

# GIS-BASERET, OBJEKT-ORIENTERET MODELLERING AF KOLLEKTIVE TRANSPORTTERMINALER

Jesper K. F. Hansen

Atkins Danmark og CTT (jesper.hansen@atkinsglobal.com / jha@ctt.dtu.dk)

Otto A. Nielsen

Center for Trafik og Transport (CTT), DTU (oan@ctt.dtu.dk)

## 1 SAMMENFATNING

Baggrunden for artiklen er konstruktionen af en udvidelse til *Transport Object Platform* (TOP), der er en GIS-baseret objektorienteret *Platform* til at beskrive rutebaseret trafik (Grevy. m.fl., 2001). Konstruktionen af udvidelsen – herefter benævnt terminalmodellen – har som hovedformål at beskrive passagerers rutevalg internt i transportterminaler. Arbejdet blev startet i K. F. Hansen (2002), og er fortsat siden i forbindelse med et forskningsprojekt ved Centre for Trafik og Transport (CTT), DTU.

Endvidere har arbejdet haft to væsentlige delmål. Dels at sikre at konceptet for terminalmodellen er tilpasset den overordnede terminologi, der ligger til grund for TOP. Og dels at sikre at konstruktionen af terminalmodellen kan sammenkædes med eksisterende terminalbeskrivelser på andre aggregeringsniveauer ved hjælp af *converters* til at oversætte data mellem disse.

Fordelen ved en objektorienteret datamodel er bl.a. muligheden for fleksibelt at arbejde på forskellige aggregeringsniveauer. I forbindelse med trafikmodeller, f.eks. fjernoplade, centrale regioner, samt detailmodellering af bestemte terminaler. Det kan være inden for samme model, f.eks. modellering af passagertunnelen på Nørreport Station eller de forskellige forslag til udvidelse af Københavns Hovedbanegård, hvor passagerudvekslingen sker mellem såvel bus og S-tog (Københavnsområdet), som regional og fjerntog (Fjernoplade), men hvor den detaljerede udformning af terminalen også er interessant. Men det kan også være i forbindelse med interaktion mellem modeller. F.eks. hvor en model for København interagerer med en model for Øresundsregionen, der måske igen interagerer med en model for Skandinavien. Et sådan hierarki er relevant for persontrafik, men måske i særlig grad for godstransport, hvor andelen af lange ture er større.

I forbindelse med arbejdet terminalmodellen har taget udgangspunkt i persontrafik, men kan lige såvel dække liniebåret godstransport, såsom tog, skibsfart og rutebåret lastbiltrafik. Et arbejde med udvikling af en sådan model pågår i forbindelse med Center for forskning i logistik og godstransport (CLG), der ledes af CTT.

## 2 INDLEDNING

Kompleksiteten i beskrivelsen af multimodale trafiksystemer har tidligere været en barriere i modelleringen af skift mellem transportmidler. En effektiv metode til at nedbryde denne barriere er at udnytte de egenskaber, der er blevet tilgængelige med lanceringen af ArcGIS 8 generationen.

Nogenlunde således må udviklingerne bag TOP have tænkt da de udformede et ønske om at konstruere en objektmodel, hvis formål er at beskrive multimodale datakompleksiteter. Således er TOP bygget op omkring et stort antal objekter, der hver

for sig repræsenterer en specifik egenskab og tilsammen fungerer som et stærkt værktøj, der ved hjælp af kodestruktur forener de enkelte egenskaber.

## 2.1 Baggrund

Arbejdet med at konstruere terminalmodellen bygger især på metoder fra Nielsen m.fl. (2001), der beskriver sammenhængene mellem TOP og ArcGIS 8 softwaren. Denne artikel har imidlertid fokus rettet mod modellering af passagerers rutevalg internt i terminaler. Som følge deraf lægges der vægt på de modelsammenhænge, der eksisterer ved modellering på forskellige aggregeringsniveauer og håndtering heraf i følgende to korresponderende modeller for rutevalg: KRM-modellen og TOP's datamodel.

