

# Beregning af udbudsvariable i godstransport

Jens Møller-Pedersen, TetraPlan ApS

Modeller for godstransport på bane fokuserer normalt kun på rejsetid og pris, og de baseres oftest på en frekvensbaseret beskrivelse af linjerne frem for de specifikke køreplaner. I forskningsprojektet "*Godstransport og Kvalitet*", udført for Transportrådet, er der udviklet en model, der udover pris og rejsetid også modellerer skades- og forsinkelsesrisiko for simulerede lastbil- og banetransporter. I denne artikel behandles kun simulation af banetransporter.

Modellen benytter de aktuelle køreplaner, hvorfor det er muligt at registrere nøjagtige ankomst- og afgangstider til rangerpladser og terminaler. Det antages, at forsinkelsesrisikoen afhænger af skiftetiden, og modellen kan derfor bl.a. bruges til at vise hvorledes rejsetiden afhænger af, hvor lang skiftetid der er nødvendig for at overflytte en godsvogn fra et tog til et andet. Ydermere giver anvendelsen af køreplaner mulighed for at modellere rejsetidens afhængighed af afsendelsestidspunktet.

En af konklusionerne på projektet er, at det er lykkedes at udvikle og afprøve algoritmer, der har muliggjort, at parametrene forsinkelse og skadesrisiko kan inddrages direkte i transportanalyser, der ellers typisk er udført alene ved hjælp af transporttid og omkostninger. Herved er der åbnet mulighed for en mere præcis beskrivelse af de enkelte transportmidlers stærke og svage sider. Der tilbagestår imidlertid, dels et udviklingsarbejde vedrørende de øvrige kvalitetsfaktorer, dels et arbejde med at fastlægge nuværende og forventede fremtidige karakteristika vedrørende forsinkelse og skadesrisiko. Endelig er der stadig uløste matematiske problemer i forbindelse med raffinering og justering af de anvendte algoritmer.

De gennemregnede eksempler påviser en betydelig tidsmæssig gevinst af at effektivisere terminal- og rangeringsophold for skemalagt trafik. Derimod kan de gennemregnede eksempler ikke påvise væsentlige effekter af at nedbringe risikoen for skader i terminaler. Det sidste skyldes sandsynligvis, at der endnu er for lidt viden om omfanget af skader i terminaler og forskelle mellem terminalerne.

## **Analyse og resultater**

I forhold til forskningsprojektet "*Godstransport og Kvalitet*" er antallet af kvalitetsfaktorer, der betragtes indsnævret. Den vigtigste grund var, at kvalitetsfaktorerne skulle kunne relateres til den fysiske infrastruktur. De behandlede kvalitetsfaktorer (herefter betegnet som udbudskaraktistika eller udbudsvariable) er derfor:

- Transporttid
- Pålidelighed/forsinkelse
- Skadesrisiko
- Transportpris/transportomkostninger

Brug af matematiske modeller forudsætter, at de beskrevne udbudsvariable kan fastlægges med udgangspunkt i rationelle, deterministiske valg. Da valg af transport sjældent opfylder dette kriterium, søger de matematiske modeller at beskrive en virkelighed, der ikke findes. Det giver i sig selv en betydelig usikkerhed ved brug af disse modeller. Imidlertid indgår udbudsvariable som et væsentligt led i enhver formalistisk vurdering af godstransportens udvikling, og derfor er det alligevel af interesse at søge frem mod en fornuftig beskrivelse af

de nævnte udbudskarakteristika. Der tages udgangspunkt i den traditionelle beskrivelse af net baseret på knuder, reelle strækninger, samt for liniebaserede net, liniebeskrivelser og sammenkoblinger.

Modellering af udbudskarakteristika forudsætter derfor, at der foreligger:

- Simplificeret beskrivelse af infrastrukturnet.
- Beskrivelse af køreplan (trafikering).
- Parametre, der kan beskrive udbudsvariable som funktion af infrastruktur og trafikering
- Algoritmer, der kan beregne udbudskarakteristika for givne transportere

De resultater, der er mulighed for at beregne, omfatter udbudskarakteristika for enkelte transportere i givne relationer. Det vil også være muligt at belyse den indflydelse, ændring af betjeningsforhold og service har på rutevalg og udbudsvariable.

