

# Landstrafikmodel for persontrafik i Danmark

Torfinn Larsen, Vejdirektoratet  
Dorte Filges, DSB

## 1. Indledning

Vejdirektoratet, DSB og Trafikministeriet har i fællesskab påbegyndt opbygningen af en landsdækkende trafikmodel for Danmark. Denne model vil udgøre det fælles redskab, som skal anvendes inden for transportsektoren, når trafikale konsekvenser af infrastrukturprojekter og trafikpolitiske tiltag skal belyses.

Modellen skal kunne beregne både person- og godstrafik med transportmidlerne: Bil, tog, bus, fly og skib; og skal være i stand til at beregne både regional- og fjerndistancetrafik.

Arbejdet med udbygning af landstrafikmodellen foregår i en række faser. Hver fase udgør et særskilt projekt, hvor resultaterne fra den afsluttede fase kan anvendes selvstændigt. Således vil det samlede modelkompleks komme til at bestå af en række delmodeller, der kan anvendes (og vedligeholdes) særskilt, og modelkomplekset vil løbende kunne udbygges og justeres.

Landstrafikmodellen har (i modsætning til en række andre modeller) mange forskellige anvendelsesformål. Modellen skal kunne foretage trafikale konsekvensberegninger af bl.a. følgende forhold:

- Infrastrukturændringer
- Udbudsændringer
- Trafikpolitiske tiltag
- Samfundsudvikling
- Ændret arealanvendelse.

Første fase i modeludviklingen som består i opbygning af en model for persontrafik, er nu stort set afsluttet. Modeludviklingen for persontrafik har været gennemført i tæt samarbejde med det svenske konsulentfirma Transek med det danske konsulentfirma TetraPlan som underrådgiver.

I de næste faser af modelarbejdet skal der arbejdes med opbygning af modeller for godstrafik og den internationale trafik. Herudover skal der arbejdes med mulighederne for at sammenkoble landstrafikmodellen med de trafikmodeller, der arbejdes med i relation til de store broforbindelser (Storebæltsmodel, Øresundsmodel, Femern Bælt model), da disse modeller må formodes at være de bedste til at beskrive trafikken i netop den korridor, som de dækker.

I dette paper gives en beskrivelse af persontrafikmodellen.

## 2. Data til modelopbygningen

### 2.1 TU

En vigtig datakilde til brug for estimation af persontrafikmodellen har været den løbende rejsevaneundersøgelse (TU). TU er en landsdækkende telefoninterview-undersøgelse af den danske befolknings rejsevane. Undersøgelsen foretages af Danmarks Statistik i forbindelse med omnibusundersøgelser, idet et repræsentativt udsnit af Danmarks befolkning i alderen 16-74 år bliver interviewet. Undersøgelsen bliver gennemført i løbet af en uge i 11 ud af årets 12 måneder, og består hver måned af en stikprøvestørrelse på ca. 1.800 personer.

I undersøgelsen stilles dels nogle generelle spørgsmål vedrørende rejsevane og dels nogle specifikke spørgsmål vedrørende ture, som den interviewede har foretaget den foregående dag. Herudover stilles spørgsmål om fjernrejser (rejser over 100 km), som den interviewede person har foretaget i løbet af den sidste måned. Ved hjælp af Danmarks Statistiks registre kan rejseoplysningerne sammenkobles med baggrundoplysninger om de interviewede personer. Siden efteråret 1994 har der endvidere været stillet spørgsmål om turenes geografiske målpunkter, baseret på byområder i Danmark.