Endvidere er der i forbindelse med udarbejdelsen af terminalmodellen hentet inspiration i Lee, Jodie Y, S, & Lam, William H.K. (2001) og Lam, W.H. K & Cheung, C. Y (1999), der beskriver udviklingen af en *Pedestrian Simulation-Assignment Model* (PSAM) for Causeway Bay Street Station i Hong Kong. Terminalmodellen bygger på ideer skabt i forbindelse med udviklingen af denne model.

Som dokumentation for terminalmodellens anvendelighed afprøves den på Valby Station, der er udvalgt som case grundet sin fordelagtighed i opbygning og tilknytning af transportmidler.

## 2.2 Empirisk grundlag

I forbindelse med efterprøvningen af terminalmodellens anvendelighed viste det sig nødvendigt at konstruere et topologisk sammenhængende netværk, – herefter benævnt terminalnetværk – til at beskrive gangarealerne på og omkring Valby station. Terminalnetværket er således opbygget af de GIS objekter der er konstrueret i forbindelse med udviklingen af terminalmodellen.

Til terminalnetværket kan der tilknyttes et netværk fra TOP, der repræsenterer den komplette køreplan for al rutebaseret trafik i hovedstadsområdet, således at de reelle skiftetider internt i terminalen kan modelleres.

## 2.3 Anvendelse

Terminalmodellen muliggør modelleringer af passagerbevægelser samt overordnede beskrivelser af skiftemønstre internt i kollektive trafikterminaler. Dette giver større fleksibilitet i den samlede beskrivelse af skift mellem rutebaserede kollektive transportmidler.

Især i forbindelse med følgende områder vurderes terminalmodellen i samspil med TOP at være et stærkt værktøj:

- Omfattende multimodal trafikmodellering
- Tilgængelighedsanalyser
- Køreplansbaseret optimering
- Rutevalgsmodeller

Hvorledes terminalmodellen kan bidrage nyttigt på nævnte anvendelsesområder findes kort beskrevet i perspektiveringen af artiklen.

### 3 KONSTRUKTION AF TERMINALMODEL

I konstruktionsfasen af terminalmodellen har det været nødvendigt at foretage en masse antagelser. De væsentligste af dem præsenteres i de følgende afsnit, der samtidig afspejler den kronologiske rækkefølge som udviklingen af modellen har været igennem.

#### 3.1 Definition af terminalbegreb

Terminalmodellen er udviklet til at beskrive skiftemønstre og rutevalg for kollektive trafikterminaler, hvilket er ensbetydende med at terminalmodellen er konstrueret med udgangspunkt i rutebaseret persontrafik, men kan med passende antagelser også anvendes til liniebåret godstrafik. Dette har afstedkommet følgende definition af terminalbegreb:

**Terminalbegreb:** *En kollektiv trafikterminal defineres som et geografisk område repræsenteret ved en anseelig mængde stop, hvor det er muligt at skifte enten mellem forskellige transportmidler eller mellem ruter inden for samme transportmiddel. En terminal kan betjenes af dels skinnebaserede kollektive transportmidler såsom fjerntog, S-tog og Metro og dels kollektive rutebaserede busser.*

#### 3.2 Modelkriterier

I forbindelse med terminalmodellens opbygning er der opstillet nogle kriterier til modellens udformning og der i gennem dens anvendelighed. Disse kriterier præsenteres i de følgende afsnit.

##### 3.2.1 Optimering

Optimeringskriteriet i forbindelse med konstruktionen af terminalmodellen er baseret på Batley, Richard P. & Clegg, Richard G. (2001) der blandt andet beskriver Wardrops 1. princip.

**Wardrops 1. princip:** *At alle fodgængere vælger den rute med den korteste rejsetid eller den laveste rejseomkostning, og ligevægtsfordelingen er opnået når ingen af de modellerede fodgængere kan opnå en kortere rejsetid eller lavere rejseomkostning ved at ændre rutevalg.*

I terminalmodellen antages det således at passagerer, der benytter kollektiv trafik søger at minimere deres samlede rejsetid. Den samlede rejsetid er et udtryk for en sum af følgende:

1. Dels det tidsrum, passageren befinder sig i selve transportmidlet
2. Dels den tid det tager at foretage et skift mellem transportmidler.