I forskningsprojektet blev der opstillet infrastrukturnet og trafikering for banenet og lastbilnet. Udgangspunktet for de gennemregnede eksempler er transport af en enhedslast på henholdsvis vejnet og banenet. I jernbanenettet betragtes en transport bestående af 2 6,12 m veksellad, svarende til 2 tyve fods enheder (TEU).

### ***Beskrivelse af model for udbud***

Opbygning af en model forudsætter dels et indgående kendskab til det system, der skal modelleres, dels en klar beskrivelse af de resultater, modellen forventes at producere. Derfor er det nødvendigt at kende de enkelte systemdeles funktionsmåde hver især, men også hvorledes de hænger sammen og påvirker hinanden. En vigtig del af processen omkring opbygning af en model er derfor indsamling af data, der beskriver de forhold, der skal indgå i modellen.

I forbindelse med dette projekt er der søgt opbygget en model, hvor information om transportkøbernes opfattelse af det samlede transportforløb sammenkædes med detaljerede oplysninger om de enkelte transportnetværk og deres betjeningsmæssige karakteristika. Problemet er ikke trivielt, fordi en række af de udsagn, der eksisterer om det samlede transportforløb er meget vanskelige at forbinde med netkarakteristika. Eksempelvis er en skadesrisiko på en transport på 2 0/00 vanskelig at omsætte til en skadesforekomst på strækninger og i knuder i et net, selvom der kan peges på mulige lokaliteter, hvor skade optræder med større hyppighed end andre steder. Der er derfor behov for at opstille hypoteser om transportforløbets sammenhæng med netkarakteristika.

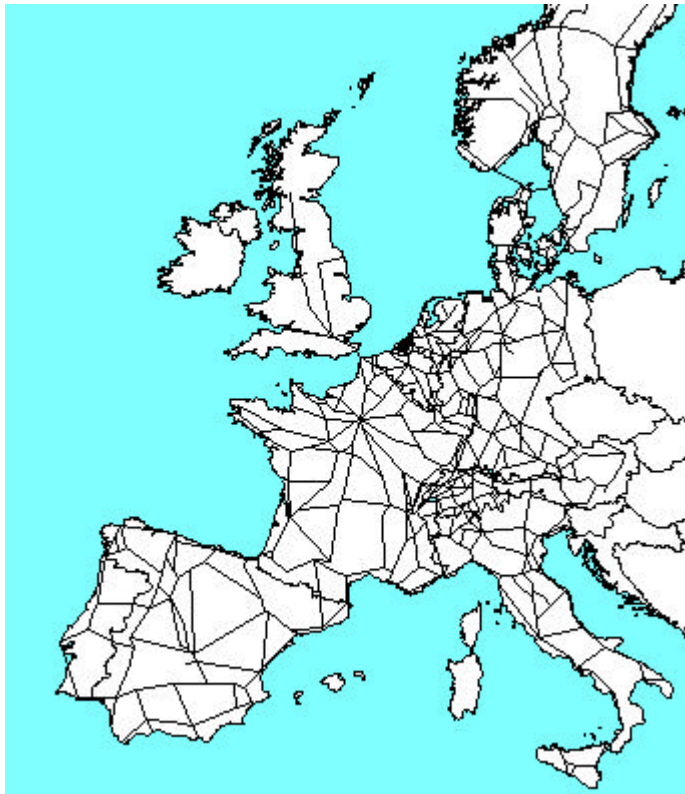
Udbudskarakteristika for en enkelt transport skal ofte sammensættes af elementer, der relaterer sig til flere forskellige transportnet, men i dette projekt har fokus været rettet mod transportere, der kan gennemføres i kun ét transportnet. Desuden indgår konsolidering af gods fra stykgodspartier til hele læs ikke i de udviklede modeller.

Den udviklede udbudsmodel sigter mod at beskrive de nævnte udbudsvariable for transportere mellem Norden og Kontinentet.

I forbindelse med opstilling af net og algoritmer til beregning af de heraf afledte udbudskarakteristika skal der også foretages valg i forhold til segmentering af udbudsmodellerne. Det til rådighed værende datamateriale har kun åbnet mulighed for at se på henholdsvis højværdivarer og lavværdivarer. Med hensyn til segmentering mellem transportbesluttere åbner modellen mulighed for at vurdere priser (transportkøbere) og omkostninger (transportører).

