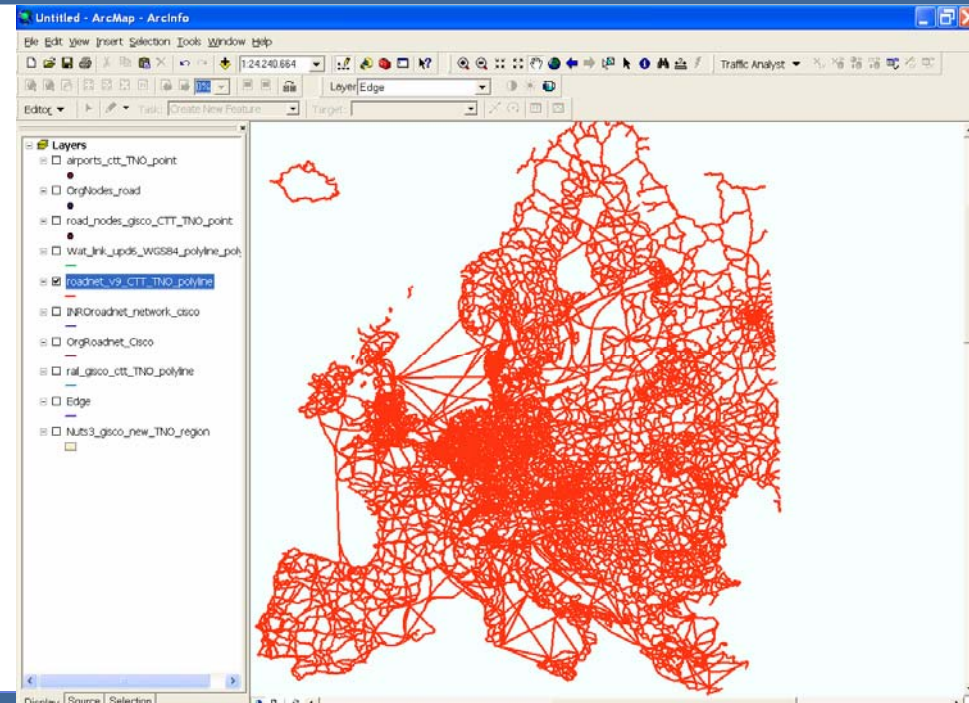


## Den Europæiske Transtools Trafikmodel

Otto Anker Nielsen, [oan@ctt.dtu.dk](mailto: oan@ctt.dtu.dk)

Technical University of Denmark (DTU)  
Centre for Traffic and Transport (CTT)



# Disposition

---

- Baggrund og introduktion til den Europæiske Transtools model
- Efterspørgsels modeller
  - ▶ SCGE model (SGEurope)
  - ▶ Handelsmodel
  - ▶ Godsmodeller
  - ▶ Model for logistik
  - ▶ Passager modeller
- Transport net
- Rutevalg og assignment modeller
- Effektmodeller
- Implementering
- Fremtidsperspektiver

## Transport politik på EU niveau

---

- Nye investeringer i infrastruktur (TEN-projekter)
  - ▶ Broer, tunneller, motorveje, højhastighedsbaner, gods baner
  - ▶ Alene det internationale net og store projekter (typisk til flere mia. Euro)
- Evaluering af økonomiske virkemidler
  - ▶ Road pricing, brændstofafgifter, etc.
- Aggregerede prognoser for trængsel og scenarier for fremtiden
- Men modellen kan også bruges til vurdering af visse nationale projekter og for samspil med nationale modeller

## Shortcuts i tidligere Europæiske modeller

---

- Proprietære modeller, software, data formater og data
- Ikke IPR-fri
- Mange metodiske simplificeringer
  - ▶ For aggregerede
  - ▶ Ukomplet geografisk dækning (ikke Øst Europa)
  - ▶ Ikke multi-modale transport kæder (gods, fly)
  - ▶ Ikke logistik i godstransport
  - ▶ Ingen kobling til "lokal" trafik for trængsels modellering
  - ▶ Ingen kausal sammenhæng fra trængsel til efterspørgsel
  - ▶ Ingen link til økonomien

# Introduktion til Transtools Transport Model

---

- European Transport Model system
- Regional Økonomisk Model (SCGE, CGEurope – CAU Kiel)
- Godsmodeller
  - ▶ NUTS II Handel (Simultan Model - NEA)
  - ▶ NUTS III Destinationsvalg (Gravitations model – TNO)
  - ▶ Logistik (Nestet Logit Model - TNO)
  - ▶ Transportkædevalg (Nestet Logit – TNO)
- Passager model
  - ▶ Turfrekvens (System Dynamics – VENSIM - IWW)
  - ▶ Destinations valg og transportmiddelvalg (Nestet Logit - IWW)
- Rutevalg og netudlægning (assignment) af ture (CTT/DTU+Rapidis)
  - ▶ Flerklasse (gods/person, turformål)
  - ▶ Stokastisk Brugerlige vægt, Mixed Probit
- Effektmodeller (miljø, sikkerhed, økonomi,...) (ISIS)
- Feedback loop og konverteringer (CTT/DTU+Rapidis)

# Skala og segmentering

---

- Lokal, mellem distance og fjerntrafik
- Tids perioder
  - ▶ Hverdag (Morgen myldretid, eftermiddags myldretid, resten)
  - ▶ Weekender
  - ▶ Ferie perioder
- Tur formål, passagerer
  - ▶ Pendling
  - ▶ Private ture
  - ▶ Ferie
  - ▶ Erhverv
- Diverse gods kategorier

## Detaljeringsniveau – zonestruktur

---

- 55 lande
- Økonomisk model og handel 294 zoner (NUTS II)
- Passager model og gods transportmiddelvalg 1,286 zoner (NUTS III)

# Transportmidler

## ■ Passager transport

- ▶ Bil – inkl. bilfærger
- ▶ Bane – inkl. tog færger samt passagerfærger
- ▶ Fly – inkl. tilbringer transport og valg af lufthavne

## ■ Godstransport

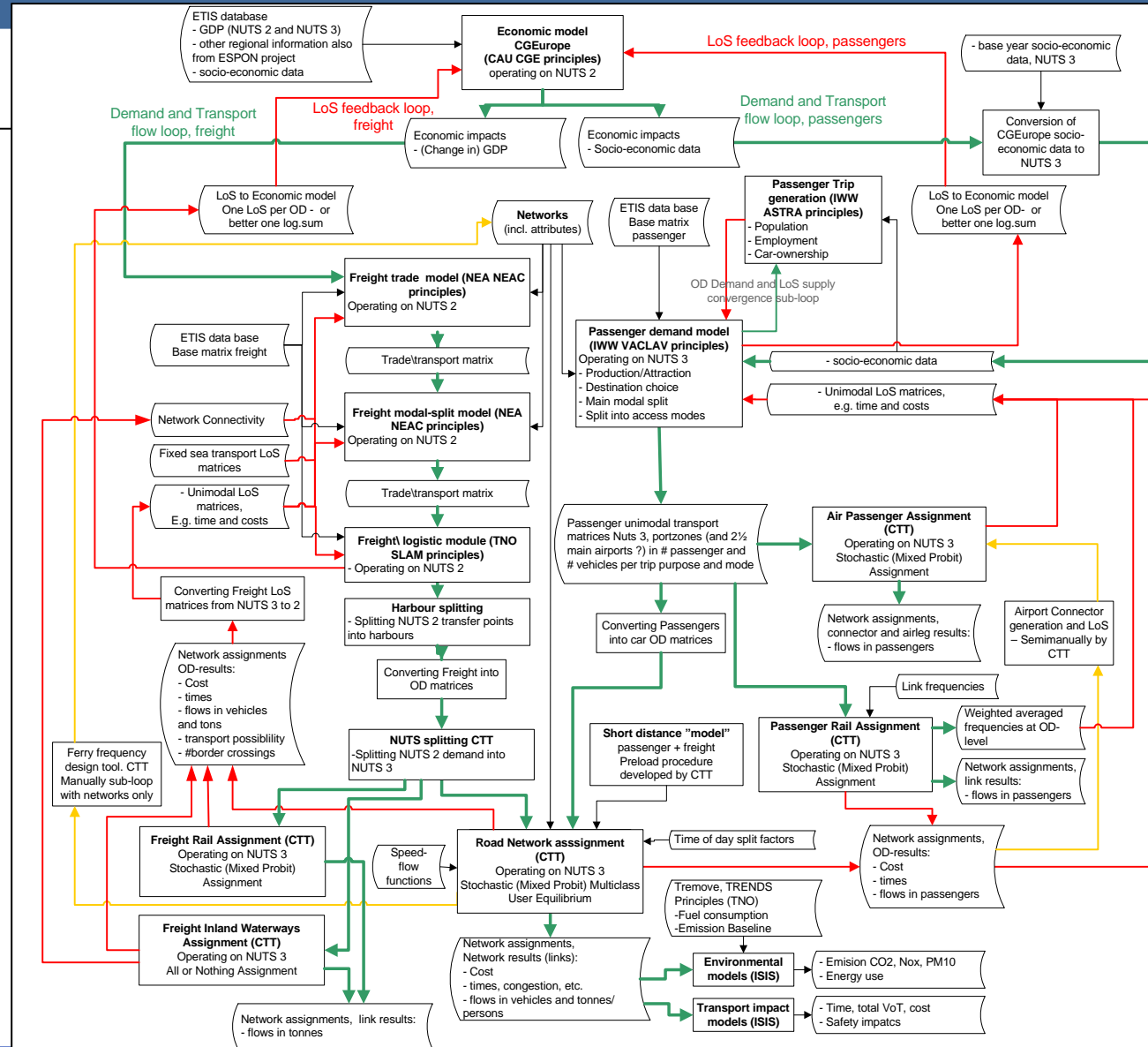
- ▶ Lastbil – inkl. bilfærger
- ▶ Bane – inkl. tog færger
- ▶ Kanaler og floder (IWW)
- ▶ Skibsfart





# Visio Diagram

- “Blue-print” der var hovedgrundlag for projektgruppen
- Derudover dataprotokoller
- Mange konverteringsmoduler



# CGEurope (SCGE Model)

## Behov for en regional økonomisk model

---

- Strategiske formål med investeringer er at underbygge EU politik som økonomisk vækst og geografisk lighed
- Kan ikke ignorere sammenhænge i økonomiske processer
- Regional skala: hvor forekommer costs og benefits?
- CGEurope: Indarbejder eksplicit transport omkostninger i firmaer og husholdninger

## Opbygning af CGEurope (1)

---

CGEurope er en **S**patial **C**omputable **G**eneral **E**quilibrium model

- Endelige efterspørgsel repræsenteres af nytte maksimerende husstande
- Produktion repræsenteres af profitmaksimerende firmaer
- Indkomst og forbrug i lukket løkke (ligevægt)
- Fleksible priser finder ligevægt i alle markeder simultant

## Opbygning af CGEurope (2)

---

- Forskellige produkter produceres forskellige lokaliteter (rumlig fordeling)
- Firmaer og husstande tilfredsstiller deres efterspørgsel ud fra relative priser, som inkludere interregionale transfer costs (inkl. transport)
- International handel har ekstra omkostninger p.g.a. nationale og kulturelle hindringer
- Output: Regionalt BNP

# Handelsmodel

# Mekanismer i handelsmodeller

---

- Simultan model
  - ▶ Heuristisk formel
- Beregner den rumlige fordeling af handel givet regionalt BNP fra CGEurope