Terminalmodellen er anvendelig til at optimere på de tidsrum der falder inden for pkt. 2, eftersom den beskriver optimeringer af rutevalg og skiftemønstre internt i terminalen.

### 3.2.2 Aggregeringsniveauer

I forbindelse med konstruktionen af terminalmodellen opereres med tre aggregeringsniveauer. Dette skyldes, at terminalmodellens anvendelighed forøges betragteligt, hvis den er tilpasset flere aggregeringsniveauer. De tre niveauer er:

1. Et højt aggregeret niveau kaldet KRM-baseret niveau (Traditionelt Trafikmodelniveau). Dette niveau svarer til det aggregeringsniveau der er implementeret i København Ringsted Modellen (KRM).
2. Et middel aggregeret niveau kaldet TOP-baseret niveau, der, som navnet antyder, er magen til det aggregeringsniveau der er implementeret i TOP. Dette er typisk for en meget detaljeret trafikmodel, eller det administrative niveau (køreplanlægning, m.v.) i bus- og togselskaber.
3. Et lavt aggregeret niveau kaldet terminalt niveau. Dette aggregeringsniveau er kernen i terminalmodellen, da det implementerer det interne terminalnetværk, der er konstrueret i forbindelse med udviklingen af terminalmodellen. For jernbaner, er det typisk detaljeringsniveauet i togsimuleringsmodeller. Men for andre planlægningssituationer (bus, intern terminaltrafik), har man i Danmark kun få tilfælde arbejdet så detaljeret (selvom f.eks. debatten om gangtunnelen på Nørreport, evt. udvidelse af Københavns Hovedbanegårds, samt udformning af Kastrup Station, kunne have været kvalificeret, hvis analyser på dette niveau var anvendt som beslutningsstøtteværktøj).

For en nærmere gennemgang af de omtalte aggregeringsniveauer i KRM og TOP henvises til Nielsen, m.fl. (2001). De strukturelle sammenhænge mellem disse aggregeringsniveauer samt deres betydning for terminalmodellen præsenteres i kap 4.

### 3.3 Netværk i TOP

Konstruktionen af TOP bygger på to geometriske netværk, der er defineret for at sikre at der er en topologisk sammenhæng mellem de elementer der indgår i det pågældende netværk. Et geometrisk netværk indeholder objekter der er nedarvet fra de i ArcGIS veldefinerede objekter *Features*. Alle ArcGIS objekter har den egenskab at de er tilknyttet en database, hvor hver række i databasen repræsenterer ét element. Specielt for *Features* er at objektet er geografisk relateret og således beskrives ved hjælp af *Edges* (strækninger), *Junctions* (knuder) og *Polygons* (polygoner).

De ene netværk kaldes *Physical Network* og dets væsentligste indhold er strækninger såsom veje, jernbaner samt cykel og gangstier. Hver af disse strækningstyper er defineret som *Subtypes* til den egentlige Feature. En *Subtype* er en underopdeling, der sikrer at alle elementer har de samme egenskaber, men kan udstyres med forskellige attributværdier.

De knuder der indgår i netværket er ligeledes opdelt i *Subtypes* svarende til strækningsopdelingen. Deres vigtigste funktion er at de sikrer den ønskede stræknings/knude topologi.

Det andet geometriske netværk benævnes *Changes Network* og er konstrueret for at kunne beskrive skift mellem transportmidler/enheder inden for samme transportmiddel i multimodale netværk. Dette netværk består af forskellige strækninger, der modellerer skift såsom *ChangeEdges*, *Transfers* og *StopEdges* og knuder repræsenteret ved *Stop* og *StopGroup*. I terminalmodellen indeholder *Changes Network* endvidere de objekter, der indgår i det interne terminalnetværk. Dette netværk beskrives i det følgende afsnit.

### 3.4 Terminalnetværk

Modelleringen af passagerbevægelserne internt i terminalen foretages ved hjælp af det tidligere omtalte terminalnetværk. Det er bygget op af tre selvstændige objekter, hvoraf den ene repræsenterer en knude, mens de to andre repræsenterer strækninger. De tre objekter er kort gennemgået i de følgende delafsnit.