## Beregningsnet

De i tilknytning til zonesystemet opstillede beregningsnet omfatter de vigtigste veje, baner og vandveje for trafikken mellem Skandinavien og Kontinentet. Nettets detaljeringsgrad svarer til, at trafikstrømmene og de tilhørende udbudskarakteristika mellem de enkelte zoner i Skandinavien og de enkelte zoner på Kontinentet skal kunne beskrives med rimelig præcision. Beregningsnettene omfatter derfor alene vigtige hovedveje og hovedbaner, og det er kun de vigtigste terminaler, der er medtaget i beregningsnettene.



Figur 1: Beregningsnet for banetransporter.

De typer af data, som beregningsnettene omfatter er nærmere beskrevet i bilagsrapporten ”Anvendelse af beregningsmodel til beskrivelse af kvalitetsfaktorer”, hvor det også diskuteres, hvorledes man kan opstille net med den nødvendige detaljeringsgrad for overordnede vurderinger af transportforløb.

Det skal understreges, at projektet helt overvejende har beskæftiget sig med udbudsanalyser og modeller for liniebaserede transportnet.

I klassiske udbudsmodeller baseret på liniebaserede transportnet fokuseres der i almindelighed kun på rejsetid, pris og frekvens. Skiftetider mellem linjer udregnes som en funktion af de to relevante linjers frekvenser. Sådanne liniebaserede transportnet betegnes frekvensbaserede transportnet i modsætning til de køreplansbaserede transportnet, der arbejdes med i nærværende projekt. Der er flere grunde til, at det er fordelagtigt at basere analysen på køreplansbaserede transportnet.

I et køreplansbaseret transportnet er det muligt at beskrive faktiske transportforløb inklusive skemalagte tilslutninger mellem de forskellige linier i nettet. Det er ligeledes muligt at variere en køreplan hen over ugen, som det ofte er tilfældet i virkeligheden. Det er desuden forventeligt, at der er en sammenhæng mellem forsinkelsesrisiko og skiftetid mellem linier. I

et køreplansbaseret net kan man finde skiftetiden nøjagtigt, mens dette ikke er muligt i et frekvensbaseret transportnet. Det kan også nævnes, at det i et køreplansbaseret net er muligt at regne på rentabiliteten af hver enkelt afgang, og ikke kun rentabiliteten af den enkelte linje.

## **Udbudsmodeller**

Modellering af udbudskaraktistika på grundlag af netdata og udbudsparametre forudsætter en grundig analyse af, hvorledes udbudskaraktistika kan beskrives, hvilke dataelementer der indgår i en sådan beskrivelse, samt hvorledes forskellige dataelementer kan kombineres til en egentlig udbudsbeskrivelse. Det er imidlertid en forudsætning for de udbudsmodeller, der arbejdes med i nærværende notat, at de er baseret på rationelle, deterministiske valg.

Den grundlæggende idé i beregningsmodellerne er, at oplysninger i de opstillede beregningsnet om infrastruktur, køreplaner og tilhørende udbudsparametre omformes til egentlige udbudsdata ved at sammenkæde dataelementerne til zone-til- zone størrelser. Dataelementerne omformes ved at finde én eller flere ruter gennem nettet og fastlægge udbudskaraktistika langs disse ruter.

Udbudsmodellerne, der arbejdes med i nærværende projekt, er alle baseret på, at udbudskaraktistika beregnes langs den rute, der minimerer en *generaliseret omkostning*, d.v.s. alt-eller-intet efter ruten med de mindste omkostninger (Dijkstras algoritme). Den generaliserede omkostning kan omfatte alle de omkostningselementer, der er med til at beskrive valget af den bedste rute. Vægten hvormed de enkelte udbudsvariable indgår i omkostningen er blandt andet blevet fastlagt ved hjælp af SP-analyser.

Undersøgelsen af transportkøbernes præferencer har givet en indikation af den økonomiske vægt de enkelte udbudsvariable kan tillægges for højværdigods og lavværdigods. Denne vægt kan multipliceres med den beregnede værdi af udbudsvariablen og dermed angive betydningen i forhold til de andre udbudskaraktistika.

