

## OTM 5 og dens anvendelse til VVM for udbygning af Køge Bugt motorvejen

Af Goran Vuk, Vejdirektoratet, og Henrik Paag, Tetraplan A/S

Vejdirektoratet har anvendt trafikmodellen OTM til vurderinger af de trafikale konsekvenser af en række vejudbygningsprojekter. Den senest version 5.1 af OTM er en brugervenlig udgave af OTM 5.0, der blev opbygget i 2007 i relation til vedtagelsen af Metrocityringen. Artiklen beskriver OTM 5.0/5.1 og præsenterer dens anvendelse i forbindelse med VVM-undersøgelsen for udbygning af Køge Bugt motorvejen syd for Greve.

### Introduktion

I Vejdirektoratet anvendes trafikmodeller typisk i forbindelse med forundersøgelser og VVM-undersøgelser – figur 1 viser en lang række af de VVM-undersøgelser som p.t. pågår i Vejdirektoratet, samt de kommende VVM-undersøgelser. Trafikmodeller benyttes her til at beregne de trafikale effekter en udbygning af vejen set i forhold til andre alternativer, fx bedre kollektive trafikbetjening, samt til at vurdere konsekvenserne af forskellige vejudbygnings-scenarier (forskellig linieføring og/eller vejstandard). Trafikberegninger skal i den forbindelse kunne gennemføres med en sådan detaljeringsgrad, at det nødvendige antal sport, kapacitetsudnyttelsen i krydsningspunkter og tilslutningsanlæg samt eventuelle trafikstyringstiltag kan vurderes.

Figur 1 – VVM-undersøgelser i Vejdirektoratet



## OTM 5

Vejdirektoratet anvender en række forskellige regionale og lokale trafikmodeller til VVM-undersøgelserne. En af dem er Ørestadstrafikmodellen (OTM), version 5.0 - en taktisk model for hovedstadsregionen (defineret som centralkommunerne og de tidligere Københavns, Frederiksborg og Roskilde amter). Opbygningen af OTM 5.0 blev afsluttet i maj 2007 efter 2½ års forløb og med et budgettet på 6 mio. kr. OTM 5.0 indeholder tre væsentlige forbedringer i forhold til tidligere versioner:

- i) opbygning af turmatricer med 2004 som basisår,
- ii) nyt zonesystem (835 zoner) samt opdatering af plandata og infrastrukturdata (dvs. vej-, kollektiv- og cykelnet), og
- iii) re-estimering af efterspørgselsmodellen.

OTM 5.0 opererer med fem transportmidler: bilfører, bilpassager, kollektiv transport, cykel og gang, og med seks turformål: bolig-arbejde (BA), bolig-uddannelse (BU), bolig-indkøb (BI), bolig-fritid (BF), ikke-hjemmebaserede fritidsture (nUU), og erhvervsmæssige ture (EE). Turformålene i modellen holdes adskilt i modelkørslerne hvilket betyder, at OTM-efterspørgselsmodellen ikke modellerer turkæder (dvs. kobling af to, eller flere, af de ovennævnte turformål på en enkelt tur). Da mange af de observerede ture i TU-data (datakilden i modellens estimering) er turkæder, er der defineret en række regler i modellen, der har til formål at splitte kæderne op i et antal ture, som falder ind under de ovennævnte turformål.

I modellen foreligger 210 matricer for personture for basisåret 2004, fordelt på fem transportmidler, seks turformål, og syv døgnperioder (kl. 21-05, kl. 05-07, kl. 07-08, kl. 08-09, kl. 09-15, kl. 15-18, og kl. 18-21). Matricerne er opbygget på basis af:

- i) TU-data for perioden 1997-2003; 15.527 interviews og 46.539 observationer,
- ii) Nyindsamlede TU-data 2005; 16.285 TU-interview og 60.542 observationer,
- iii) En postkortanalyse over Søsnittet i København; 18.376 postkort og 853.663 personture, samt
- iv) Trafiktællinger for 2003-2004 for bil, kollektiv trafik, cykel og gang i hovedstadsområdet.