#### 3.4.1 TerminalJunction

Dette objekt repræsenterer terminalnetværkets knuder. Deres funktion er at sikre at netværket er topologisk sammenhængende, og de er således ikke udstyret med beskrivende attributter.

#### 3.4.2 TerminalEdge

Dette objekt er konstrueret for at beskrive de fysiske strækninger internt i terminalen. Objektet består af seks *Subtypes*, hvis opdeling er inspireret af PSAM. Nedenstående tabel består af de seks *Subtypes* og indeholder således resultater præsenteret i PSAM, der er lettere modificeret efter danske forhold.

De seks *Subtypes* modellerer hver sin type af terminalstrækninger og gennemgås efterfølgende:

Type af Terminalnetværk – defineret som <i>Subtypes</i>	Antal af målinger	Anvendt ganghastighed for <i>free flow</i> (meter/min)	Anvendt ganghastighed for <i>capacity</i> (meter/min)
Passageway	679	82.26	36.75
EscalatorUp	611	53.58	43.93
EscalatorDown	692	63.16	43.97
StairwaysUpDown	696	54.94	30.83
WalkwayLeadingToEscStair	710	68.73	18.69
Platform	742	74.75	34.73

**Tabel 1: Udvalgte resultater fra PSAM**

- *Passageway*: Den generelle modelleringsstrækning internt i terminalen. Anvendes til at modellere både passager og rumlige terminalområder
- *EscalatorUp*: Rulletrapper i opadgående retning
- *EscalatorDown*: Rulletrapper i nedadgående retning
- *StairwaysUpDown*: Ordinære trapper i begge retninger
- *WalkwayLeadingToEscStair*: Tilgangsveje til og fra ordinære trapper og rulletrapper. Disse kan optræde som sluser i forbindelse med modelleringen
- *Platform*: Perroner i forbindelse med jernbanetrafik

#### 3.4.3 ConnectEdge

Dette objekt er konstrueret som en forbindelse mellem *TerminalJunctions* og *Stop* objekter. Deres væsentligste funktion er at modellere fordelingen af passagerers ind og udstigning af tog langs perronen. Dette gøres under hensyntagen til at interaktionen med toget sker i den ende, der er optimal i forhold til passagerens ærinde i terminalen.

## 4 RESULTATER

De fremkomne resultater i forbindelse med udarbejdelsen og afprøvningen af terminalmodellen kan inddeles i tre grupper.