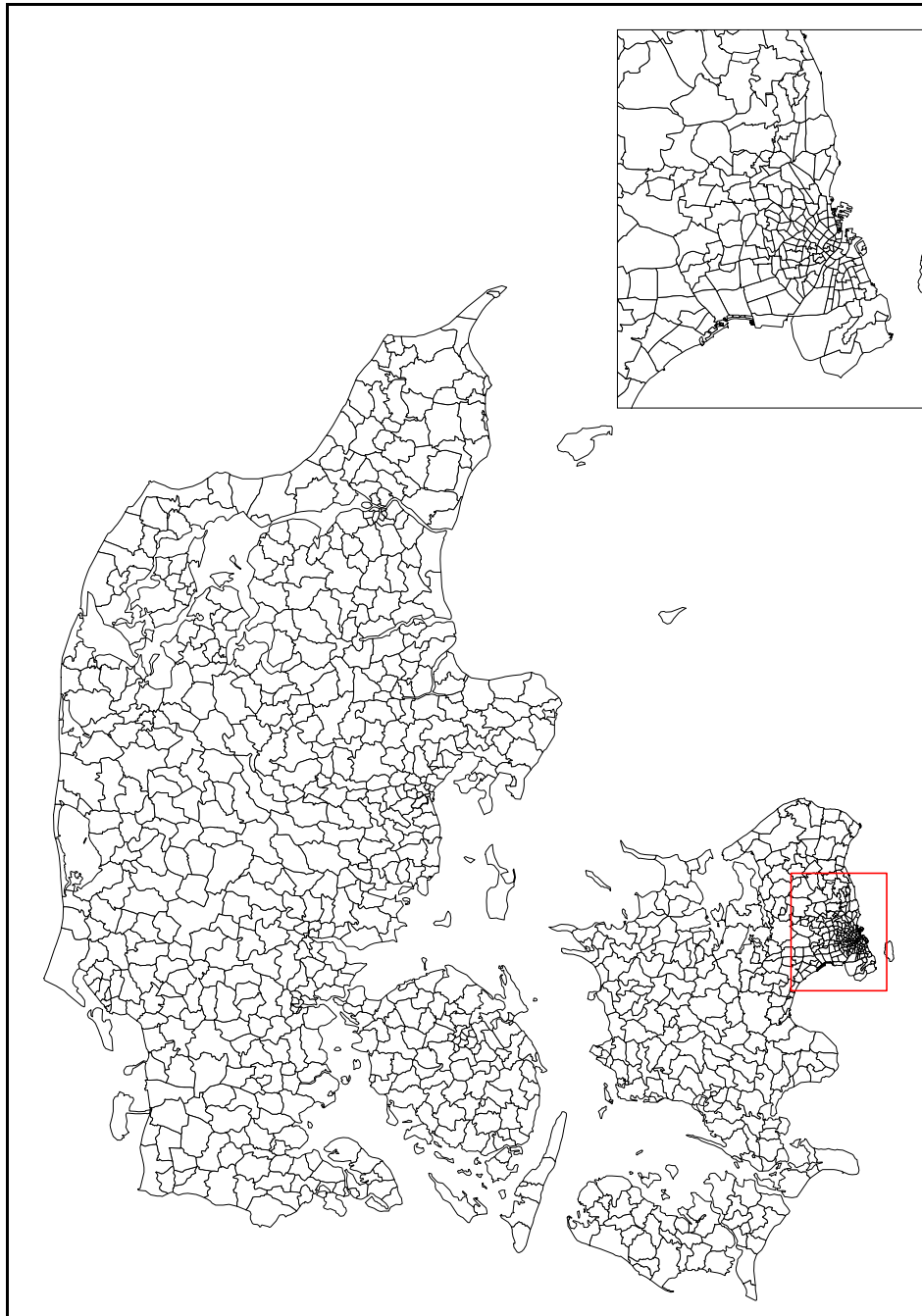
En nærmere beskrivelse af TU findes i øvrigt som et særligt paper i denne rapport.

## 2.2. Zonesystem

Zoneopdelingen i landstrafikmodellen er udarbejdet med udgangspunkt i sogneopdelingen i Danmark. Sogne er således slået sammen, så landstrafikmodellen består af ca. 1.100 zoner i Danmark. I hovedstadsområdet følger zoneopdelingen hovedstadsmodellens opdeling. Herudover udgør alle grænseovergange ved den dansk/tyske landegrænse og alle færgeruter til udlandet hver sin portzone i modellen.