Alle udbudskaraktistika beregnes langs den optimale rute (dvs. den rute, der har den mindste generaliserede omkostning). Transporttid, omkostninger og pris summeres langs denne rute, mens forsinkelsesrisiko og skadesrisiko fastlægges ved hjælp af andre metoder.

I det følgende gives en kort beskrivelse af de omtalte udbudskaraktistika.

### *Transporttid:*

Denne findes som summen af rejsetid på strækninger, skiftetid i knuder og håndteringstid i terminaler. Transporttiden for banetransport er afhængig af de foreliggende køreplaner, der er angivet på et detaljeringsniveau svarende til nettets omfang, og de transporter, der skal belyses. Tidsforbrug i forbindelse med for- og eftertransporter er ikke medtaget for banetransporter.

### *Transportpris:*

Udbudsmodellen kan beregne såvel transportpris som transportomkostninger. Transportprisen ved at transportere en enhedslast opgøres baseret på en pris pr. kilometer tillagt ekstraordinære turomkostninger, herunder færgespriser. Transportprisen findes derfor ved at summere prisen pr. strækning i det samlede transportforløb. Transportprisen er bestemt dels på grundlag af de ovenfor nævnte transportkøberinterview, dels på aktuelle priskuranter og tariffer. Transportprisen indgår i udtrykket for den generaliserede omkostning.

For banetransport er der fastlagt længdeafhængige omkostninger for transport af en jernbanevogn med 2 veksellad. Omkostningerne er skønnet, da der ikke foreligger en

systematisk metode til beregning af disse. Udgangspunktet har dog været et godstog med en samlet last på 50 TEU. Desuden er der for banetransport medtaget omkostninger i forbindelse med terminalhåndtering og rangering i knuder og terminaler. Det skal også nævnes, at færgetransport og evt. passage af Storebælt omkostningsvurderes særskilt.

Priser og omkostninger til for- og eftertransport er ikke medtaget i modellen. Det betyder, at det ikke er muligt direkte at sammenligne de beregnede priser med kendte priser for eksempelvis lastbiltransporter. Derimod kan modellen anvendes til at vurdere effekten af ændringer i pris- og omkostningsstruktur for jernbanetransporten.

#### *Skadesrisiko:*

Skader kan forekomme mange steder i beregningsnettene, og det er svært at stedfæste præcist, hvor de opstår. For banetransporter sker 70% af skaderne i forbindelse med håndtering, mens kun ca. 30% af skaderne kan henføres til forhold under kørslen.

Modellen for skadesrisiko er baseret på summation af logaritmen til sandsynligheden for skade. Da der ikke foreligger oplysninger om forskelle mellem skadesrisiko i forskellige terminaler i banenettet, er der antaget samme skadesrisiko for skift, henholdsvis løft for alle terminaler, samt en skadesrisiko pr. strækning, der er den samme pr. km.

På trods af de simple forudsætninger opstilles der herved en metode som åbner mulighed for vurdering af skadesforløb i udvalgte relationer ved ændrede transportforudsætninger, eksempelvis færre terminalbesøg, bedre ruteplanlægning, o.s.v.

Værdierne for skadesrisiko pr. knude og strækningsenhed er fastsat, således at den beregnede risiko stort set svarer til det i SP-analysen fundne. Fordelingen mellem skader på strækninger og i terminaler er baseret på de skøn, der er nævnt ovenfor.

#### *Forsinkelsesrisiko:*

Forsinkelsesrisiko kan opfattes som sandsynligheden for, at en transport bliver forsinket eller ej. I dette begreb indgår der derfor ikke nogen vurdering af, hvor stor forsinkelsen i givet fald er.

For jernbanetransport arbejdes med begrebet *pålidelighed*. I et køreplansbaseret net kan dette opfattes som et mål for, hvor robust en given rute er for forsinkelser undervejs. Ved kun at se på de forsinkelser, der fører til, at en afgang ikke nås, kan pålidelighed fastlægges ved at opfatte forsinkelser som binomiale (ja/nej) hændelser på strækninger og i knuder, hvor der foretages skift.