1. Konstruktion af terminalmodel
2. Aggregeringsniveauer i modellen
3. Efterprøvning af terminalmodellen

Disse resultater gennemgås enkeltvis i de kommende afsnit

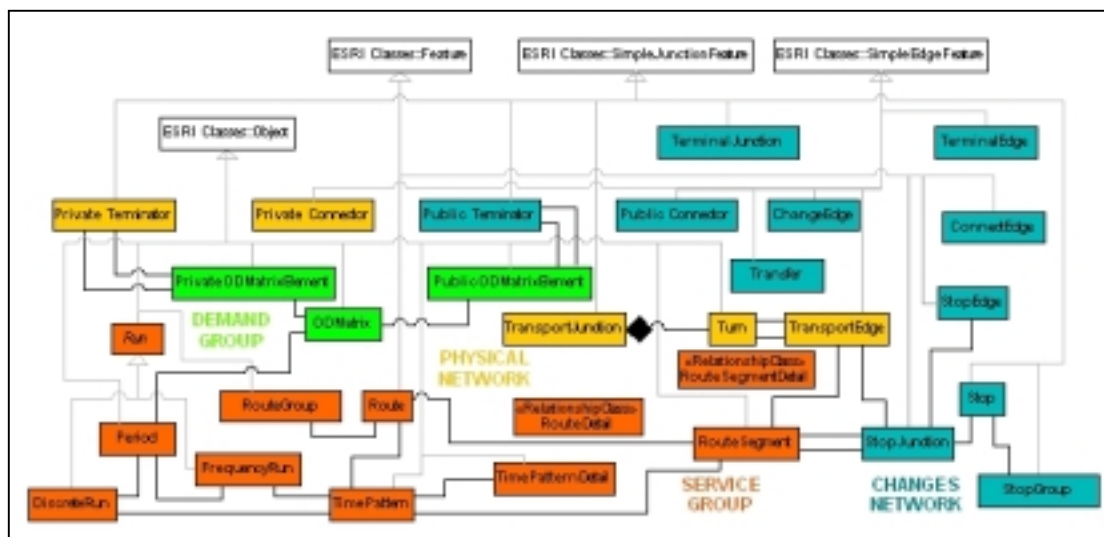
### 4.1 Konstruktion af terminalmodel

Tilpasningen af terminalmodellen til TOP har medført en mængde delresultater, hvoraf de vigtigste præsenteres i dette afsnit. Disse resultater er konceptuelle og relaterer sig hovedsageligt til konstruktionsfasen.

Den konceptuelle tilpasning af terminalmodellen i TOP er illustreret ved hjælp af figur 1. Den viser nedarvingsforholdene for de objekter, der er defineret i TOP og terminalmodellen samt hvilke relationelle forbindelser, der er konstrueret mellem de enkelte objekter.

Som det kan ses nedarver de konstruerede objekter fra kun fire ESRI klasser. Af disse er *SimpleJunctionFeature* og *SimpleEdgeFeature* begge *Network Features* således at de objekter, der nedarver fra en af disse klasser indgår i et geometrisk netværk.

Tilsvarende er de objekter der nedarver fra ESRI klassen *Feature* geografisk relateret uden dog at indgå i et geometrisk netværk. Endelig er de objekter, der nedarver fra ESRI klassen *Object* repræsenteres udelukkende af en database (tabel) og de er således ikke geografisk repræsenteret.



Figur 1: Oversigt over objekters sammenhænge

Farvekoden for det enkelte objekt refererer til den konceptuelle opdeling, der indgår i TOP's konstruktionsfase. Selve baggrunden for konstruktionen af TOP lægges der ikke stor vægt på i forbindelse med denne artikel, men der kan henvises til Nielsen, m.fl. (2001), hvis dette aspekt ønskes uddybet.

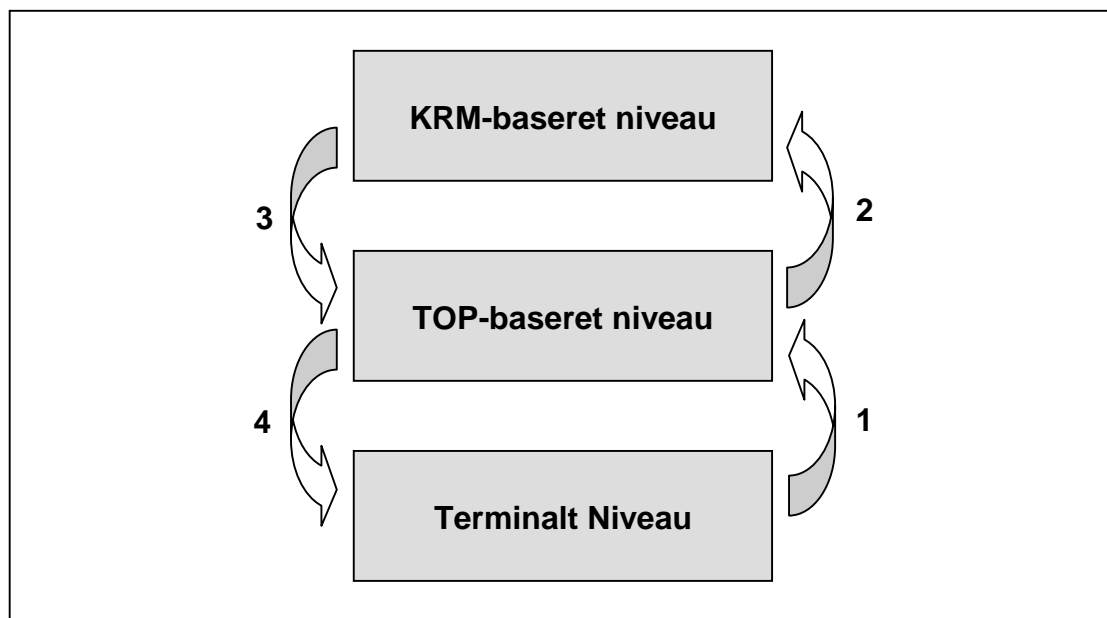
## 4.2 Aggregeringsniveauer i terminalmodellen

Som tidligere nævnt er der implementeret tre aggregeringsniveauer i terminalmodellen. Definitionen af disse aggregeringsniveauer er et vigtigt delresultat, dels for forståelsen af terminalmodellens opbygning og dels i forbindelse med datatilpasning imellem de tre aggregeringsniveauer.