# Transportmiddelvalg for gods



# Transportmiddelvalg for gods (1)

---

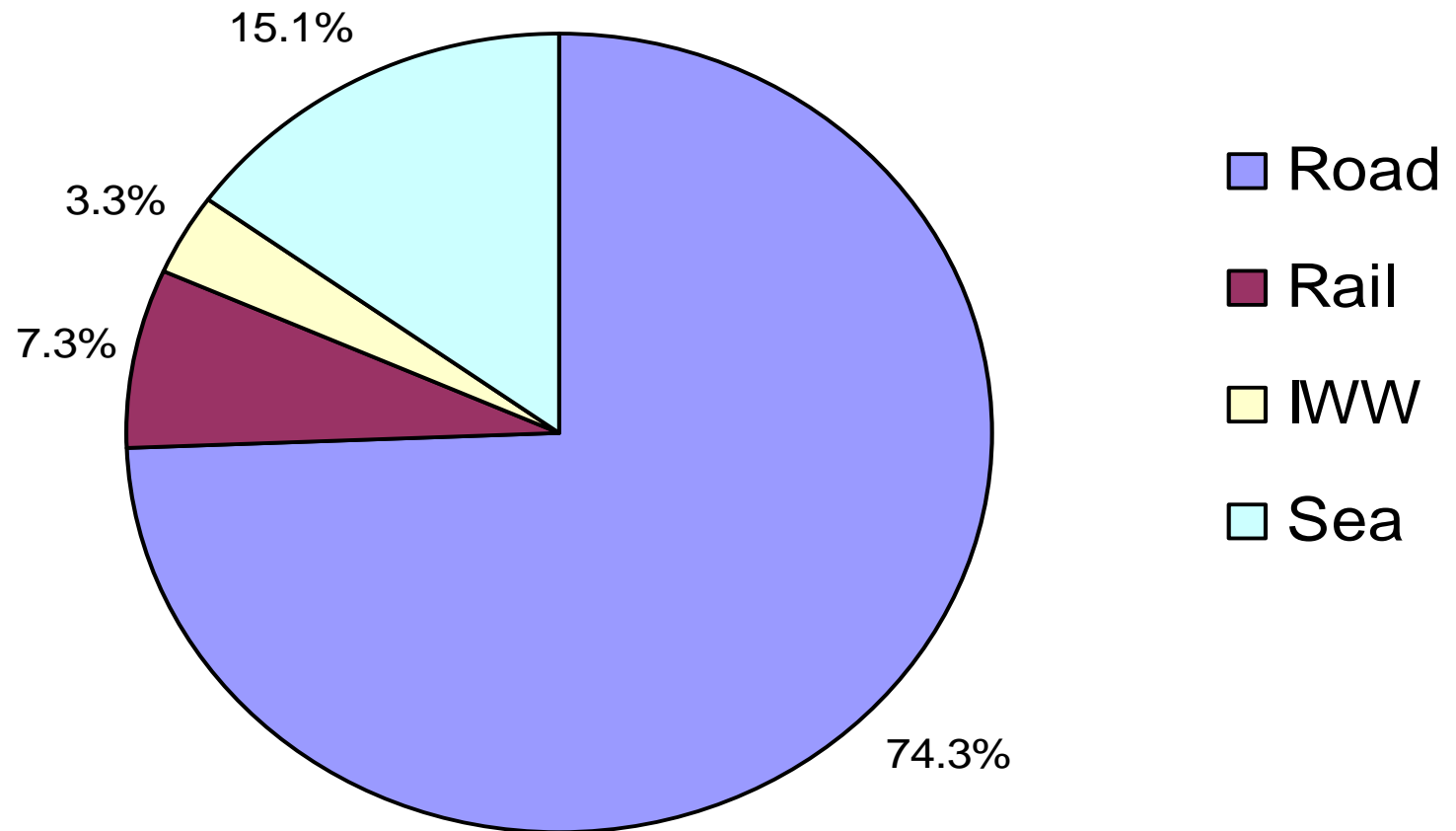
- Input
  - ▶ Tilgængelighed af transportmidler
  - ▶ Godstype
  - ▶ Fra og til lokalitet
  - ▶ Afstand
  - ▶ Volumen
- Modeltype
  - ▶ Logit model
  - ▶ Pivot korrektion

## Transportmiddelvalg for gods (2)

---

- Forklarende variable
  - ▶ Omkostning
  - ▶ Tid
  - ▶ Afstand
  - ▶ Volumen
  - ▶ Grænsekrydsning
    - Vej transport
    - Bane transport
  - ▶ Opland til storhavn
  - ▶ National transport

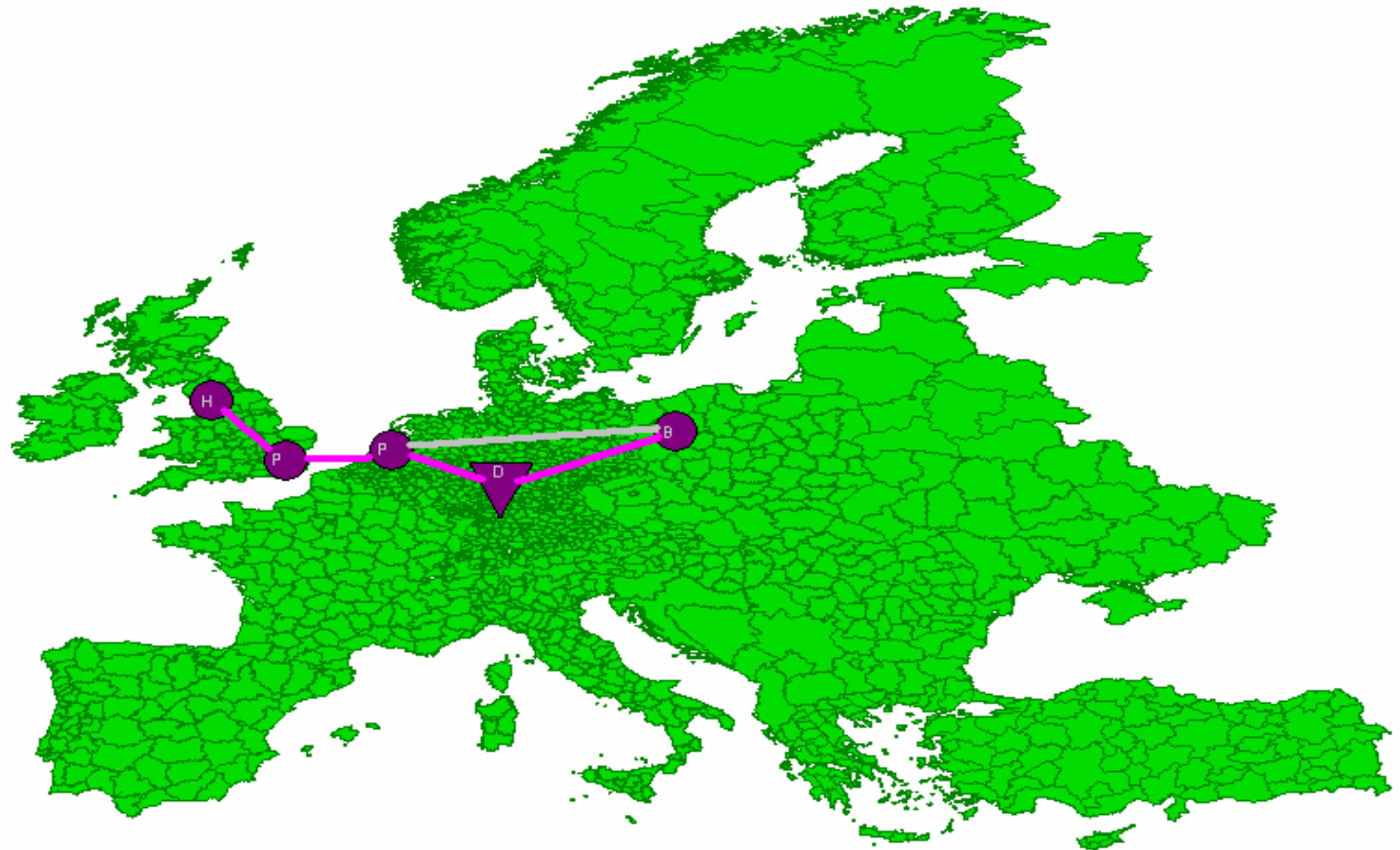
# Markedsandele på EU-niveau



# Model for logistik

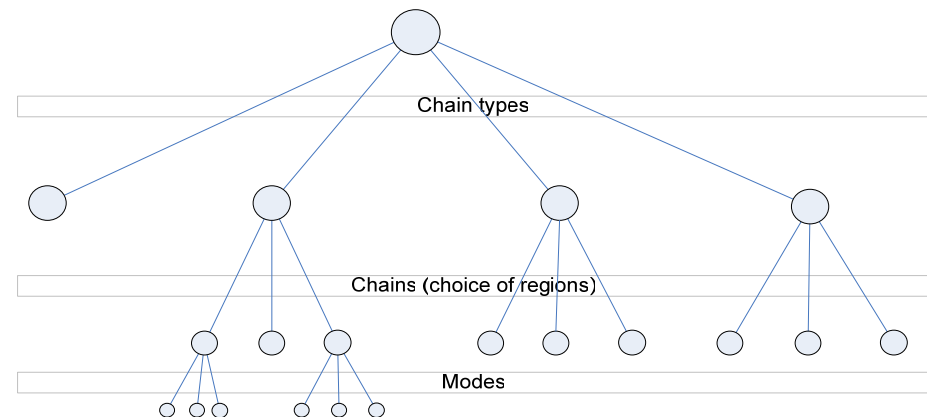
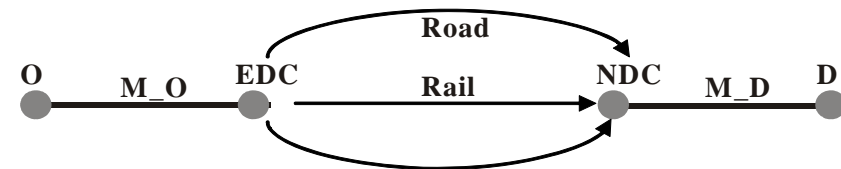
# Formål med logistik modellen

Bestemme lokalitet og brug af distributions centre



## Fremgangsmåde

- Rangordning af regioner efter deres attraktivitet for logistik
- Konstruer kæder
  - ▶ Kædetype (direkte, EDC, NDC, EDC and NDC)
  - ▶ Samling af 5 forskellige lokaliteter for Distributions Centre
  - ▶ Hvert muligt transportmiddel
- Fordel voluminer til kæder