Pålidelighed i knuder fastlægges som sandsynligheden for, at et skift går godt i knuden, d.v.s. sandsynligheden for, at en transport ankommer til knuden i tide, således at godset når en tilsluttende forbindelse. Denne sandsynlighed beregnes dels på grundlag af en strækningsrelateret forsinkelsesrisiko, der antages at være længdeafhængig, dels af en risiko for forsinkelse i knuden, der er en funktion af ankomst- og afgangstid i knuden. I udgangspunktet er det antaget, at sandsynligheden for at undgå forsinkelse er 90% ved 3 timers ophold i knuden. Herefter er forsinkelsesrisikoen på banenettets strækninger justeret, så den samlede forsinkelsesrisiko svarer til det, der er anført af transportkøbere og transportører i SP-analysen.

På grundlag af den valgte måde at fastlægge forsinkelsesstruktur for banenettet kan det beregnes, at den skiftetid, der giver de mindste generaliserede omkostninger, er henholdsvis 6,5 og 7 timer for lavværdigods og højværdigods respektive.

## **Beregningsmetoder og resultatpræsentation**

I dette projekt er der blevet udarbejdet en beregningsmodel der, baseret på resultater fra SP-analysen og netkarakteristika, kan finde den fra en brugers synspunkt bedste rute for vej- og banetransport med tilhørende udbudskarakteristika (rejsetid, transportpris, transportomkostninger, skadesrisiko og pålidelighed) for transporter mellem zoner i Norden og zoner på Kontinentet.

Udbudsmodellen er programmeret i C++, mens brugerfladen er implementeret i et Excel regneark, hvor de opstillede databaser er repræsenteret som enkeltark. Der er implementeret makroer, der automatiserer de handlinger, der skal foretages i forbindelse med en beregning.

I beregningsmodellen er der indlagt koefficienter for henholdsvis vejgods, samt høj- og lavværdigogods, der kan omsætte beregnede transporttider, forsinkelsesrisici og skadesrisici til monetære størrelser. Nedenfor er vist de beregnede koefficienter for banetransport.

	LAVværdigods	HØJværdigods
Tidsværdi (DKK/time)	22,7	45,4
Transportpris (DKK)	1,0	1,0
Skadesrisiko (DKK/promille)	181,3	242,5
Forsinkelsesrisiko (DKK/procent)	22,7	198,9

*Tabel 1: Koefficienter til beregning af monetære enheder for banetransport*

## **Resultater**

Beregningsmodellen er anvendt til at beregne udbudskarakteristika for godsforsendelser med bane i følgende 5 relationer:

- Tåstrup - Bochum Langendorf
- Tåstrup - Bologna
- Göteborg - Rotterdam
- Borlänge - Bochum Langendorf
- Borlänge - Bologna

For hver relation er udbuddet beregnet for en morgen- og en eftermiddagsforsendelse for hver enkelt ugedag, altså 14 transporter pr. relation. De i alt 70 transporter med jernbane, som udbudskarakteristika er beregnet for, er anskueliggjort i figur 5.4.

Banetransporterne i hver enkelt relation følger forskellige ruter, afhængig af hvilken ugedag og hvilket tidspunkt man ser på. Ruterne igennem banenettet afhænger af de enkelte banelinier og forbindelserne imellem dem.

Køreplanen, der er anvendt for beregning af udbudskarakteristika for banenettet, forudsætter, at Storebæltsforbindelsen er operationel, for så vidt angår øst-vest trafik i Danmark, mens alle internationale linier herunder også de internationale linier nord-syd gennem Danmark (Nordic Link og DanLink) er baseret på 1995-køreplanen.



Figur 2: Rutevalg i banenettet for højværdigods

Banetrafikken i de 5 udvalgte relationer benytter 4 forskellige ruter til Tyskland, og hvilken der er mest attraktiv, afhænger af afsendelsestidspunktet og typen af gods. Afhængigheden af afsendelsestidspunktet ville ikke kunne modelleres i en frekvensbaseret model. Det anvendte link-linie koncept illustrerer derfor den større præcision, der opnås ved at arbejde med faktiske køreplaner.

I den efterfølgende tabel 2 er vist typiske beregningsresultater for de fastlagte udbudsvariable.