Datatilpasningen mellem aggregeringsniveauerne fungerer ved hjælp af *converters*. Figur 2 viser hvilke fire *converters*, der muliggør implementeringen af de tre aggregeringsniveauer i terminalmodellen. De fire *converters* berøres kun konceptuelt i forbindelse med denne artikel.

### 4.2.1 Aggregerings converters

De to aggregerings *converters*, på figur 2 benævnt ved 1 og 2, har som formål at omskrive data fra et niveau til et højere aggregeret niveau. Formålet med disse *converters* er altså at beskrive en kompleks datamængde, med en mindre kompleks datamængde.



**Figur 2: Sammenhæng mellem aggregeringsniveauer**

#### 4.2.1.1 Converter 1

Denne *converter* omskriver data beskrevet på det terminale niveau til data beskrevet på det TOP-baserede niveau. Kernepunktet i denne *converter* er at omdanne det interne terminalnetværk, og data tilknyttet dertil, til *StopGroup* strukturen på det TOP-baserede niveau.

Da placeringen af de *Stop*, der indgår på begge aggregeringsniveauer er den samme, gøres konverteringen mellem niveauerne nemmest ved en kodeopbygning, der automatisk opretter et *StopGroup* element og dernæst dels forbinder *Stop*objekter, eksempelvis inden for en given radius, til *StopGroup* elementet og dels indbyrdes forbinder de definerede *StopGroups* ved hjælp af *Transfers*.

#### 4.2.1.2 Converter 2

*Converter 2* har som formål at omsætte data beskrevet på det TOP-baserede niveau til data beskrevet på det KRM-baserede niveau. I forbindelse med konstruktionen af denne *converter* implementeres følgende funktionaliteter:

- Indledningsvis skal de enkelte *Stopobjekter* på det TOP-baserede aggregeringsniveau indordnes under den *StopGroup*, hvortil de er tilknyttet. Dette skal forstås således at det enkelte *Stopobjekt* indeholdende tilhørende data opsluges geografisk set af den tilknyttede *StopGroup*
- Dernæst konstrueres centroidepunktet udspændt af de *StopJunction* elementer, der repræsenterer *Stopobjekterne* på det TOP-baserede aggregeringsniveau. Dette fungerer som *StopJunction* for *StopGroup* objektet på det KRM-baserede aggregeringsniveau
- Endelig sammensluttes den netop konstruerede *StopJunction* for *StopGroup* objektet på det KRM-baserede aggregeringsniveau med den nærmeste *TransportJunction* i det anvendte transportnetværk

#### 4.2.2 Disaggregerings converters

De to disaggregerings *converters*, på figur 2 benævnt henholdsvis 3 og 4, har som formål at omskrive data fra et niveau på et lavere aggregeret niveau. Disse *converters* beskriver altså mindre komplekse data med mere kompleks data.

##### 4.2.2.1 Converter 3

Denne *converter* omskriver data fra det KRM-baserede aggregeringsniveau til det TOP-baserede aggregeringsniveau. *Converter 3* indeholder derfor funktionaliteter, der svarer til dem der blev præsenteret i forbindelse med *converter 2*, blot skal de implementeres i modsat rækkefølge.

##### 4.2.2.2 Converter 4

*Converter 4* har som overordnet formål at omskrive data fra det TOP-baserede aggregeringsniveau til det terminale aggregeringsniveau, hvilket svarer til de inverse egenskaber for *converter 1*. Kardinalpunktet for denne *converter* er at implementere det interne terminalnetværk.