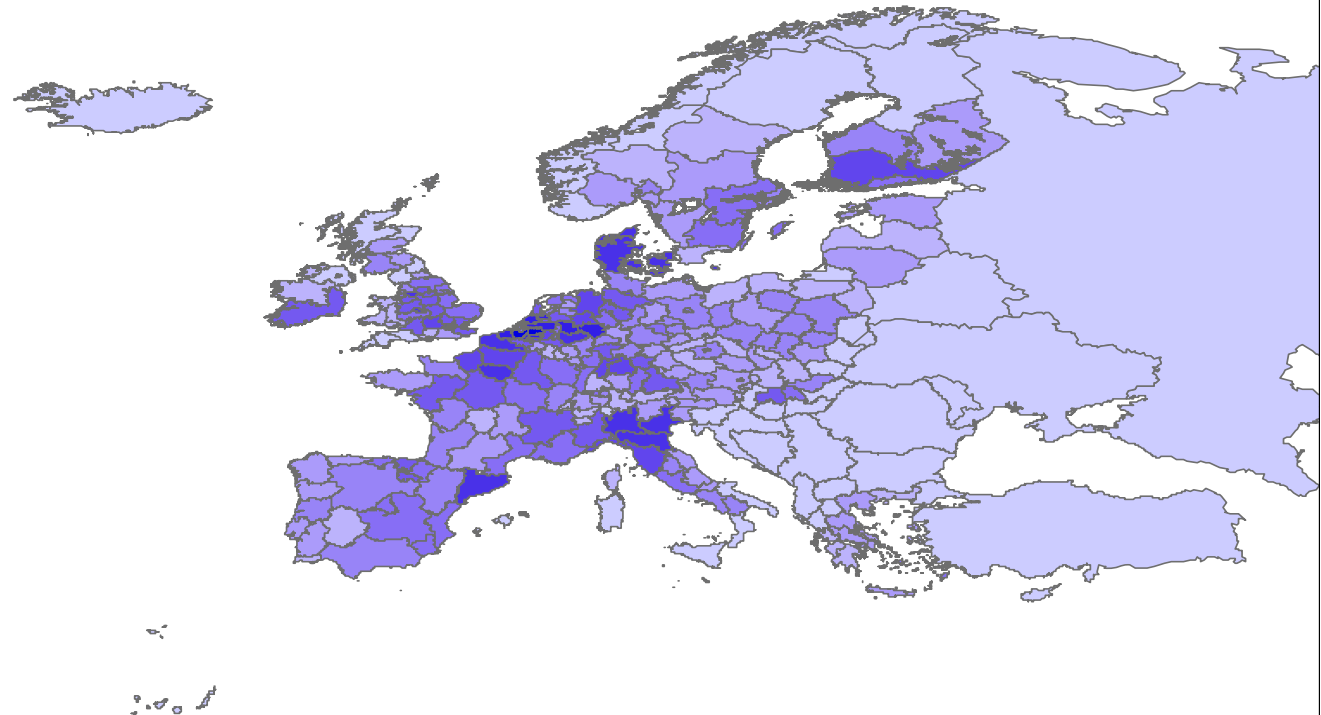
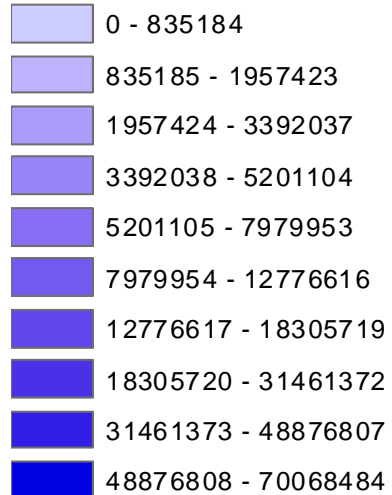
# Detaljeringsniveau

---

- NUTS 2
- 4 transportmidler: Vej, bane, kanaler/floder, skibsfart
- 5 godsgrupper
  - ▶ Landbrugsprodukter og dyr (NSTR 0)
  - ▶ Fødevarer og foder (NSTR 1)
  - ▶ Metal produkter (NSTR 5)
  - ▶ Kemiske produkter (NSTR 8)
  - ▶ Maskiner, transportudstyr, industriprodukter og diverse produkter (NSTR 9)

# Tons håndteret i distributions centre

## Tonnes at distribution centres





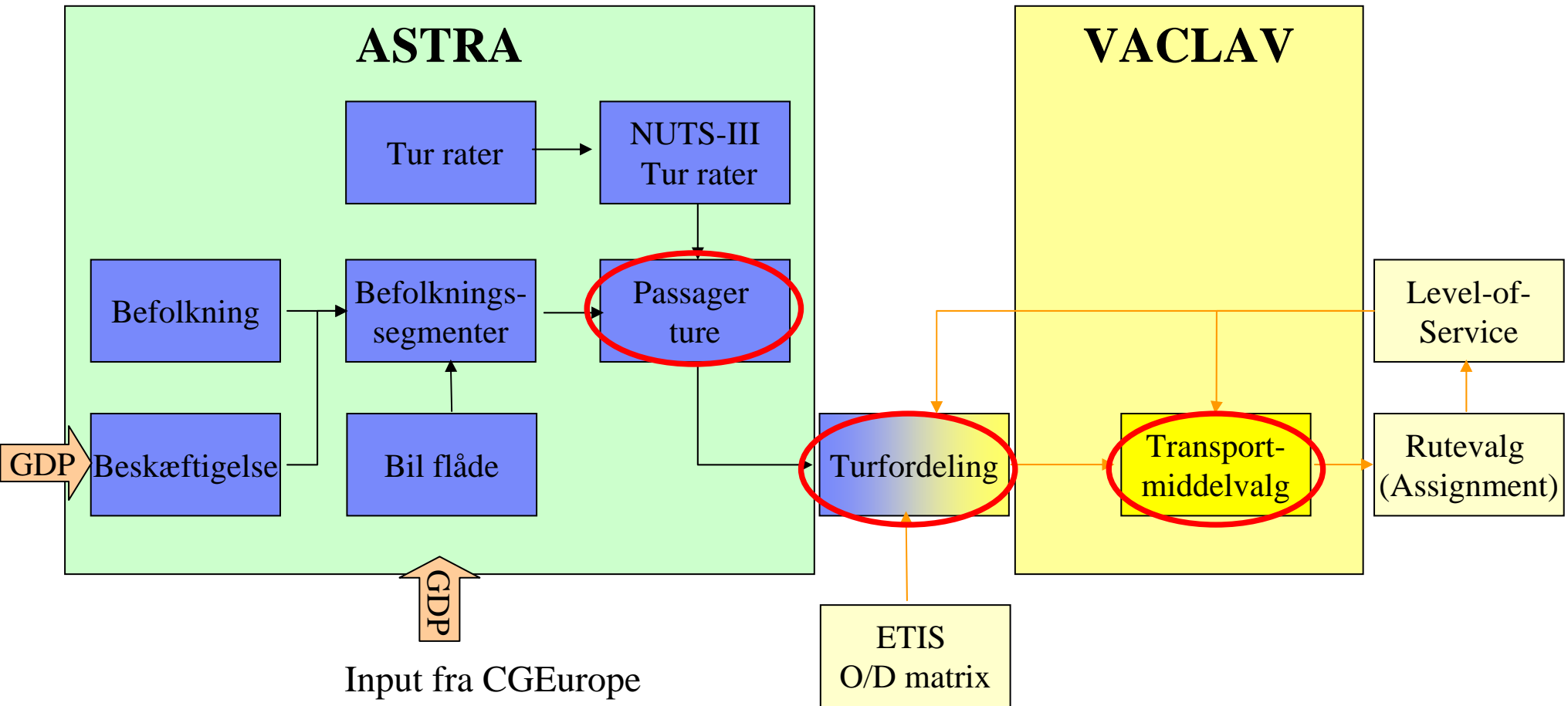
# Efterspørgselsmodeller for persontransport

# Efterspørgselsmodeller for passagertransport (1)

---

- Trip produktion (OD-niveau)
  - ▶ Ingen GA information tilgængeligt
  - ▶ System Dynamics (VENSIM)
- Turfordeling og transportmiddelvalg
  - ▶ Nestet logitmodel
  - ▶ Ikke-lineære nyttefunktioner

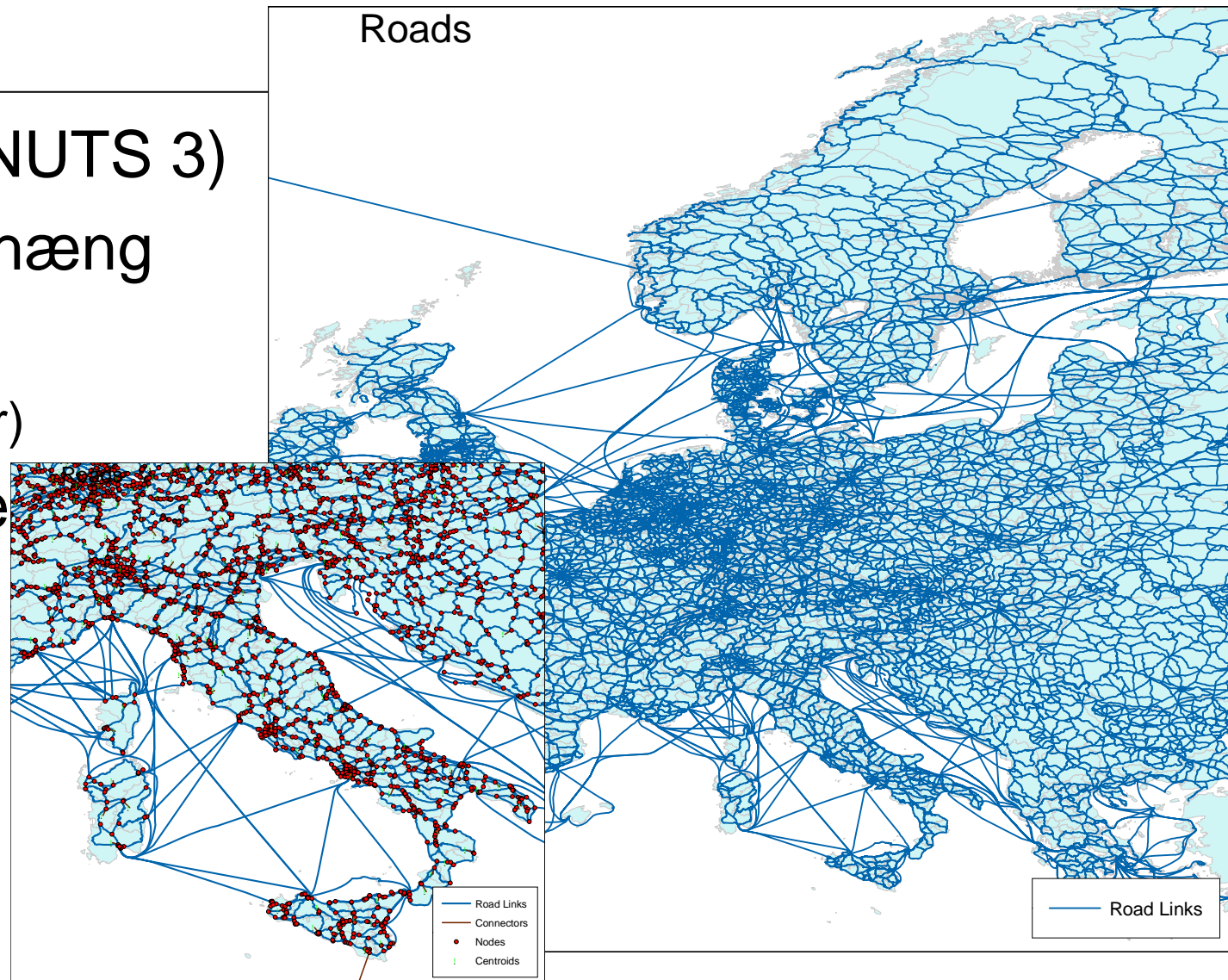
# Efterspørgselsmodeller for passagertransport (2)