Da det zonesystem der anvendes i TU ikke er det samme, som det der anvendes i landstrafikmodellen, har det været nødvendigt at etablere en kobling mellem de to zonesystemer.

I figur 1 er vist landstrafikmodellens zonesystem.



*Figur 1. Landstrafikmodellens zonesystem.*

### 2.3. Befolknings- og arbejdspladsdata

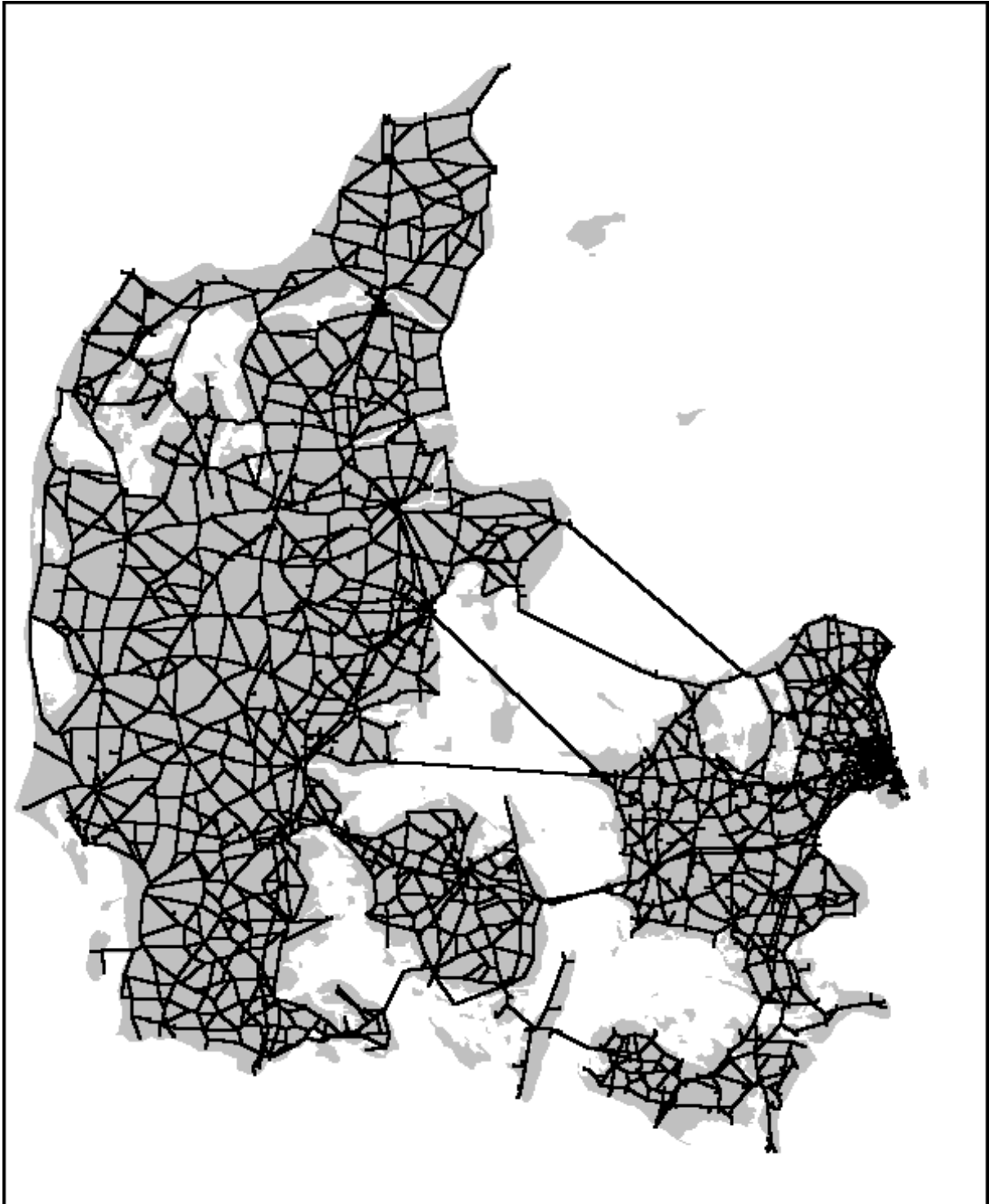
En anden datatype der bruges til modelestimeringen er statistikdata om befolkningstal (opdelt på køn, alder og beskæftigelse), antal arbejdspladser (opdelt på brancher) og antal husstande (opdelt på indkomst, bilrådighed og familietype) fordelt på landstrafikmodellens zoner. Disse data er udtrukket fra Danmarks Statistik's registre. I figur 2 er som eksempel vist fordelingen af befolkningen på landstrafikmodellens zonesystem.