De tekniske detaljer om Ørestadstrafikmodellen kan læses i Vuk, Hansen og Fox, 2009, Vuk og Hansen, 2006, og Vuk og Hansen, 2003.

### OTM 5.1

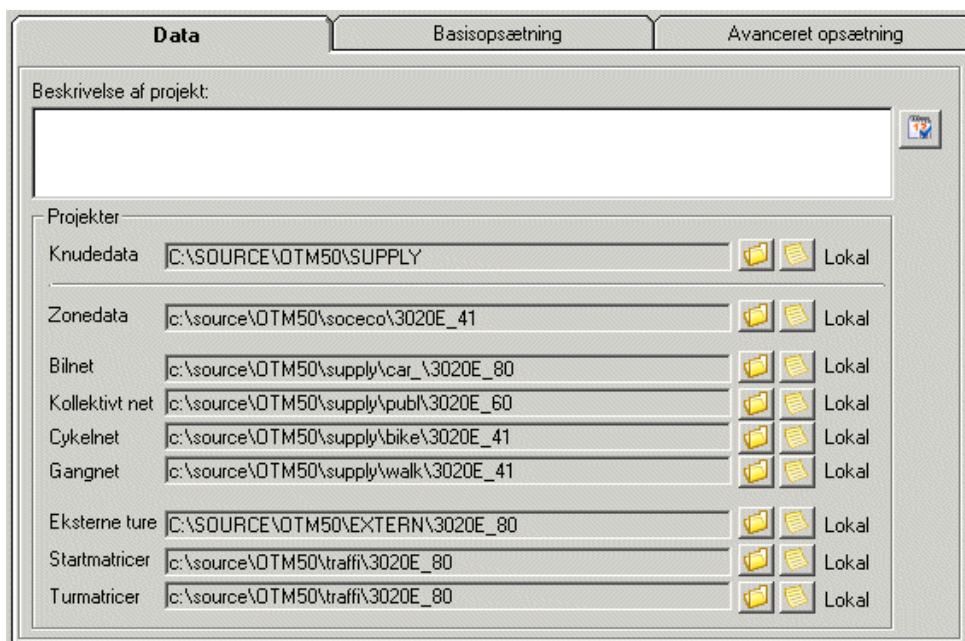
OTM 5.1 er en brugervenlig udgave af OTM 5.0, hvor modellen har fået en ny brugergrænseflade. Modellen er teknisk beskrevet i tre dokumenter: Installationsvejledning, Brugervejled-

ning og Systemdokumentation. Når modellen er installeret<sup>1</sup> fås et startbillede som vist i figur 2. For at kunne starte en beregning skal der lokaliseres plandata, vej- og kollektiv net, samt start-turmatricer – dette gøres i fanebladet 'Data', som vist i figur 3. Forberedelsen af inputdata foregår uden for grænsefladen, typisk i Access databaser. I fanebladet 'Basisopsætning' defineres et antal iterationer for udbuds- og efterspørgselsberegningerne. I fanebladet 'Avanceret opsætning' defineres en række parametrene for turudlægningen.