# Transportnet

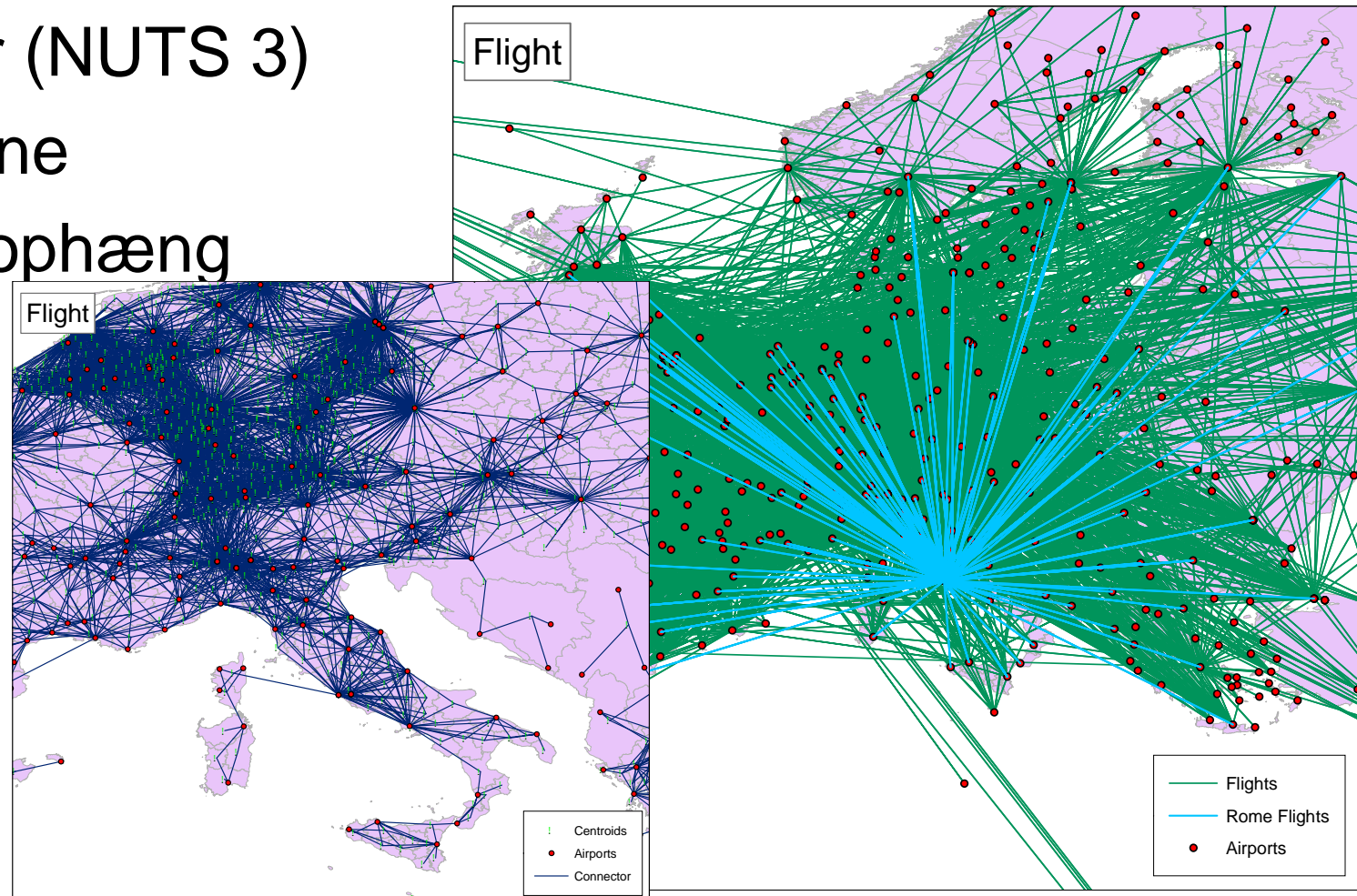
# Vejnet

- 1.269 Zoner (NUTS 3)
- 1.366 Zoneophæng
- 34.668 Kanter
  - ▶ (inkl. 302 færger)
- 22.399 Knude