Bane Højværdigods	Pris i DKK	Transporttid Døgn:Timer	Forsinkelses risiko	Skadesrisiko (promille)
Tåstrup-Bochum	2986	1:07	1,7%	2,9
Tåstrup-Bologna	8281	2:09	3,0%	4,3
Göteborg-Rotterdam	5885	3:06	2,3%	6,4
Borlänge-Bochum	5063	2:14	2,4%	5,6
Borlänge-Bologna	10357	3:02	5,1%	6,0

Tabel 2: Beregnede udbudsvariable

Det kan nævnes, at den største forskel mellem det beregnede rutevalg for høj- og lavværdigods på bane er, at lavværdigodset i højere grad vælger de billige ruter, og derfor er Nordic Link ikke attraktiv for lavværdigodset.

Det kan også nævnes, at forsinkelsesrisiko har en betydelig indflydelse på valget af rute i banenettet, idet der i basissituationen sigtes på at undgå forbindelser med meget kort skiftetid, da kort skiftetid giver anledning til en høj forsinkelsesrisiko.

Skadesrisikoen har ikke nogen betydning for rutevalget, da den anslåede skadesrisiko er den samme for alle knuder, hvilket betyder, at det kun bliver turens længde og antal skift, der influerer rutevalget. Selv ved ændring af skadesrisiko i enkelte terminaler ændres rutevalget ikke.

Som eksempler på anvendelsen af modellen er udbudskarakteristika for banetransporter beregnet under forskellige forudsætninger. Figur 3 viser effekten af at ændre på forsinkelserisikoen i knuder med skift. Det er antaget, at banerne er blevet betydeligt bedre til at håndtere skiftene, således at chancen er 90% for ingen forsinkelse ved en skiftetid på 1 time.



Figur 3.: Rutevalg for banetransporter ved ændrede forsinkelserisikoesantagelser

I forhold til basissituationen i figur 2 ses det, at DanLink ruten er blevet mere attraktiv sammenlignet med de direkte ruter fra Sverige til Tyskland. Det skyldes, at DanLink er baseret på en meget effektiv jernbanetransport, hvor der er gjort meget for netop at minimere skiftetiden mellem tilsluttende linier.

### **Anvendelsesmuligheder for beregningsmodel**

Den udviklede model for beregning af udbud vil kunne anvendes ved vurdering af forslag til ny eller ændret infrastruktur eller vurdering af ændret transportudbud. Modellen kan derfor bygges ind i en mere omfattende evalueringsmodel, eller modellen kan anvendes som en enkeltstående udbudsvurderingsmodel.

Som det er påpeget, er den aktuelle viden om udbudskarakteristika begrænset. Det betyder, at modellen løbende vil kunne forbedres i det omfang, der systematisk indsamles data, der kan forbedre parameterestimater og beregningsresultater.

Modellen er først og fremmest udviklet som et eksempel på, hvorledes det er muligt at arbejde med køreplanbaserede beregningsnet og algoritmer. Det betyder derfor, at modellens anvendelsesområder retter sig meget mod køreplanbaserede operatører. I det følgende er der beskrevet nogle af de muligheder, modellen omfatter.



### *1. Vurdering af heltogsløsninger*

Ved hjælp af modellen kan det undersøges, hvilken effekt en ny heltogsløsning kan have i en given relation. Modellen kan fastlægge de zonerelationer, der vil få et forbedret udbud, og om der er mulighed for at spare linier. De betjeningsmæssige fordele skal sammenlignes med de omkostninger, den foreslåede heltogsløsning vil afstedkomme for at fastlægge, om forslaget er fornuftigt økonomisk underbygget.

### *2. Forbedring af forsinkelses- og skadesrisiko*

Ved hjælp af beregningsmodellen kan man undersøge, hvilke relationer der får gavn af en effektivitetsforbedring i en terminal. Hvis man samtidig har data om godsmængderne i disse relationer, kan man ved hjælp af de udregnede koefficienter få et bud på pengeværdien af forbedringen, og hvis denne overstiger udgiften til effektiviseringen, kan investeringen finansieres ved en højere pris for et bedre produkt.

### *3. Effekt af prisnedsættelser*

Der eksisterer flere forskellige ruter fra Sverige til Tyskland med forskellige karakteristika. I en konkurrencesituation kan beregningsmodellen benyttes til at vurdere effekten af prisnedsættelser eller kvalitetsforbedringer. Hvis en given prisnedsættelse ikke er tilstrækkelig til at overflytte gods fra en rute til en anden, vil en sådan justering udelukkende have negativ effekt.