Figur 2 – Startbillede af OTM 5.1



Figur 3 – Lokalisering af inputdata

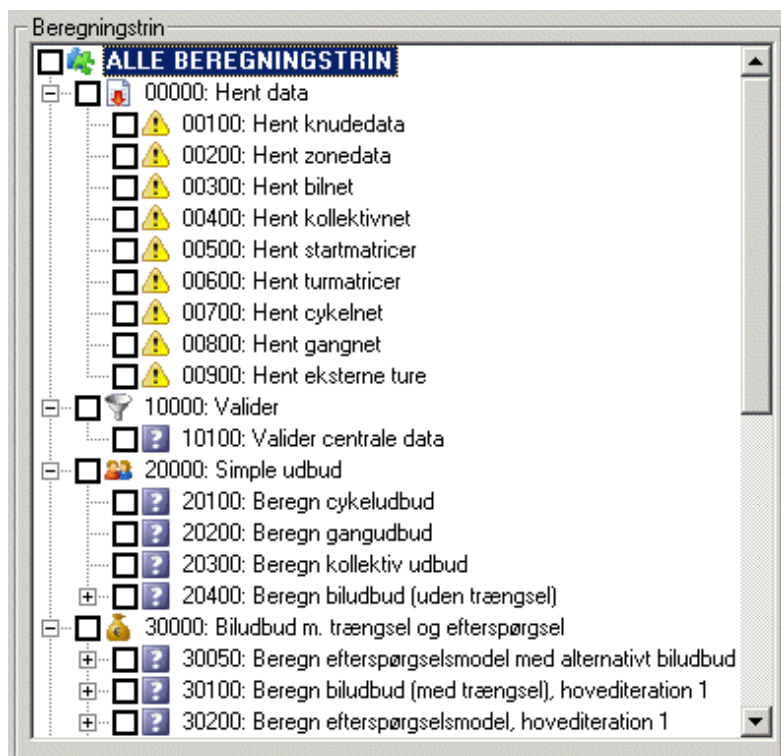


<sup>1</sup> OTM 5.1 installeres via en DVD som kan fås gratis i Modelcenter på DTU Transport

For at definere hvilke beregningstrin der skal gennemføres i kørslen skal trinene markeres, som vist i figur 4. En fuld beregning med modellen kan tage 2-4 døgn, afhængig af antallet af iterationer med udbuds- og efterspørgselsmodellerne.

Når en beregning er gennemført, er det muligt at få præsenteret en række centrale beregningsresultater. Disse nøgletal præsenteres på en måde som bl.a. kendes fra Excels krydstabuleringsfunktion. Eksempelvis vælger man 'Antal ture' som nøgletal får man en resultattabel, vist i figur 5.

Figur 4 – Beregningstrin i OTM 5.1



Figur 5 – Antal ture som output af modelkørslen i OTM 5.1

Transportmiddel	1. HW	2. HE	3. HS	4. HO	5. OT	6. WW	7. VA	8. LA	Total
1. CD	774772	50453	450439	845235	497388	276740	344394	116091	3355512
2. CP	163619	82550	253705	492430	216428	54265			1262997
3. PU	319894	140894	176630	227932	142632	42700			1050682
4. BI	256753	190088	184567	294716	145069	23897			1095091
5. WA	51869	85772	323189	351475	150134	10261			972700
Total	1566907	549758	1388531	2211788	1151652	407863	344394	116091	7736983

## Modelanvendelse: VVM for udbygning af Køge Bugt motorvejen

### Projektbeskrivelse

OTM 5 er blevet anvendt til de trafikale vurderinger i forbindelse med flere af Vejdirektoratets VVM-undersøgelser for udbygninger af motorvejsnettet i hovedstadsregionen. Modellen er blandt andet anvendt til trafikmodelberegninger for VVM for udbygning af Køge Bugt motorvejen (M10) mellem Greve Syd og Køge fra 6 til 8 spor (figur 6).

Fremkommenligheden på denne del af Køge Bugt motorvejen i morgenmyldretid i hverdage i efterår 2008, retning mod København, fremgår af tabel 1. Det ses, at de målte hastigheder i dag ligger på 50-70 km/t, som svarer til 47% til 64% af den tilladte hastighed for personbiler.

Tabel 1 – Fremkommenlighed på Køge Bugt motorvejen i tidsperioden kl. 07.10-08.10 på hverdage i efterår 2008, retning mod København

Strækning	Middelhastighed	Middelhastighed over tilladt hastighed (110 km/t)
Køge - Ølby	65	0.59
Ølby - Solrød S	51	0.47
Solrød S - Solrød	51	0.47
Solrød - Greve S	71	0.64

Som følge af disse store fremkommelighedsproblemer i myldretiderne, blev det i trafikaftalen mellem en række af Folketingets partier i 2006 bl.a. aftalt, at der skulle etableres et beslutningsgrundlag for en udbygning af Køge Bugt Motorvejen. På denne grundlag igangsatte Vejdirektoratet en VVM-undersøgelsen for en mulig udbygning af motorvejen fra 6 til 8 spor, som nu er ved at blive færdiggjort.