*Figur 2. Danmarks befolkning opdelt på landstrafikmodelzoner*

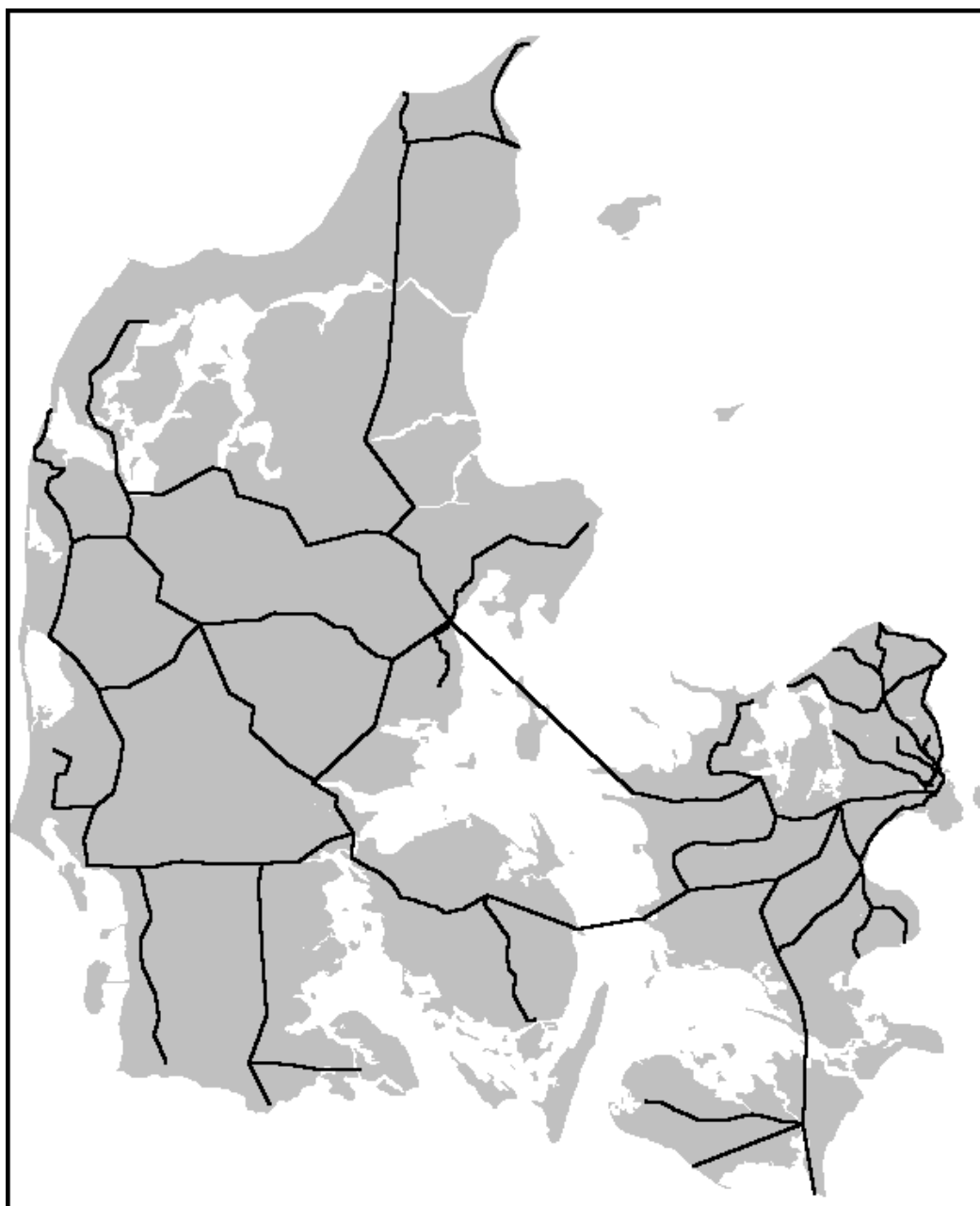
## 2.4. Trafiknet

Landstrafikmodellens vejnet er opbygget med udgangspunkt i Vejdirektoratets vejnetsmodel med oplysninger om kørehastigheder og -længder samt trafiktællinger. Modellen indeholder ca. 2.600 knuder og 10.000 strækninger.



*Figur 3. Illustration af vejnettet i Landstrafikmodellen.*

Tognettet er opbygget på baggrund af oplysninger om ruter, køretider, frekvenser, takster og trafiktel-  
linger fra DSB og privatbanerne. Der er udarbejdet tognetsdata for 3 tidsperioder (hverdagsdøgn,  
myldretid, weekenddøgn).