### *4. Prioritering af banelinjer*

Man kan simulere effekten af at opprioritere visse linjer ved at give disse linjer en mindre forsinkelsesrisiko. Herved kan man vurdere potentialet i en differentieret prisstruktur.

## **Videreudvikling af udbudsmodellen**

I det udarbejdede notat vedrørende udbudsmodellen peges der på en række områder, hvor den fastlagte model kan videreudvikles. Videreudvikling kan som nævnt foregå ved løbende at forbedre datagrundlaget for modellen og dermed styrke parameterestimer og modellens evne til at reproducere observerede resultater. Det er også klart, at den valgte model er en meget simplificeret beskrivelse af transportmarkedet, og at yderligere data derfor også kan være med til at sikre en bredere beskrivelse af forskellige transportere, med forskellige varegrupper, forskellige karakteristika, etc. En sådan gradvis udbygning forudsætter imidlertid dels et indgående samarbejde med transportører og operatører, således at nødvendige data kan gøres tilgængelige for modellen, dels en løbende dialog med repræsentanter for erhvervet til kontrol og kritik af modellens resultater. Netop det sidste er et vigtigt aspekt, idet accept af modelværktøjer som beslutningsstøtte forudsætter, at brugeren kan se nogle klare økonomiske fordele ved at anvende dem.

Modellens resultater kan også finde anvendelse i SP-analyser, hvor resultaterne kan være med til at belyse alternative transportmidlers udbudskarakteristika. Netop i en sådan sammenhæng er det vigtigt, at de resultater, modellen producerer er troværdige for alle de undersøgte transportmidler.

Også på andre områder peger projektet på behovet for en videreudvikling. Der er behov for at undersøge rutevalg, og dermed den udstrakte anvendelse af "alt-eller-intet efter billigste rute", hvor billigst udtrykker den mindste generaliserede omkostning. Er dette rutevalgskriterie korrekt, og finder man de rigtige udbudskarakteristika ved at summere langs den udvalgte rute? Kan modellen håndtere færger på fornuftig vis, også i en grad, så godstransporter med løstrailer kan beskrives.

Projektet har udviklet metoder til at beskrive skadesrisiko og forsinkelsesrisiko. Imidlertid er der behov for også at udvikle på disse metoder. Blandt andet har det i projektets forløb været diskuteret at anvende simulation af transportforløb til at fastlægge forsinkelsesrisiko, idet det herved bliver muligt at vurdere forsinkelsens størrelse, og ikke kun om godset forsinkes eller ej. Det har også været diskuteret, om beskrivelsen af skadesrisiko skulle udvides til også at inddrage emballage.

### ***Hvor langt er projektet nået med udvikling af modelværktøj?***

Det i projektet udviklede modelværktøj gør det muligt at operationalisere nogle af kvalitetsfaktorerne, således at kvalitetsbegrebet kan indgå som beslutningsgrundlag både i banernes og kombitransportens vurdering af egen konkurrenceevne.

Tilstedeværelsen af et modelværktøj gør det muligt at afprøve forskellige forbedringer eller ændringer af transportsystemet "på papiret", for på denne måde at indsnævre valget af systemforbedringer, inden disse gennemføres i praksis. Derudover er der behov for, at transportbranchen, også på kortere sigt, går ind i en dialog med terminaloperatørerne om, hvilke kvalitetskrav det er nødvendigt at opfylde (fx vedrørende tidsforbrug, forsinkelser og skadesrisiko) for at gøre terminalerne konkurrencedygtige.

Det skal understreges, at forskningsprojektet ikke giver noget entydigt eller endegyldigt svar på spørgsmålet om, hvor langt man kan nå i udviklingen af en egentlig sammenhængende beslutningsmodel. Det er også et åbent spørgsmål, i hvilken udstrækning det overhovedet er hensigtsmæssigt at tilstræbe en fuldstændig "rationel" beskrivelse af beslutningssituationen gennem en omfattende og integreret modelopstilling.

### **Referencer:**

TetraPlan m.fl.: "*Godstransport og kvalitet*", Transportrådet, notat nr. 97-02, 1997.

TetraPlan ApS: "*Anvendelse af beregningsmodel til beskrivelse af kvalitetsfaktorer*", Transportrådet, bilagsrapport til notat nr. 97-02, 1997.