Figur 6 – Geografisk placering af projektet



### Trafikmodelberegninger

Indledningsvis blev der foretaget en kalibrering af modellens vejnet for basisåret 2004 med henblik på at opnå en rimelig sammenhæng mellem talt og beregnet trafik i projektområdet (tabel 2). Det ses i tabellen, at der i den kalibrerede model er en rimelig god overensstemmelse mellem talt og beregnet hverdagsdøgntrafik på strækningsniveau på Køge Bugt motorvejen med afvigelser på 0-7 procent.

Tabel 2 - Sammenligning mellem talte og beregnede trafikbelastninger på M10, antal køretøjer per hverdagsdøgn i 2004

Trafik M10 (ktj. per hverdagsdøgn)	Talt 2004	Basis 2004	Afvigelse
Ishøj - M4	54.073	55.920	3 %
M4 - Greve N	108.099	110.440	2 %
Greve N - Greve C	106.825	110.040	3 %
Greve C – Greve S	99.249	99.550	0 %
Greve S - Solrød N	93.137	93.290	0 %
Solrød N - Solrød S	89.513	90.300	1 %
Solrød S – Ølby	89.241	88.490	-1 %
Ølby - M20/M30	77.984	72.780	-7 %

Trafikmodelberegningerne med OTM er gennemført for et prognoseår 2018. For dette beregningsår er der opstillet beregningsforudsætninger med hensyn til infrastruktur og kollektiv trafikbetjening, befolkningen fordelt på beskæftigelse og indkomst, antal arbejds- og studiepladser, bilejerskabet, parkeringsafgifter og -søgetider, kørselsomkostninger for biltrafikken og kollektive takster, og portzonetrafikken. Forudsætningerne er baseret på officielle kilder og er geografisk fordelte således, at der er forskellige vækstforudsætninger for forskellige delområder af regionen.

For prognoseåret 2018 blev OTM anvendt til at belyse de trafikale konsekvenser af en række alternative udbygningsforslag og af et kollektive scenarie som et alternativ til motorvejsudbygningen.

De beregnede scenarier omfattede:

- 0-alternativ; referencescenariet uden udbygning af Køge Bugt motorvejen,
- Hovedalternativ; scenariet med udbygning af motorvejen til 8 spor,
- Scenarie med udbygning af motorvejen med 2 reversible kørespor,
- Scenarie med befæstelse af nødsporene og inddragelse af disse til trafikafvikling i myldretiderne,

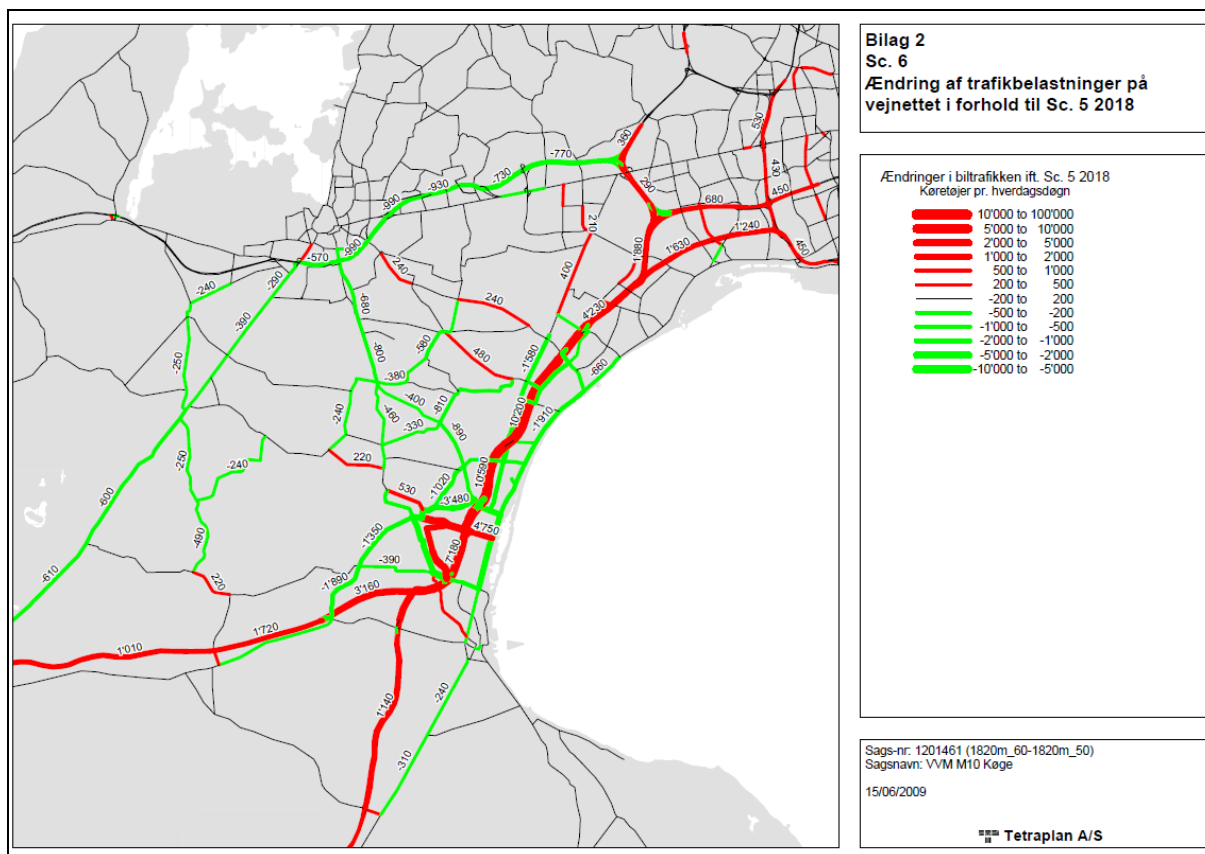
- Udbygningens anlægsfase (med begrænset kapacitet og tilladt hastighed på udbygningsstrækningen), og
- Kollektivt scenarie med forbedring af S-togsbetjeningen og indførelse af direkte busser på motorvejen.