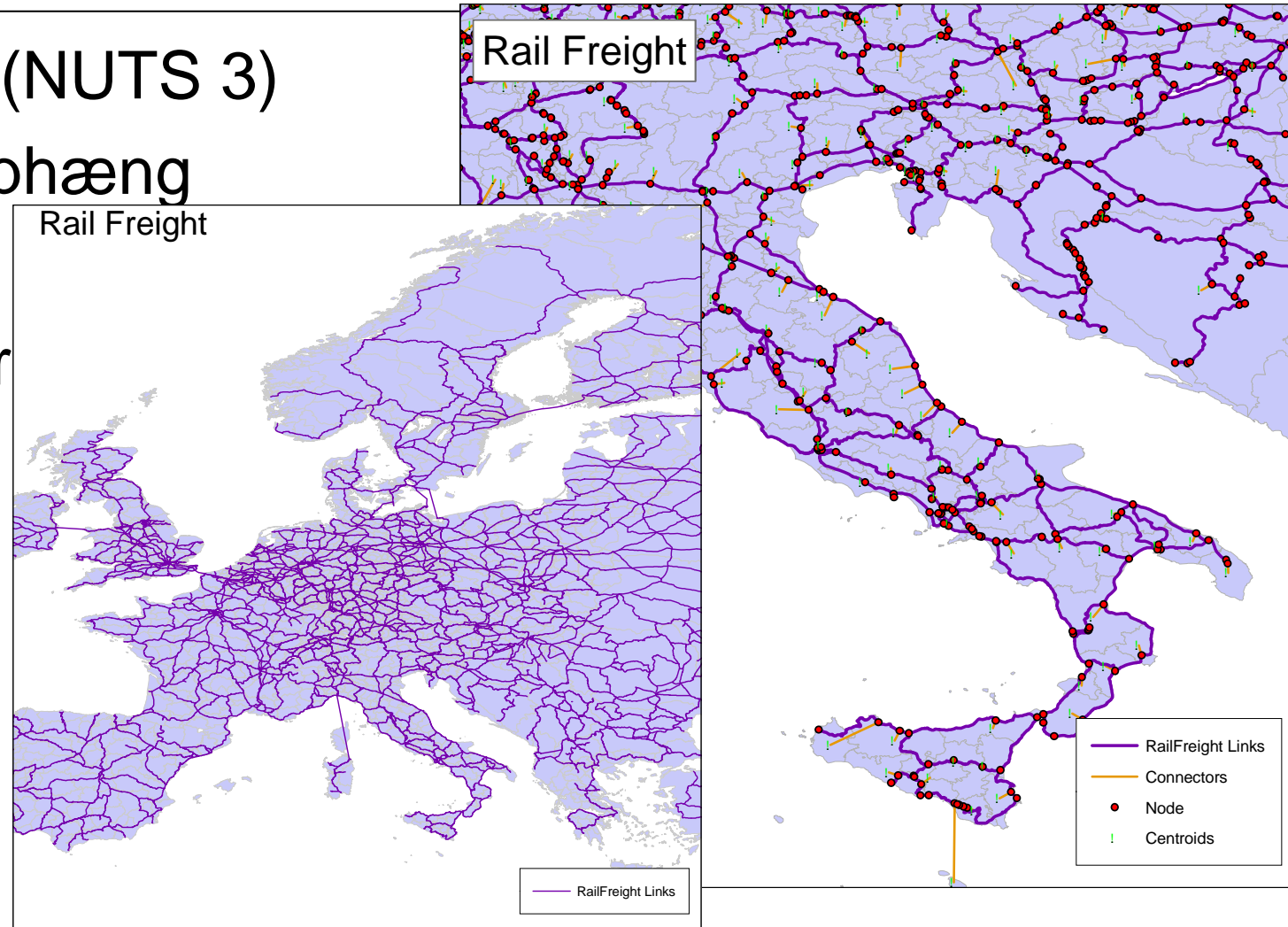
# Flynet

- 1.269 Zoner (NUTS 3)
- 507 Lufthavne
- 7.446 Zoneophæng
- 8.858 Legs



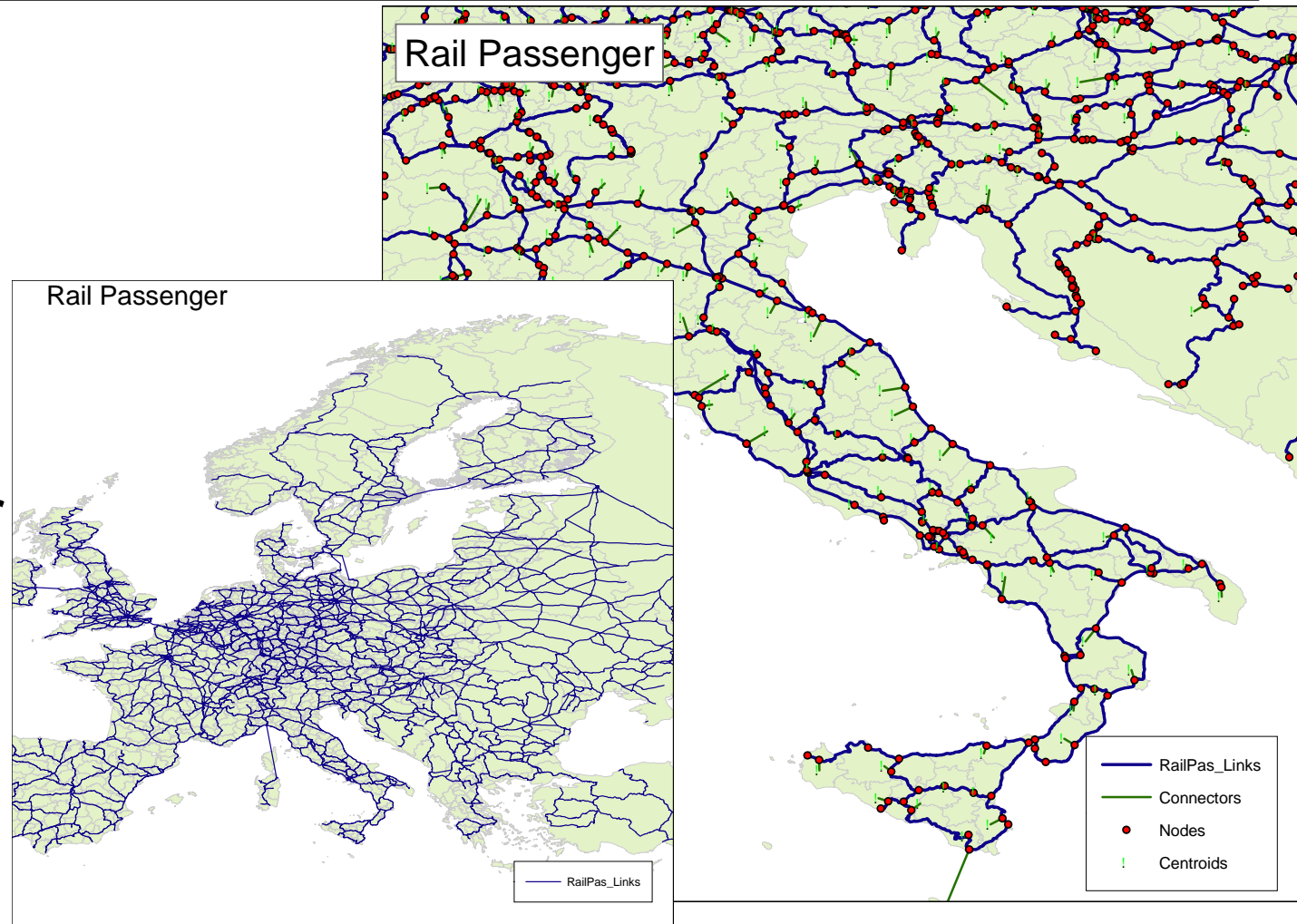
# Godstognet

- 1.269 Zones (NUTS 3)
- 1.255 Zoneophæng
- 5.314 Kanter
- 4.286 Knuder



# Passagertognet

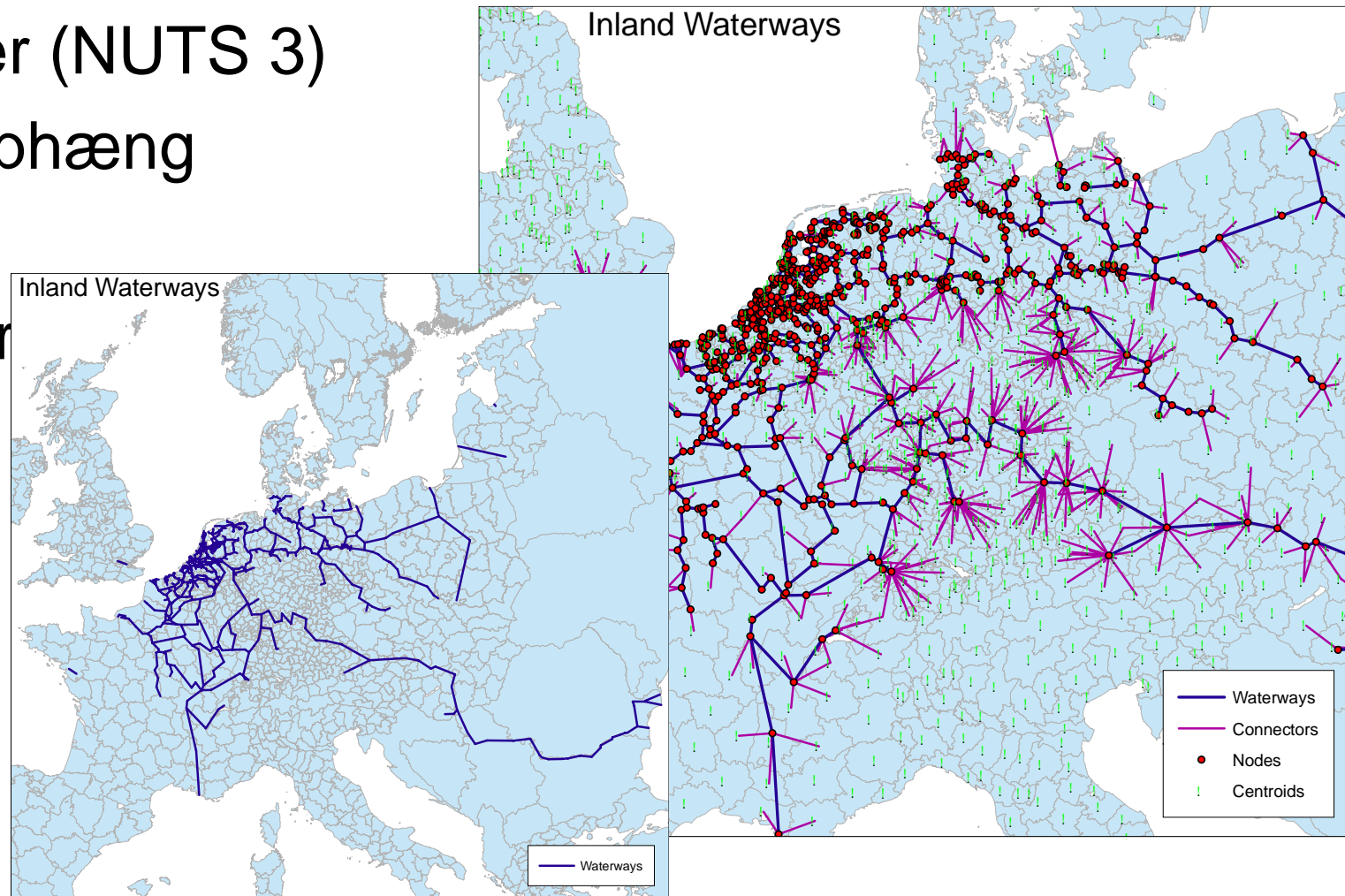
- 1.269 Zoner (NUTS 3)
- 1.269 Zoneophæng
- 5.346 Kanter
- 4.315 Knuder





# Inland Waterways (floder og kanaler)

- 1.269 Zoner (NUTS 3)
- 820 Zoneophæng
- 812 Kanter
- 741 Knuder



# Rutevalg og netudlægning (Assignment modeller)

# Rutevalgsprincip

---

- *Der findes en ligevægt, hvor ingen rejsendes oplevede nytte kan reduceres alene ved at den pågældende skifter rute på det ønskede rejsetidspunkt*
- *Nytten bestemmes af*
  - ▶ *Den rejsendes turformål*
    - *Koefficienter i nyttefunktionen*
  - ▶ *Den rejsendes præferencer*
    - *Logaritmisk normalfordelt tidsværdi*
  - ▶ *Type af transportmiddel*
  - ▶ *Fejlled*

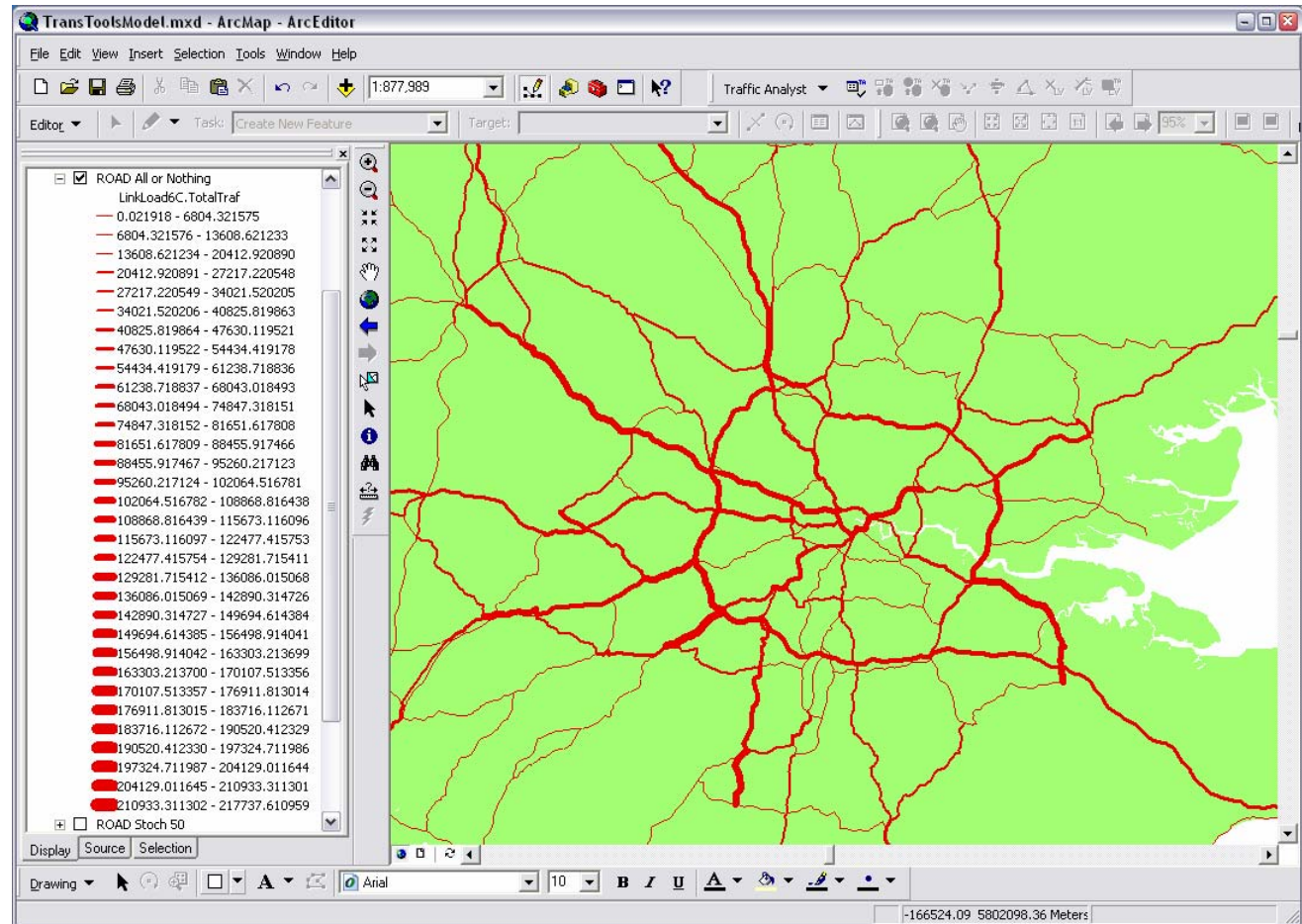
# Vejtrafik – forskellige turlængder

---

1. Lokal trafik er lagt ud som "preload" på nettet for hver tidsperiode
2. Medium turlængder lægges da ud
  - Hver tidsperiode udlægges separat
  - Stokastisk Bruger Ligevægt inkl. preload
3. Lange ture
  - Hver tur kan løbe i flere tidsperioder
  - Proportional opsplit på perioder
  - Genudlægning (iterative løkke) blev droppet p.g.a.
    - Budget og tidsplan
    - Beregningstid

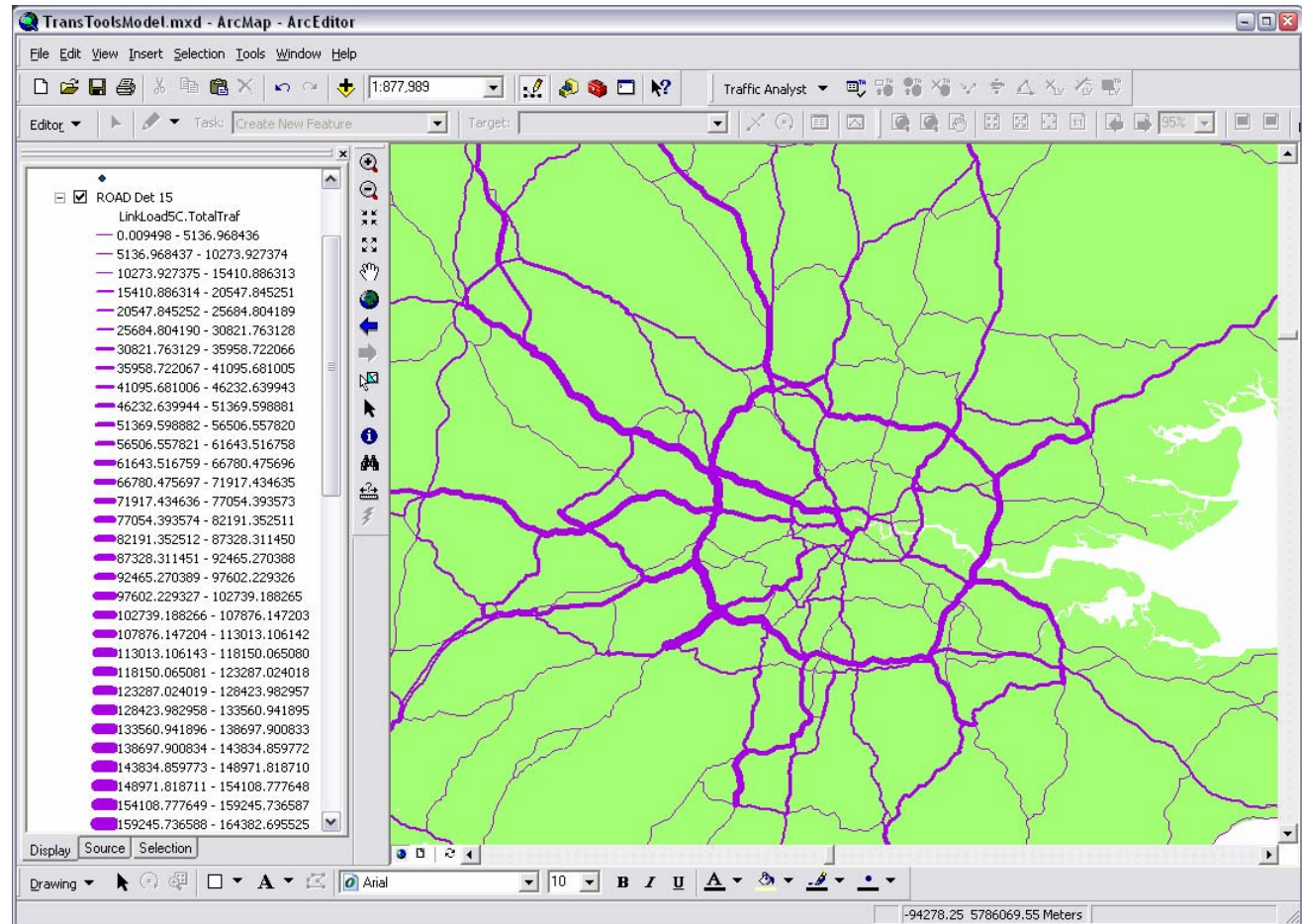
# Eksempel (1)