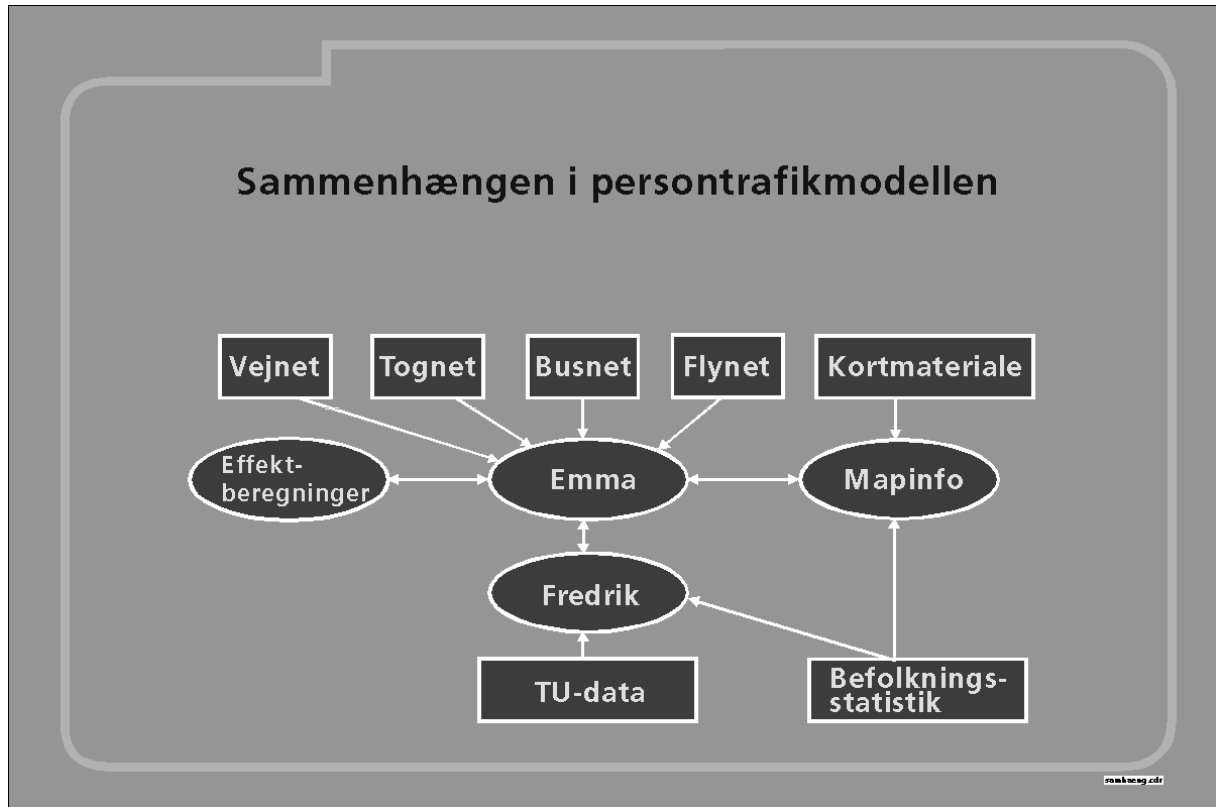


*Figur 4. Illustration af tognettet i landstrafikmodellen*

Endvidere er busnettet (ca. 1.100 linier) blevet digitaliseret ud fra oplysninger fra amtstrafikselskaberne  
om rutetider og takster, og indenrigsflyruterne er blevet lagt ind.

### 3. Modelstruktur

Landstrafikmodellen består af flere sammenhængende edb-systemer. En oversigt over sammenhængen mellem systemerne, og hvordan data indgår i de enkelte systemer, fremgår af figur 5.



Figur 5. Oversigt over sammenhængen i landstrafikmodellen.

#### 3.1 Emma

Emma er et trafikberegningssystem, der er i stand til at håndtere de enkelte trafiknet. Alle basissettene (vejnet, toget, busnet og flynet) med dertil hørende data er lagt ind i Emma. Til brug for prognoseberegninger med landstrafikmodellen opbygges fremtidige net for de enkelte transportmidler i Emma. Emma er derved i stand til at beregne udbudsdata (tider, afstande, takster mm.) mellem de enkelte zonepar i landstrafikmodellen. Matricerne med udbudsdata anvendes i den videre beregning i Fredrik (jf. afsnit 3.2).

Når beregningssystemet Fredrik har beregnet trafikmængderne opdelt på transportmidler mellem zonepar i landstrafikmodellen, foretages der i Emma en fordeling af trafikken på de enkelte trafiknet ved hjælp af en stokastisk fordelingsfunktion.