0-alternativet viste, at hverdagsdøgntrafikken på M10 i perioden 2004-2018 kan forventes at stige med 22-30 procent på motorvejens enkelte delstrækninger. Med en udbygning til 8 spor kan forventes yderligere stigninger i trafikken på mellem 3 og 10 procent (ændret transportmiddelvalg- og rutevalg, samt trafikspring) svarende til stigninger på op til 12.000 køretøjer per hverdagsdøgn.

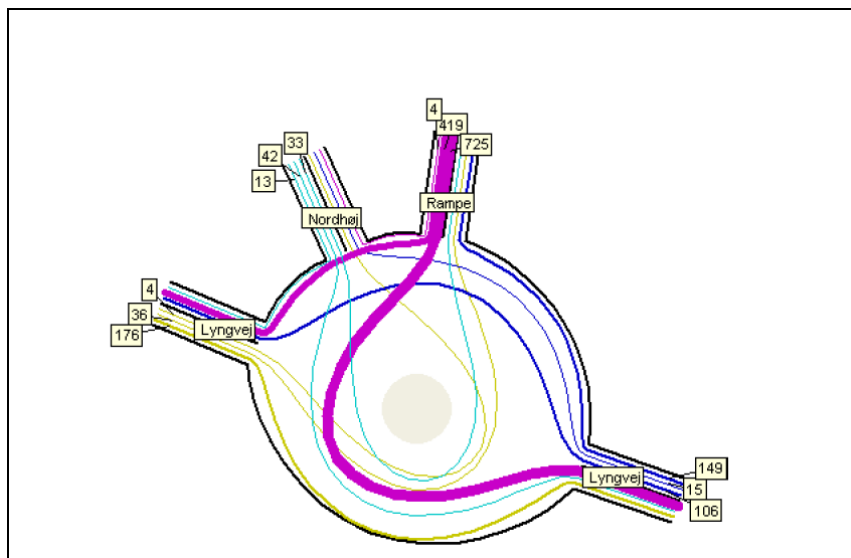
Et eksempel på de beregnede ændringer i trafikbelastninger ved en udbygning af Køge Bugt Motorvejen er gengivet i nedenstående figur 7. Et eksempel på de beregnede detaljerede trafikstrømme i en spidstime i en rundkørsel ved et af motorvejens rampeanlæg er vist i figur 8.