- London
- Alt-eller-intet



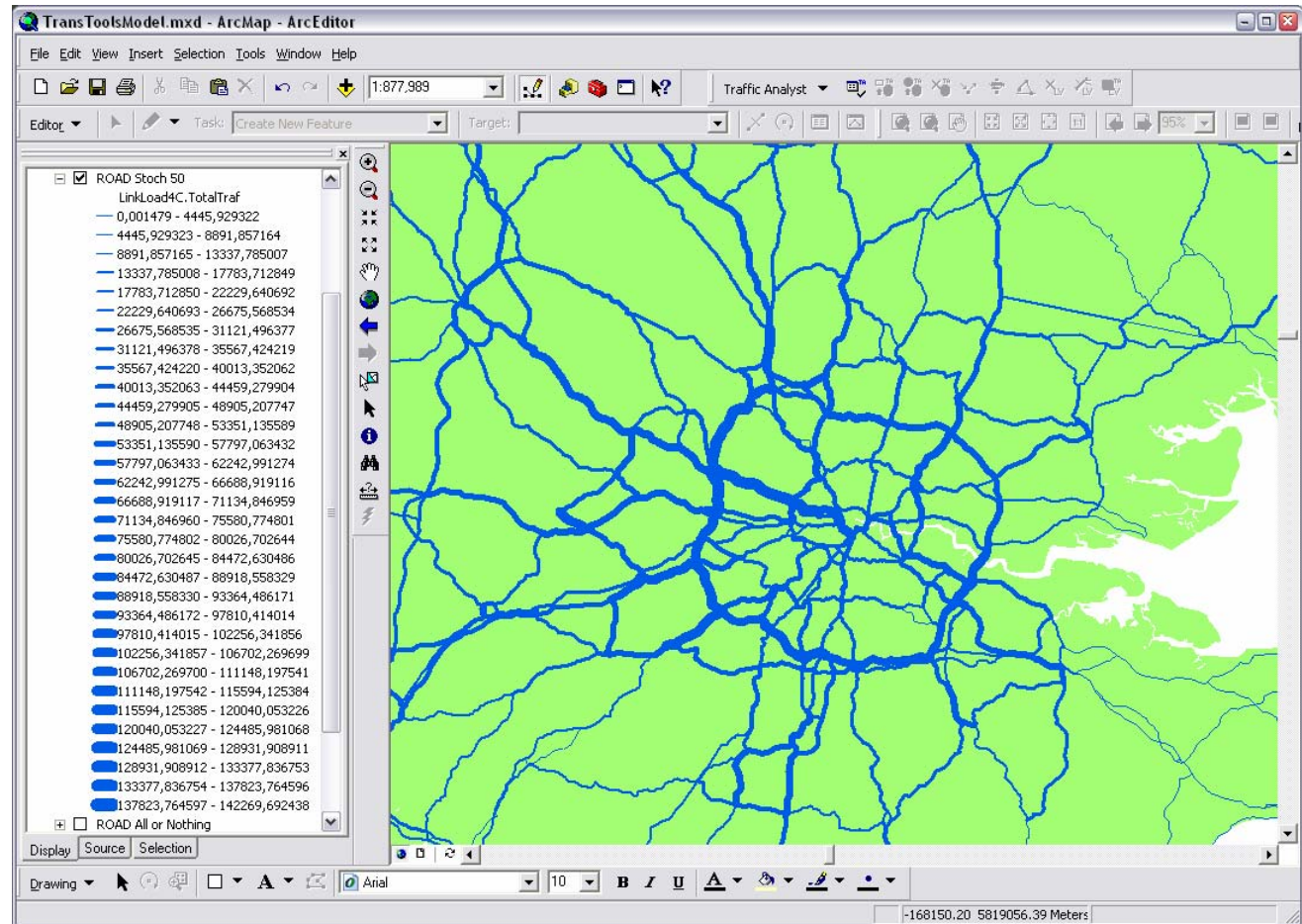
## Eksempel (2)

- London
- Deterministisk bruger ligevægt
- Trafik flyttes fra bycentret til Ring Motorvejen (M5)