#### 3.2 Fredrik

Beregningssystemet Fredrik er udviklet af det svenske konsulentfirma Transek. Fredrik er opbygget som hierarkiske logit-modeller og består i princippet af fire delmodeller, der udgør hvert sit hierarki i modellen:

- 1) **Bilejerskabsmodel**, hvor andelen af husstande med bil opdelt på hver zone beregnes.
- 2) **Turfrekvensmodel**, hvor det samlede antal ture, som foretages for hver zone, beregnes.
- 3) **Destinationsvalgsmodel**, hvor der foretages en fordeling af den beregnede trafik på geografiske

områder.

#### 4) **Trafikmiddelvalgmodel**, hvor der foretages valg af transportmiddel (bil, bus, tog, fly, cykel/gang).

Modellerne kobles sammen via såkaldte logsummer. Logsummerne beregnes ud fra nytteudtrykkene i logitmodellerne, og er et udtryk for kvaliteten af transportsystemet (eller rejsemodstanden). En forbedring i trafikudbuddet mellem to zonepar vil således give anledning til en ændring i logsum, der totalt set vil bevirke flere rejser (beregnet i turfrekvensmodellen), men som også vil føre til en relativt større andel af rejser mellem de pågældende zoner (beregnet i destinationsvalgsmodellen).

Beregningssystemet Fredrik er opdelt i en række delmodeller afhængig af turformål. Således findes der i landstrafikmodellen følgende turformål:

- Erhvervsture
- Private fjernture
- Bolig-arbejdsstedsture
- Fritidsture, hverdage
- Indkøbsture, hverdage
- Øvrige ture, hverdage
- Fritidsture, weekend
- Indkøbsture, weekend
- Øvrige ture, weekend.