Den største forhindring i automatiseringen af denne *converter* er at datamaterialet, der beskriver det interne terminalnetværk, ikke eksisterer og således skal konstrueres selvstændigt for hver terminal.

### 4.3 Efterprøvning af terminalmodel

Indledningsvis blev det nævnt at efterprøvningen af terminalmodellen har anvendt Valby station som empirisk grundlag. Figur 3 præsenterer ét af de resultater, der fremkom da terminalmodellen blev anvendt på stationen. Den pågældende modellering viser et optimalt skift fra et fjerntog med retning mod København til en bus på terminalens sydlige busholdeplads.

Tabel 2 indeholder dels en oversigt over hvilke objekttyper, der indgår i modelleringen af ruten samt hvor stor en andel af den samlede tid der foretages på hver objekttype. Endvidere indeholder tabellen værdier for skiftetiden i en optimal skiftesituation (*free*



flow) og en myldretids situation (*capacity*). Endelig angives det om der er forskelle i skiftetiden afhængigt af retningen for ruten.



**Figur 3: Efterprøvning af terminalmodel**

Forklaringen på resultaterne kan splittes op i tre dele:

1. Rutevalg – som det ses på figur 3 er rutevalget det samme for skift mellem punkterne A og B uafhængigt af optimeringskriteriet.
2. Optimeringskriterium – Valget af optimeringskriterium har stor betydning for skiftetiden. Skiftetiden for skiftet fra A til B er 87 sek. for *free flow* og 207 sek. for *capacity*.
3. Skifteretning – Valget af retning har en lille betydning for skiftetiderne for begge optimeringskriterier. Dette skyldes at den angivne hastighed for Subtypen StairWayUpDown er differentieret i henhold til retningen således at hastigheden modelleres lavere når det går ”op ad trapper” sammenlignet med ”ned ad trapper”

FreeFlowTerminalTime - units in seconds							
	Way of Path	Time at Transfers	Time at ChangeEdges	Time at TerminalEdges	Total Free Flow Travel time	Total Capacity Travel time	Bilag
Path 3	A ⇒ B	0	0	87	87	207	7.4
	B ⇒ A	0	0	84	84	192	
CapacityTerminalTime - units in seconds							
Path 3	A ⇒ B	0	0	207	207	87	7.4
	B ⇒ A	0	0	192	192	84	

**Tabel 2: Resultater fra efterprøvningen af terminalmodellen**

## 5 KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

Formålet med artiklen har været at anskueliggøre konstruktionsprocessen i forbindelse med udviklingen af terminalmodellen. Denne model er anvendelig til at modellere passagerbevægelser og rutevalg internt i kollektive trafikterminaler.

Basis for konstruktionen af terminaludvidelsen til TOP er ArcGIS version 8.1 og endvidere er Visio2000 anvendt i konstruktionsfasen af objekterne

Hovedkonklusionen på projektet er at det har vist sig muligt at konstruere en terminalmodel, der dels strukturelt er tilpasset TOP og dels anvendelig i forbindelse med modelleringen af rutevalg for passagerer.

### 5.1 Opsummering

De væsentligste opgaver i forbindelse med konstruktionen af terminalmodellen har været at:

- Specificere nogle aggregeringsniveauer for den konstruerede terminalmodel, således at denne kan tilpasses flere modelleringsniveauer.
- Konstruere de enkelte objekter, samt tilhørende geometriske netværk.
- Dokumentere anvendeligheden af den konstruerede terminalmodel,

### 5.2 Generelle resultater

Det er muligt at konstruere en terminalmodel, der inspireret af TOP, kan beskrive passagerers rutevalg i kollektive trafikterminaler. Det skal dog anføres at konstruktionsfasen af en version af terminalmodellen, der er fuld brugbar på alle aggregeringsniveauer kræver yderligere en del kodearbejde med at konstruere de i projektet nævnte *converters*.

Anvendeligheden af terminalmodellen er i dette projekt begrænset til at modellere bevægelser mellem objekter, der indgår i *Changes Network*, hvilket vil sige det geometriske netværk, der modellerer skift mellem kollektive trafikmidler. Modelleringen af sammenhænge mellem de i projektet definerede geometriske netværk er kompleks, da ArcGIS v. 8.1 strukturen ikke tillader at ét objekt indgår i flere geometriske netværk.