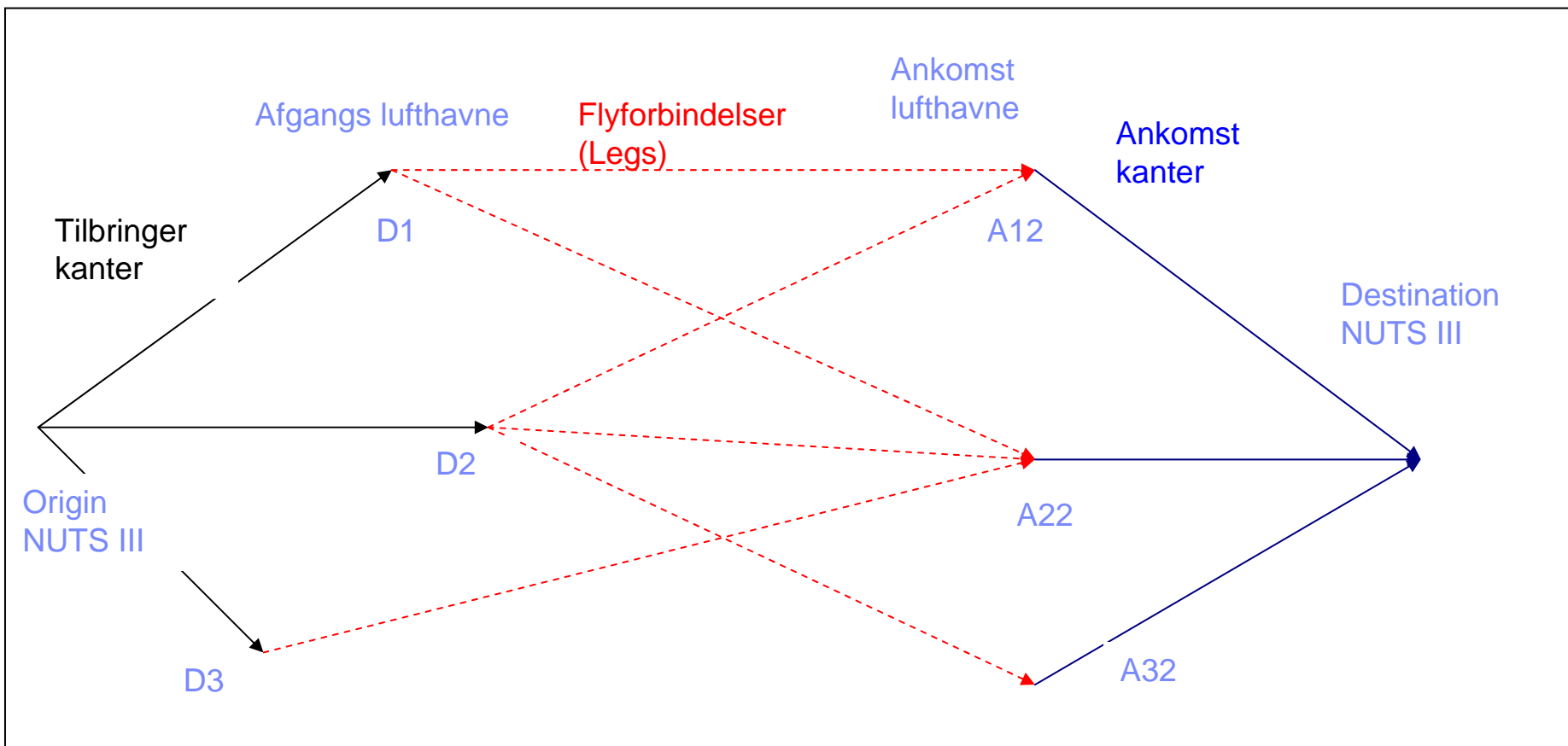


## Eksempel (3)

- London
- Stokastisk Bruger Ligevægt
- Trafik er mere spredt

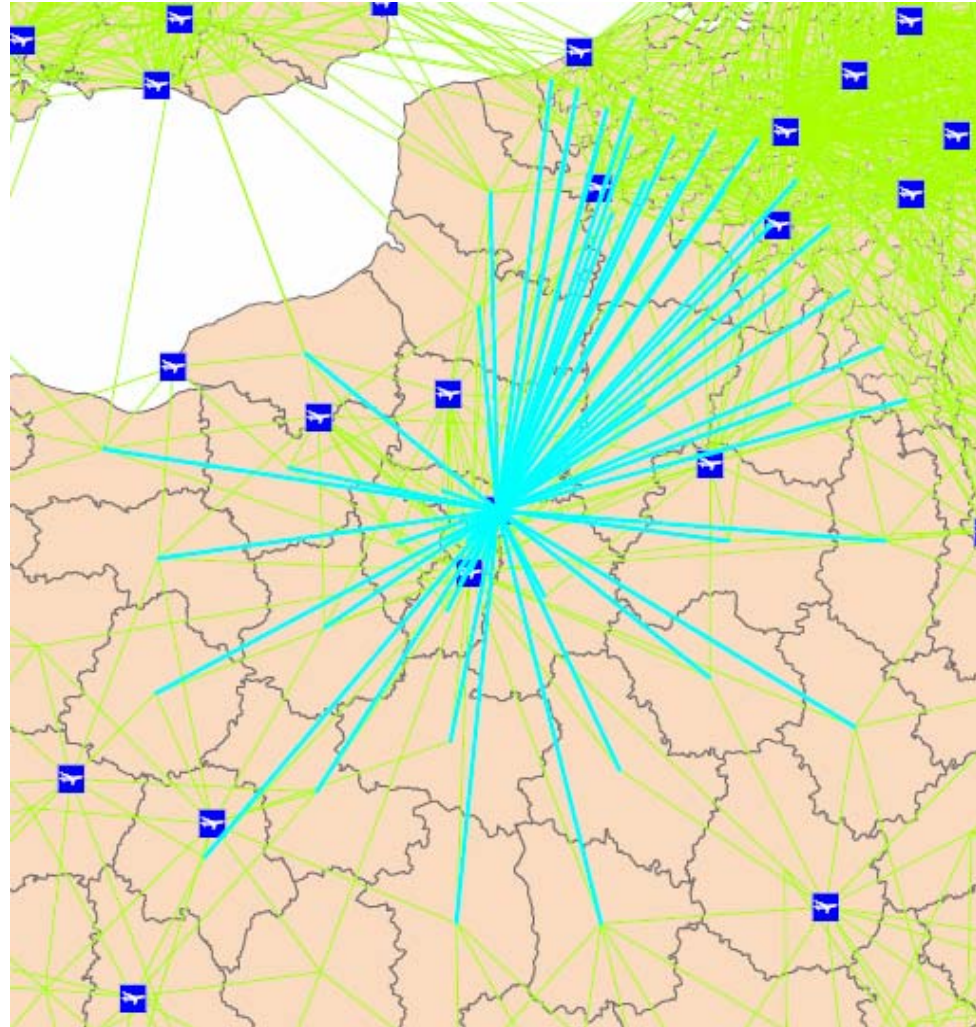


# Fly trafik model





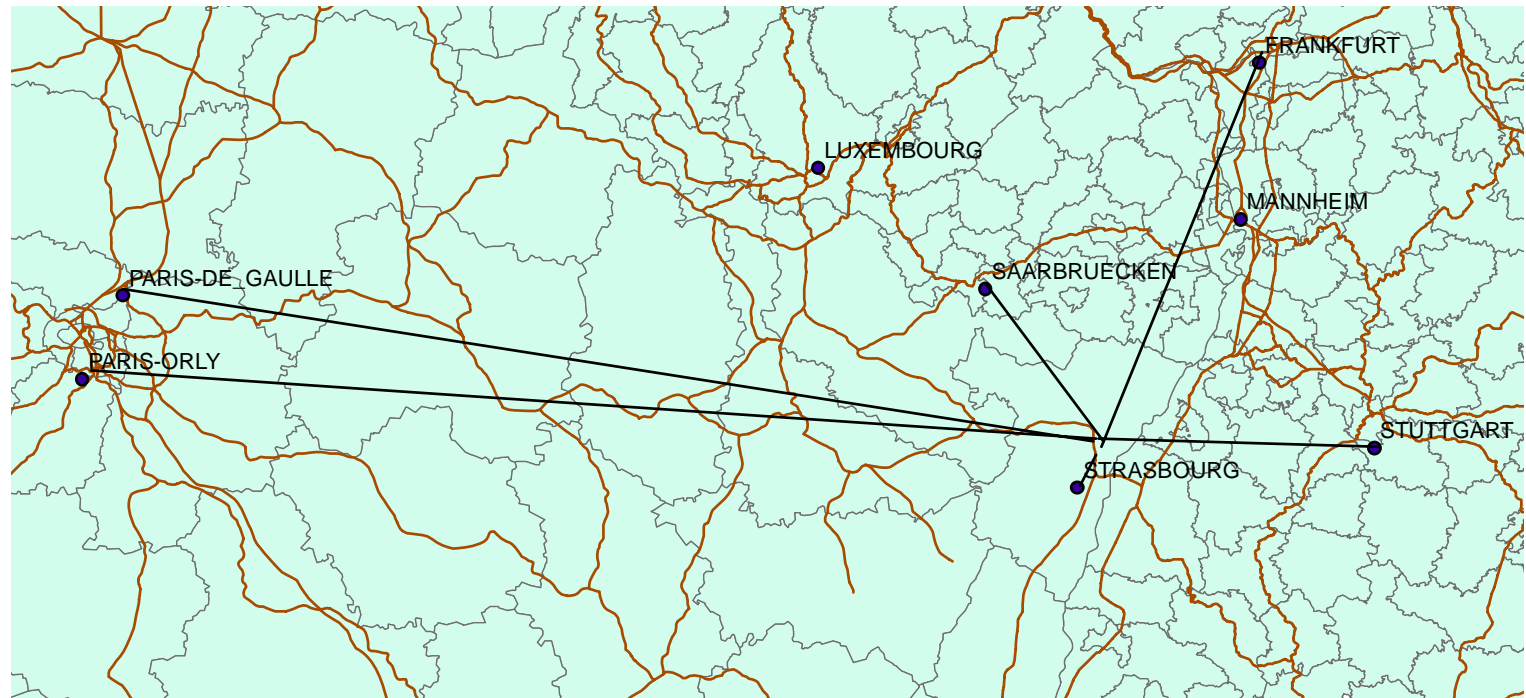
# NUTS III til HUB (Paris De Gaulle)



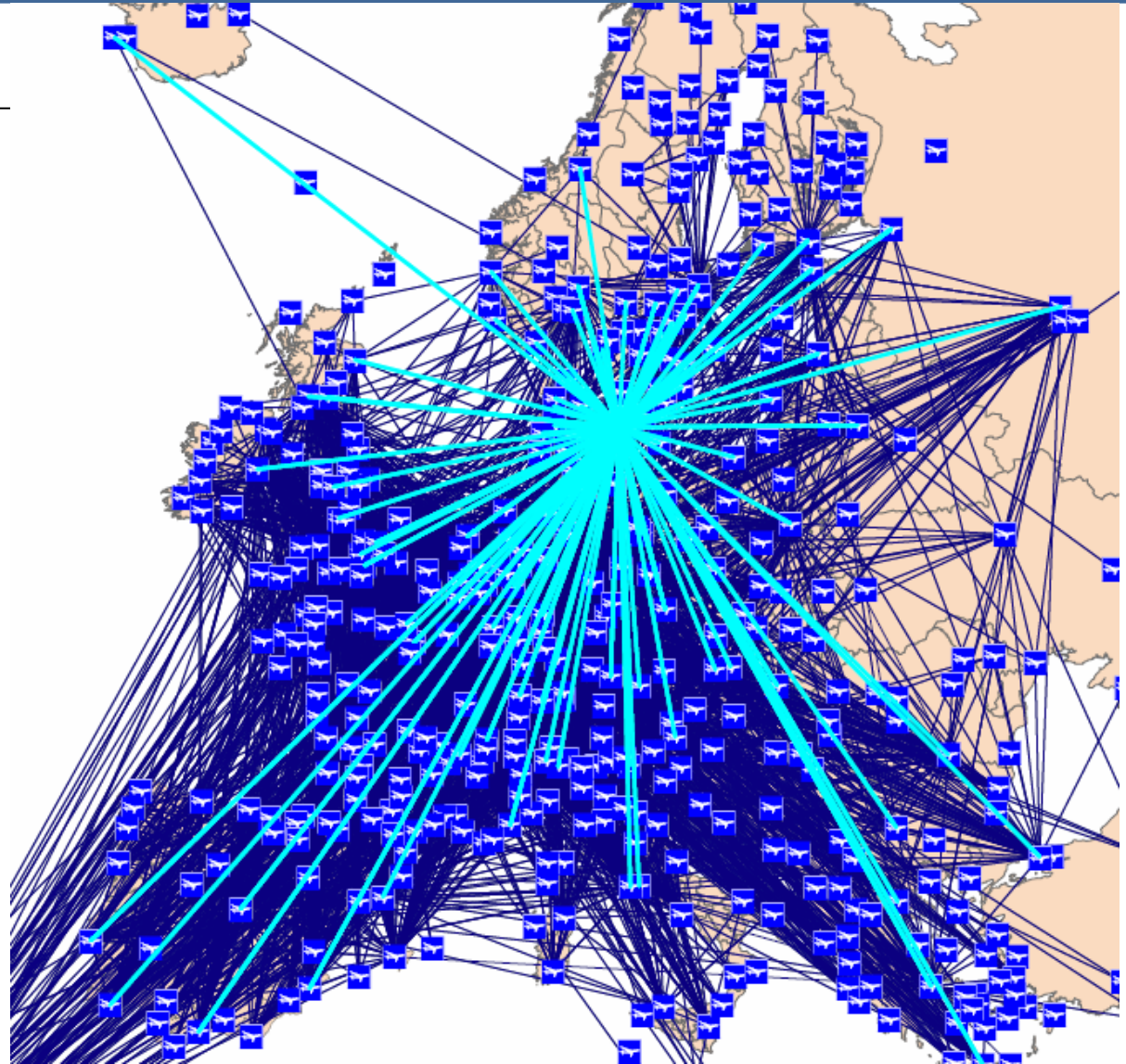
## Eksempel på valgsæt (1)

### ■ Strasbourg

- ▶ Lokal lufthavn med få direkte forbindelser
- ▶ Nærliggende HUB i naboland
- ▶ Fjernere national HUB



# Forbindelser til/fra Kastrup



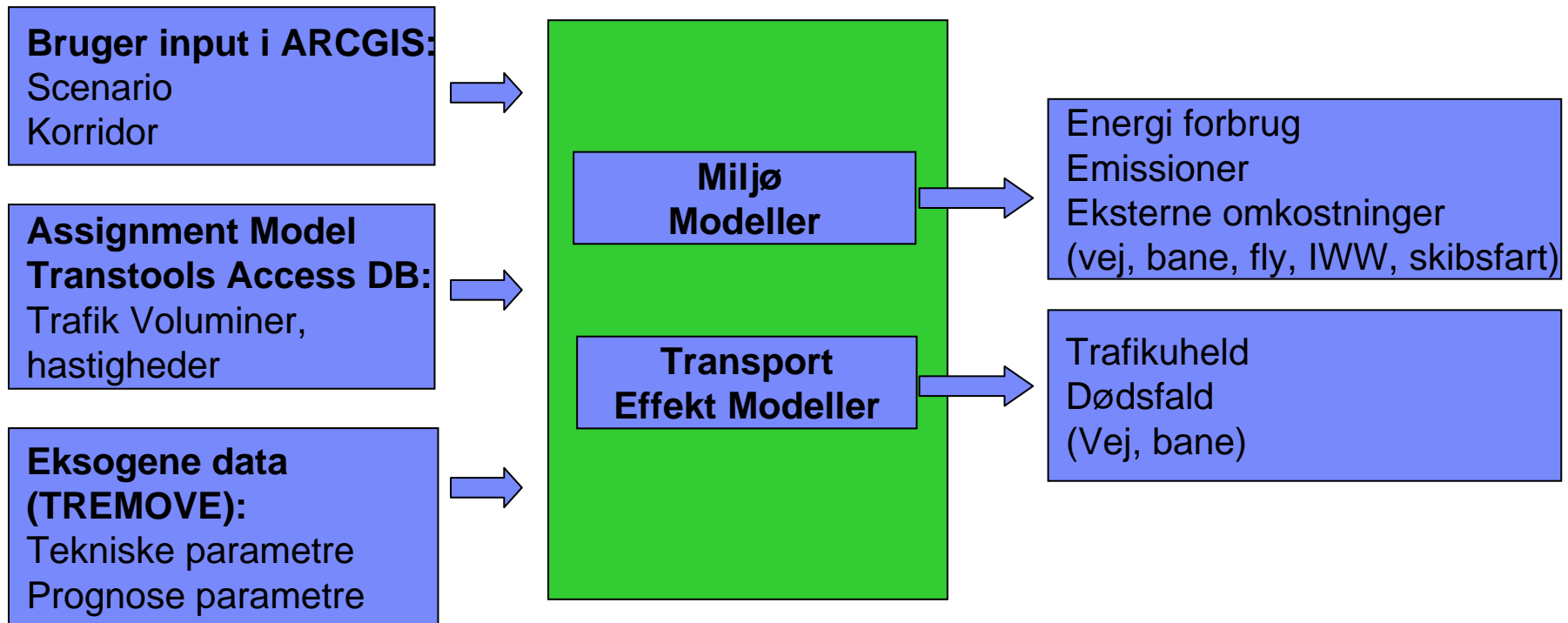
## Andre rutevalgsmodeller

---

- Passagerer og gods tog
  - ▶ Stokastisk netudlægning med logaritmisk normalfordelte tidsværdier
- Kanaler og floder (IWW)
  - ▶ Alt-eller-intet