I Fredrik foretages prognosekørsler med modellen ud fra de oplysninger om udbudsdata for de enkelte transportmidler, der kommer fra Emma samt oplysninger om befolknings- og arbejdspladsstatistik opdelt på zoner for det aktuelle prognoseår.

TU-data bruges i princippet kun i forbindelse med estimation af modellen.

### 3.3 Mapinfo

Mapinfo er et geografisk informationssystem (GIS), hvor det er muligt at præsentere resultaterne af modelberegninger på en overskuelig måde. Der findes et program ("Maplink"), der gør det muligt at overføre data mellem Mapinfo og Emma. Mapinfo kan endvidere bruges til kontrol af forskellige data (f.eks. af befolkningens fordeling på geografiske områder) og til præsentationer sammen med andet kortmateriale, der kan fås fra Kort og Matrikelstyrelsen (byer, søer, skove mm.).

Mapinfo kan også anvendes til forskellige konsekvensberegninger af f.eks. miljø og vejnetskvalitet.

### 3.4 Effektberegninger

Der arbejdes p.t. på at sammenkoble landstrafikmodellen med andre effektberegningsmodeller, således at der kan foretages forskellige effektberegninger (tid, uheld, miljø mm.) ud fra de prognoseberegninger, som gennemføres med landstrafikmodellen (jf. bl.a. afsnit 4).

## 4. Eksempler på anvendelse af modellen

### 4.1 Højhastighedstog

I henhold til rammeaftalen om DSB 1995-98 skal elektrificering, opgradering og kapacitetsudbygning på det danske hovedbanenet undersøges. På den baggrund er der nedsat et Baneplanudvalg, der har til opgave at fremkomme med en samlet langsigtet plan for udbygning og forbedring af hovedbanenettet. Hovedbanenettet udgør strækningerne fra København til henholdsvis Rødby, Ålborg, Esbjerg og Padborg.

Som et led i baneplanudvalgets arbejde skal der formuleres og undersøges en strategi for danske højhastighedstog. Konceptet for højhastighedstog er karakteriseret ved hurtige togtyper der for at minimere rejsetiden kun stopper ved de største byer og kører med så høj hastighed som muligt. En forudsætning for indførelse af højhastighedstog er, at standarden for de pågældende baner er indrettet til kørsel med høj hastighed.

Ålborg, Århus, Odense, Esbjerg og København har en størrelse og indbyrdes beliggenhed, der tilsammen giver så stort et markedsunderlag, at det er relevant at undersøge en højhastighedsbetjening på disse stækninger.

Undersøgelserne koncentrerer sig i første omgang på strækningen fra København over Odense til Århus, men også Ålborg og Esbjerg skal senere undersøges. Med det rette materiel og forbedring af banestandarden samt visse forkortelser, er det muligt at reducere rejsetiden til en time mellem København og Odense og to timer mellem København og Århus. Forbedringer af infrastrukturen kommer i høj grad også de øvrige tog til gode. Eksempelvis vil det være muligt at reducere rejsetiden for regionaltogene til en halv time mellem København og Ringsted, hvor rejsetiden i dag er 45 minutter.