De gennemførte trafikmodelberegninger er primært benyttet til vurdering af projektets trafikale konsekvenser, samt som dimensioneringsgrundlag for skitseprojekteringen og som input til de miljømæssige og samfundsøkonomiske vurderinger af projektet. Beregningerne af anlægsfasen blev primært benyttet af vurdere, hvilket omlejringer af trafikken, der kan forventes, medens anlægsarbejderne pågår. Disse har dannet grundlag for en vurdering af behovet for trafiktekniske tiltag og rutevejledninger på det øvrige vejnet.

Figur 7 – Eksempel på beregnede ændringer i trafikbelastninger i projektområdet 2018



Figur 8 – Eksempel på beregnede trafikstrømme i rampekryds langs M10



### Perspektiver

Et oplagt behov for en mulig forbedring af den eksisterende OTM ligger i opbygning af en model for valg af rejsetidspunktet. I OTM 5 er det således, at den observerede 2004-fordeling af trafikken på syv døgnperioder bibeholdes i alle beregningsscenarier. En model



for valg af rejsetidspunktet kan have en betydning for vurdering af projekter som udbygning af Køge Bugt Motorvejen, da man kan forudse at kapacitetsbegrænsninger har en stor betydning for valg af rejsetidspunkt, specielt for pendlerne. Dette gælder både for de eksisterende og de nye trafikanter.

En anden teknisk anbefaling er at opbygge en delmodel for bilejerskab. Bilejerskab er en eksogen variabel i den eksisterende model, dvs. plandata indeholder information om bilejerskabet i zonen. En bilejerskabskoefficient findes både i turgenerationsmodellen og destination/mode choice modellen, som betyder at en stigning i bilejerskabet generer flere ture samt at turene skifter fra cykel/gang/kollektiv transport til bil. Vi har kunne konstatere, at efter modellens tidsværdier er blevet indkomstafhængige i OTM 5, så er betydningen af bilejerskab - i sammenspil med indkomst – blevet en dominant forklaringsvariabel. Det betyder også at små ændringer i plandata om zonernes bilejerskab kan give store ændringer i beregningsresultaterne. Derfor vil det være en stor fordel hvis bilejerskab modelleres på lige fod med de andre delmodeller.

I lyset af den kommende nationale trafikmodel, som skal færdiggøres i 2014, er der en længere liste over de mulige forbedringer af OTM. De overordnede typer af opgaver som OTM ikke kan modellere, fuldt ud eller delvist, er: turkæder, sammenhæng mellem to ture (eller flere ture) gennemført af den samme person på en dag, sammenhæng mellem de gennemførte ture af personer i en familie, regularitet (både i vej- og kollektivtrafik), trængsel, betydning af ændringer i parkeringspolitik.

I forbindelse med den nationale trafikmodel vil man med fordel kunne se OTM som en model for region Sjælland. Udvidelsen af OTM fra Hovedstadsregionen til hele Sjælland (måske også hele Østdanmark) vil være fornuftig set i lyset af, at trængselsproblemerne i dag breder sig over hovedstadsområdets grænser.

Sidst og ikke mindst, kunne man ønske en fuld integreret GIS version af modellen. Dette skulle omfattede såvel netopstilling som resultatpræsentationer.

*Referencer:*

*Goran Vuk, Christian Overgaard Hansen and James Fox. "The Copenhagen Traffic Model and its Application at the Metro City Ring Project". Transport Reviews. Volume 29. Issue 2. Page 145-162. March 2009.*

*Goran Vuk and Christian Overgaard Hansen (CTT, DTU). "Validating the passenger traffic model for Copenhagen". Transportation. Volume 33. Issue 4. Page 371-392. July 2006.*

*Goran Vuk and Christian Overgaard Hansen (Tetraplan). "A Passenger Travel Demand Model for Copenhagen". Transportation Research Part A: Policy and Practice. Volume 37. Issue 4. Page 333-349. 2003*

*Diverse notater med beregningsforudsætninger og trafikberegninger for VVM for udbygning af Køge Bugt Motorvejen, Tetraplan A/S for Vejdirektoratet. 2008-2009.*