# Effektmodeller

# Effektmodeller er sidste trin, og bygger på outputtet fra rutevalgsmodeller og netudlægning



# Implementering

## ArcGIS implementering

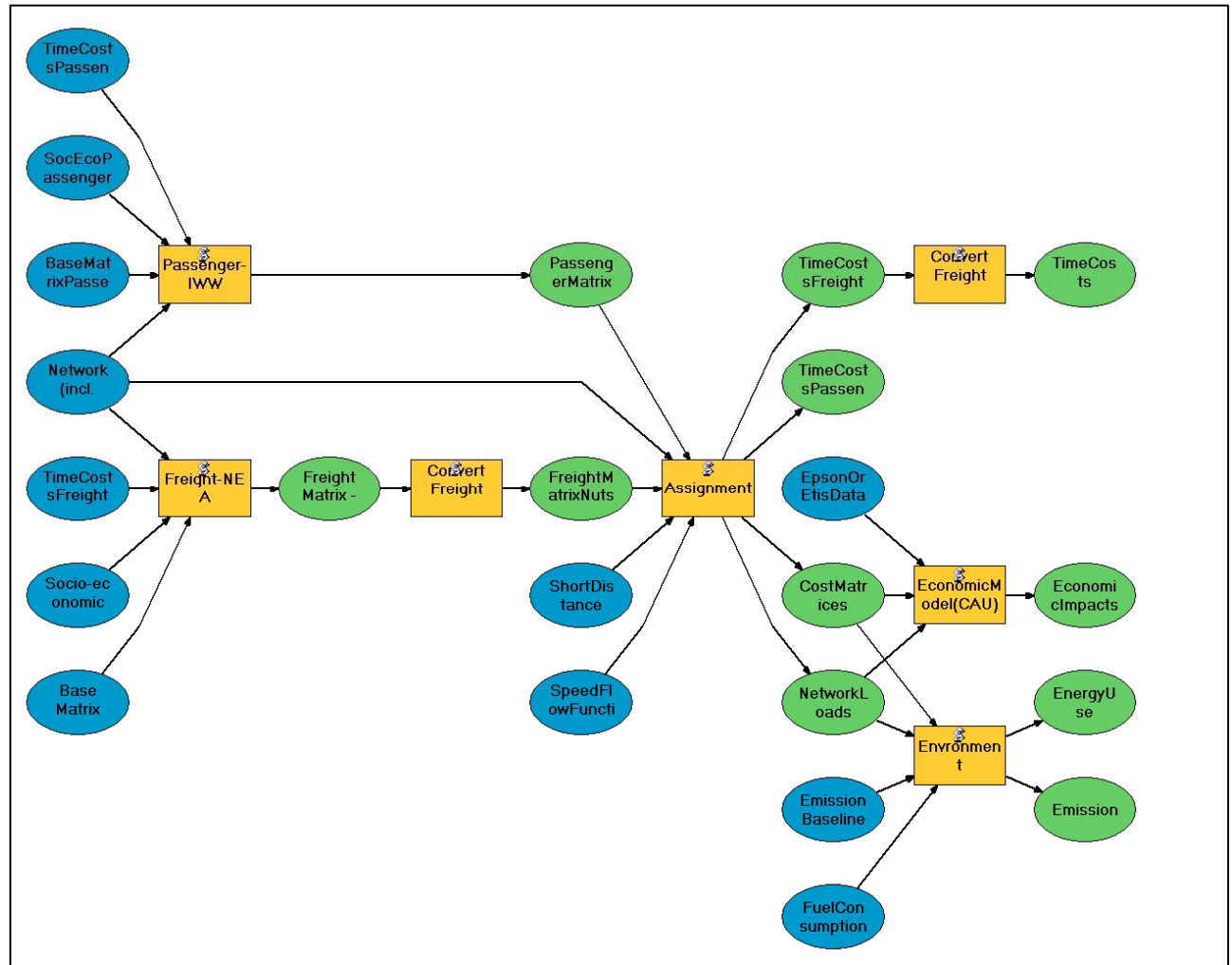
---

- Data validering og editering
- ArcGIS Model Builder sammenknytter del-modeller
- Genbruger Traffic Analyst komponenter og DTU assignment modeller
  - ▶ [www.rapidis.com](http://www.rapidis.com)
- Let at implementere bruger grænseflade og køre scenarier

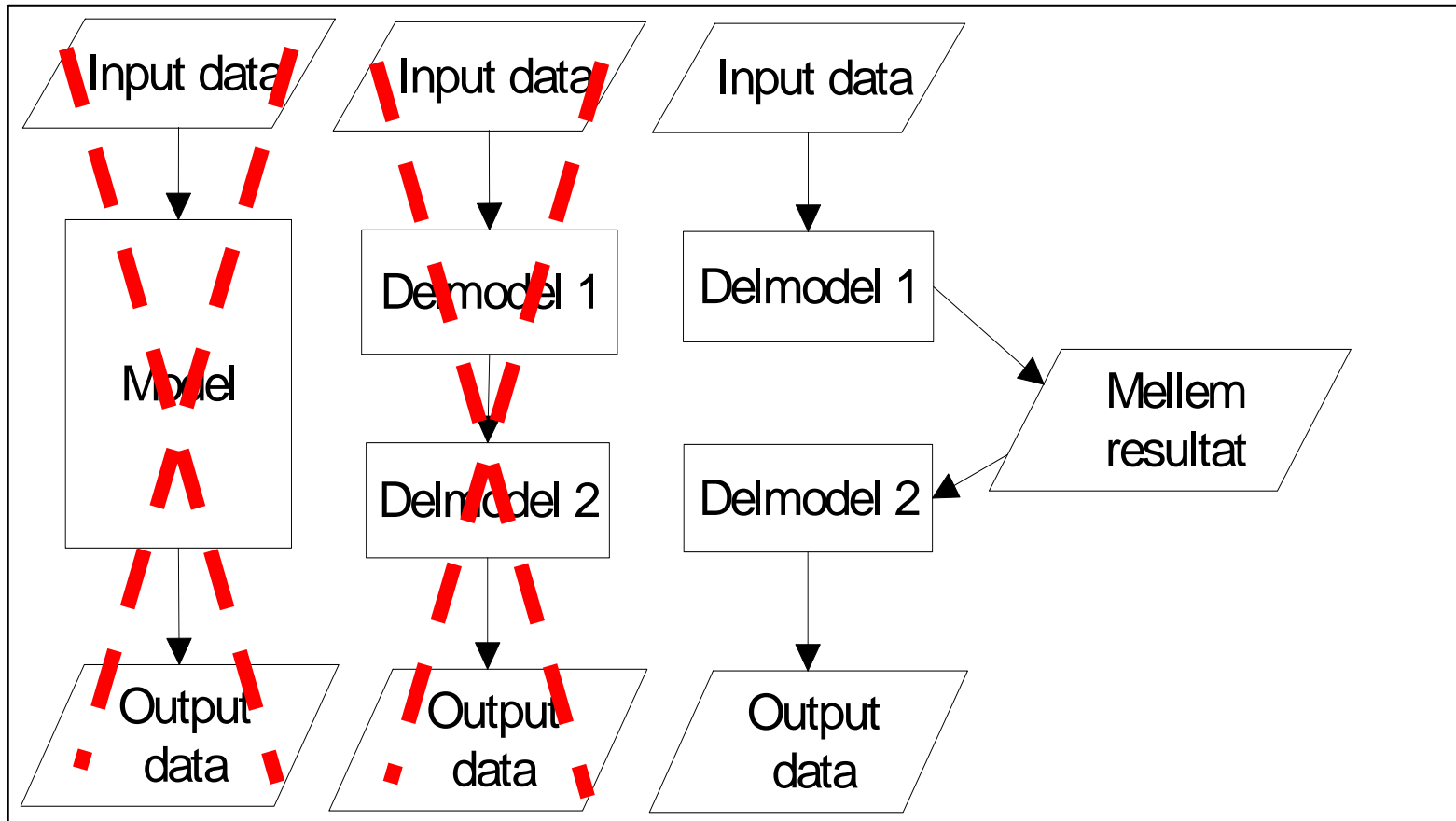


# Primære Bruger Flade

- Primære model komponenter
- Feedback løses ved at genkøre trin



# Filosofi m.h.t. data håndtering



## Relativ nem oplæring

---

- 1 dag i teknik
- IWW (Karlsruhe), TNO (Delft), JRC (Sevilla), TRT (Italien)
- Senere kurser I EU-regi
  - ▶ 1 dag teori/metode
  - ▶ 2 dage praksis

# Opsummering og perspektiver

## Opsummering

---

- Transtools er den største og mest omfattende Europæiske trafikmodel til dato
- Omfatter hele Europa, alle transportmidler, gods og passagertransport
- Formentligt den største trafikmodel i Verden hvad angår befolkning og BNP
  - ▶ Langt den største m.h.t. antal lande (55)
- IPR fri og generelt tilgængelig
  - ▶ Kræver dog ArcGIS 9.2 og Traffic Analyst (speciel licens)
  - ▶ Samt Access og Windows XP

## Metodisk inspiration til dansk praksis

---

- Kobling mellem traditionelle trafikmodeller og modeller for handel, logistik og regionaløkonomi
  - ▶ Oversees traditionelt i danske trafikmodeller
- Kobling af modeller på forskellige aggregeringsniveauer
  - ▶ Kan til en vis grad overføres til et system med en national trafikmodel og regionale delmodeller
- Transtools kan beskrive international strømme til/fra og gennem Danmark
  - ▶ Visse store danske projekter – f.eks. Femern – kan måske også indledningsvist vurderes med Transtools
  - ▶ Lige så regionaløkonomiske aspekter f.eks. national road pricing

# Transtools fremover

---

- IPR-fri
- Administreres af JRC (Sevilla)
- Worldnet
  - ▶ EU-projekt om interkontinental transport
- i-TREN
  - ▶ Scenario beregninger
- TEN-T
  - ▶ Modelforbedringer

# TEN-T projektet

---

- Validering af data
- Detaljering i nye medlemslande af EU (NUTSIII), samt nabolande
- Ny efterspørgselsmodel
  - ▶ GA-baseret
  - ▶ Nyttebaseret
- Ny flyrutevalgsmodelemodel
  - ▶ Valg af til- og frabringer transport, lufthavne og rute
- Metodiske forbedringer af CGEurope, herunder til NUTSIII
- Bedre link mellem CGEurope og trafikmodellerne
- Inkorporering af handelsmodel i CGEurope
  - ▶ (udskiftning af den tidligere model)