OTM, forhold for den øvrige trafik, miljøet, ulykker, forhold ved anlæg og drift mellem minimetro, sporvogn og Light Rail medførte at Øre-stadsselskabet valgte at anlægge bybanen som minimetro.

3.2 Anlæg af minimetro

Passagergrundlag for stationer og strækninger er ved brug af det samlede modelkompleks anvendt til at dimensionere anlæg som perroner o.lign. samt det rullende materiel. Ved udbud er det anvendt til at stille køreplankrav, krav til anskaffelse og drift af togvogne o.s.v.

Passagergrundlaget anvendes ved meget detaljerede vurderinger som eksempelvis af behov for cy-kelstativer ved stationer.

Det samlede modelkompleks anvendes løbende til vurderinger af ændringsforslag til C W- og TS-arbejder og vil blive anvendt i driftsfasen.

3.3 VVM m.v.

De ved OTM beregnede trafiktal er anvendt ved VVM for bybane og vejnet samt den lokalplan for Ørestaden som nu er vedtaget af Københavns Kommune. På Frederiksberg er forslag til lokalplan m.v. under politisk behandling.

3.4 Konsekvensberegninger

OTM er blevet anvendt ved beregninger af konsekvenser ved scenarier med busbetjening af Øresta-den o.lign.

Modellen er også anvendt ved undersøgelser om muligheder for at føre minimetroen gennem en østlig havnetunnel og ved andre følsomhedsanalyser og kapacitetsvurderinger.

4. MODELFORBEDRING

Erfaringer fra udvikling af OTM kan ved overvejelser om forbedringer af trafikmodeller opdeles i følgende underpunkter:

- OTM Kalibrering
- OTM Fremtidig adfærd
- Præsentation af prognoser

I det følgende er hvert af punkterne gennemgået og overvejelser i forbindelse med OTM beskrevet.

I disse beskrivelser er også nogle personlige kommentarer om trafikmodeludvikling samt om præsentation og anvendelse af trafikprognoser.

4.1 OTM Kalibrering

Set i forhold til dagens trafiksituation går overvejelserne dels på, om det foreliggende datagrundlag kan forbedres, dels om modeller kan kalibreres mod udviklingen indenfor en tidsperiode og ikke alene mod situationen i et enkelt år, basisåret 1992.

For Ørestadsselskabet er der i forbindelse med udvikling af OTM gennemført en pilotundersøgelse, med vurdering af mulige fremtidige forbedringer af datagrundlag gennem:

- Trafikundersøgelsen TU (Trafikministeriet/VD/DS)
- Pendlerstatistik fra Danmarks Statistik (DS)
- Rejsehjemmelundersøgelserne (HT og DSB)
- Datagrundlag og prognoser fra Hovedstadsområdet Statistiske Kontor (HSK)
- Lufthavnsundersøgelsen foretaget af Vejdirektoratet (UD)

Der er som resultat af pilotprojektet udarbejdet nogle forslag som kan forbedre datagrundlaget for OTM ved over en årrække at supplere TU-data. Men generelt er forbedring af datagrundlaget et sam-arbejdsprojekt for alle interessenter i trafikmodeller og -prognoser for Hovedstadsområdet.

Det er ønskeligt om "rette vedkommende" forsøgte at koordinere og systematisere de mange dataind-samlinger m.v. der løbende udføres og forbedres.

Dette gælder også hvis man i fremtiden vil have muligheder for at kalibrere over en tidsperiode, eksempelvis for at kunne have konstateret om OTM ud fra datagrundlag fra 1970, med det efterfølgende fald i befolkning og arbejdspladser i Københavns Kommune, tilstrækkelig rigtigt kunne have beregnet den konstaterede trafik i 1992.

4.2 OTM Fremtidig adfærd

Den generelle diskussion om modelteori og -anvendelse skal ikke behandles her. Ud fra en anvendel-sensororienteret synsvinkel skal blot peges på at der til enhver tid vil blive anvendt prognoser ved anlægsprojekter og matematiske modeller er indtil videre den bedste måde at holde styr på data og data-anvendelse.

Trafikmodeller er også gradvist blevet forbedret siden bilismens gennembrud i 50'erne, så de i dag giver mange flere anvendelsesmuligheder end de modeller, der dengang blev anvendt.

Fremtidig adfærd resulterende i prognoser er i OTMs transportmiddelvalg bl.a. baseret på resultater fra SP-analyser og udmeldte vejkapaciteter og køreplaner på et fremtidigt vej- og stinet samt på det kollektive trafiknet.

Ud fra erfaringer med udvikling af OTM skal muligheder for at forbedre trafikmodeller generelt søges i mere viden om adfærd ved turkæder, herunder ved omstigning fra et transportmiddel til et andet, samt mere viden om trafikrestriktioners betydning for byudvikling.

For OTM er modeludvikling baseret på den seneste internationale erfaring, og gennem udvikling af PC-model er der sket en forbedring ved at trafikudbud og trafikefterspørgsel altid beregnes i sammenhæng, således at adfærd bestemmes både ud fra ønsker og muligheder.

4.3 Præsentation af prognoser

Præsentation af prognoserresultater har næppe endnu fundet en generel god form.

Udarbejdelse og præsentation af trafikprognoser betragtes fortsat som ekspertarbejde, hvor resultaterne efterfølgende skal fortolkes.

Principielt bør trafikprognosearbejde imidlertid ikke være omgivet af en særlig aura af ekspertise der kun er for de indviede. Udvikling af trafikmodeller er naturligvis ekspertarbejde og det bør overlades til den højeste sagkundskab med et krav om at få udviklet modeller der kan anvendes og forstås af flest mulige, også selvom de indeholder mange komplicerede sammenhænge og mange data.

Men når trafikmodellen er udviklet er den et værktøj til at udarbejde prognoser på linie med mange andre værktøjer der anvendes ved planlægning og projektering af trafik anlæg. Derfor så Ørestadssel-skabet rigtigt, da man forlangte at få udviklet PC-modeller som man selv kan betjene, hvis man i fremtiden ønsker det.

Og derfor er det vejen frem at så mange forvaltninger o.a. som muligt får adgang til trafikmodeller som værktøj, med manualer om hvordan de skal betjenes samt uddannelse i hvornår det er nødvendigt at kontakte en modelekspert.

4.4 Konklusion

Det kan i dag konstateres at modellen virker efter sin hensigt, men det kan først efter en meget lang årrække konstateres om modellen regnede rigtigt og om forudsætningerne holdt.

Skal der på nuværende tidspunkt drages nogle generelle konklusioner om modeludvikling udfra den gennemløbne udviklingsproces for OTM er der behov for:

- gennem samarbejde i Hovedstadsområdet at forbedre datagrundlag
- at skabe grundlag for modelkalibrering i forhold til trafik- og byudvikling i en årrække
- at forske i trafikantadfærd
- at forske i sammenhængen mellem by- og trafikudvikling
- at trafikmodeller som PC-modeller udvikles til et alment værktøj ved trafikplanlægning og projektering
- at så mange som muligt uddannes i anvendelse af trafikmodeller
- at det indbygges i modellerne, hvornår der er behov for at tilkalde ekspertbistand.