Anvendelsen af PSAM som datamateriale til at beskrive tidsomkostningen ved skift i kollektive trafikterminaler har vist sig at være udmærket. Helt specifikt er angivelsen af myldretidshastigheder for strækninger i terminalnetværket ikke sammenlignelig til dansk standard, da disse hastigheder vurderes til at være noget mindre end de reelle ganghastigheder for passagerer i danske terminalnetværk. Årsagen til dette skal formodentlig ses i lyset af at passagerbelastningen på det terminalnetværk, hvortil PSAM er konstrueret, er noget højere end i Danmark.

### 5.3 Perspektiver

Fordelen ved den udviklede objektorienterede datamodel for terminaler er bl.a. muligheden for fleksibelt at arbejde på forskellige aggregeringsniveauer.

Fokus i nærværende arbejde har primært været persontrafik, hvor modellen kan danne grundlag for mere fleksible modeller på flere aggregeringsniveauer, f.eks. håndtering af

fjernoplade, centrale regioner, samt detailmodellering af bestemte terminaler inden for samme model. I forbindelse med forskellige forskningsprojekter på CTT, arbejdes med udvikling af rutevalgmodeller for passagerer, der vil kunne nyttiggøre en sådan model til trafikmodeller.

Den udviklede model kan også danne grundlag for interaktion mellem modeller. F.eks. hvor en model for København interagerer med en model for Øresundsregionen, der måske igen interagerer med en model for Skandinavien. Et sådan hierarki er relevant for persontrafik, men måske i særlig grad for godstransport, hvor andelen af lange ture er større. Her udgør terminal omkostninger en betydelig del af de samlede omkostninger af transporter (målt i håndteringsomkostninger, lageromkostninger og tid), hvorfor en detaljeret beskrivelse af terminaler er central.

## 6 REFERENCER

Grevy, Bo; Frederiksen, Rasmus Dyhr; Israelsen, Thomas; Skriver, Jacob; Brun, Bjarke; Poulsen, Martin & Nielsen, Otto Anker (2001). TOP – Erfaringer, Effektivisering og videre projekter. **Trafikdag på AUC**. Supplementsrapport, pp. 133-142.

K. F. Hansen, Jesper (2002). **GIS baseret objektmodel for kollektive trafikterminaler i multimodale netværk**. Eksamensprojekt, CTT/DTU.

Nielsen, Otto Anker; Filges, Dorte; Sørensen, Majken; Brix, Jens. København-Ringsted Trafikmodellen. **Trafikdag på AUC**. Vol. 1, pp. 55-72 (præsenteret i 1999)

Nielsen, Otto Anker; Brun, Bjarke; Frederiksen, Rasmus Dyhr; Grevy, Bo; Israelsen, Thomas; Poulsen, Martin & Skriver, Jacob (2001). Intelligent management of multi modal network data. **Twenty-first Annual ESRI (Environmental Systems Research Institute) International User Conference**. San Diego, July.

Nielsen, Otto Anker & Frederiksen, Rasmus Dyhr (2001). Rule-based, object-oriented modelling of public transport systems – A description of the Transportation Object Platform. **9<sup>th</sup> World Conference on Transportation Research (WCTR)**, Pre-prints, session D1-01, 23/7. Seoul, Korea.

Lee, Jodie Y, S, & Lam, William H.K. (2001): Pedestrian Simulation-Assignment Model for Hong Kong Mass Transit Railway Stations (PSAM). **9<sup>th</sup> World Conference on Transportation Research (WCTR)**, Pre-prints, Seoul, Korea.

Lam, W.H. K & Cheung, C. Y (1999): Pedestrian Travel Time Function for the Hong Kong Underground Stations-Calibration and Validation. **Journal of Advanced Transportation**, vol. 32 No. 3 – Fall/Winter 1998

Batley, Richard P. & Clegg, Richard G. (2001): Driver Route and Departure Time Choices: The Evidence and the Models. **Fra et endnu ikke udgivet paper, der kan downloades på: <http://gridlock.york.ac.uk/route/docs/utsg2001.doc>**