## 4.2 Prognoser

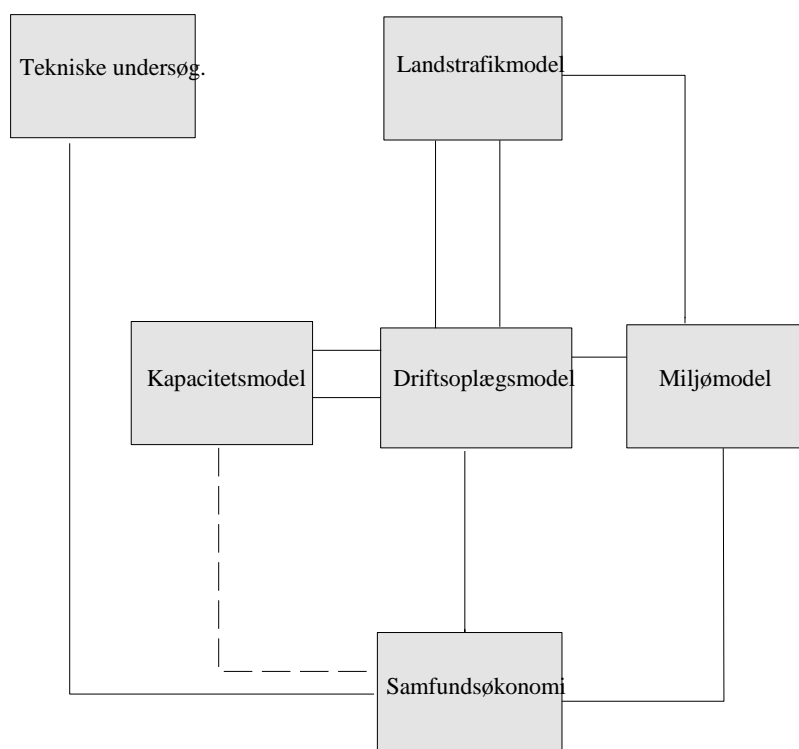
Ændringer i rejsetider og frekvens forventes at have en effekt på transportefterspørgslen med tog. Med en højhastighedsbetjening kan togenes rejsetider i større omfang konkurrere med flyenes, og med f.eks. flere regionaltog øges frekvensen i betjening af de rejsende.

Landstrafikmodellen giver muligheden for at beskrive konsekvenserne for togtrafikken og for transportsektoren som helhed. En eventuel højhastighedsbetjening skal vurderes med alternative trafikpolitiske udviklingsscenarier.

Efterspørgselseffekter som følge af ændringer i rejsetid og frekvens skal beregnes ved hjælp af landstrafikmodellen. For at kunne vurdere markedseffekten af introduktionen af et nyt togkoncept med ændret service og image, effekter som ikke direkte kan udledes fra landstrafikmodellen, kræves supplerende undersøgelser. Erfaringer fra andre lande, f.eks. af X2000 i Sverige, forventes inddraget.

## 4.3 Samlet modelkompleks

Til en samlet rentabilitetsvurdering af forbedring af banenettet indgår landstrafikmodellen som en del af et større modelkompleks. Modelkomplekset omfatter udover landstrafikmodellen tekniske undersøgelser, en kapacitetsmodel, en driftsoplægsmodel og endelig en samfundsøkonomisk beregningsmodel.



Figur 6. Det samlede modelkompleks.



De tekniske undersøgelser vedrører anlægsoverslaget for en given investering og er forholdsvis afgrænset til det øvrige kompleks.

Kapacitetsmodellen beregner hvor hurtigt togene i praksis kan køre ved et givet driftsoplæg under hensyn til kapaciteten på banenettet. Modellen er nærmere beskrevet andetsteds i denne rapport.

Miljømodellen beregner de fysiske emissioner af det givne driftsoplæg samt konsekvenser for bil, fly og bus af et ændret transportmønster beregnet i landstrafikmodellen.

Driftsoplægsmodellen beregner den driftsøkonomiske optimale togtrafik på alternative udretninger af hovedbanenettet, under forudsætning om et trafikpolitisk fastlagt grundudbud. Udover det trafikale grundudbud kan udbuddet på alle strækninger øges, såfremt de marginale indtægter overstiger de marginale omkostninger ved at indsætte endnu en forbindelse på en rejserelation. Der kan dels være tale om et øget udbud med samme standsningsmønster eller en forbindelse med alternativ standsningsmønster. Den optimale togtrafik findes i en iterativ proces med landstrafikmodellen.

Den samfundsøkonomiske beregningsmodel sammenfatter effekten af udgifterne med konsekvenserne for de rejsende, kapacitetsudnyttelsen, driften og miljøet.