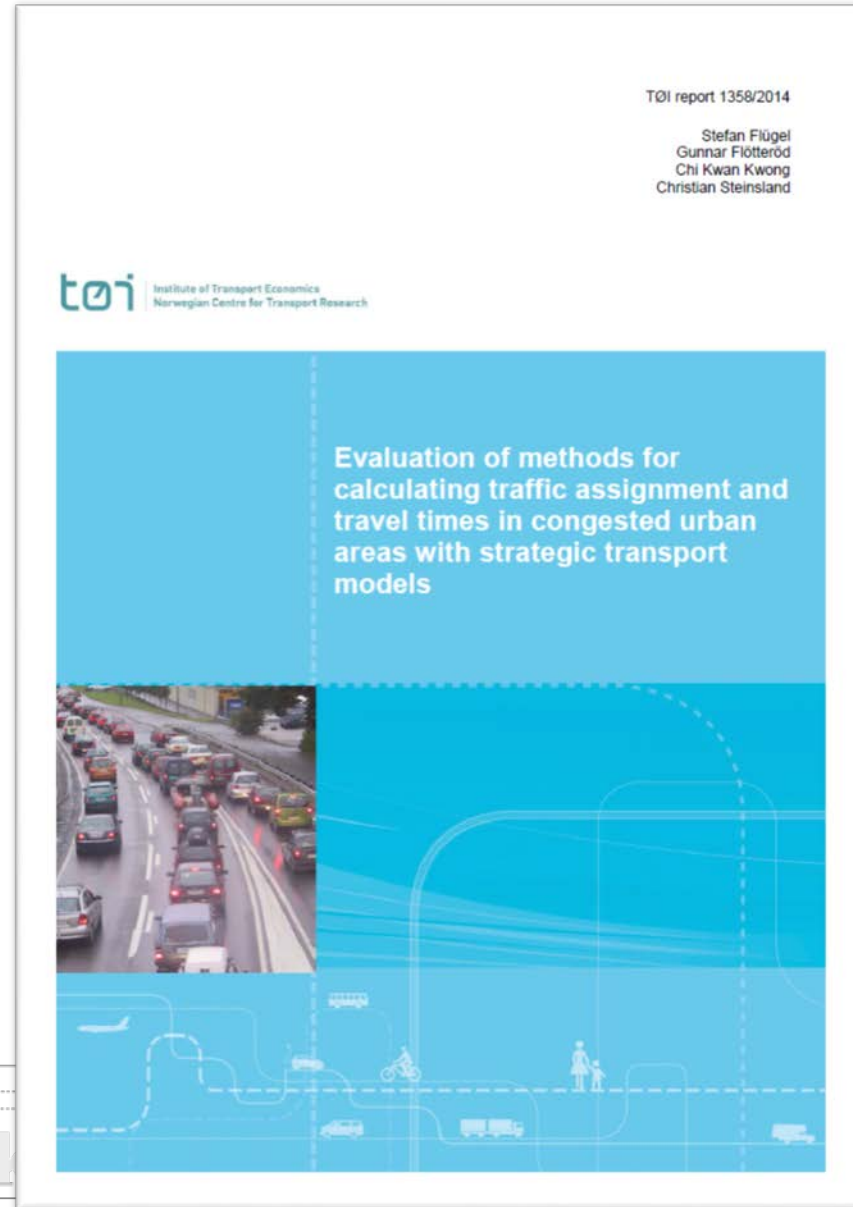


# Vurdering av metoder for å beregne trafikkavvikling og reisetider i byområder med købelastning i strategiske transportmodeller

Stefan Flügel (TØI)

**Formidlingsseminar – Bedre By**

Oslo 13.02. 2015



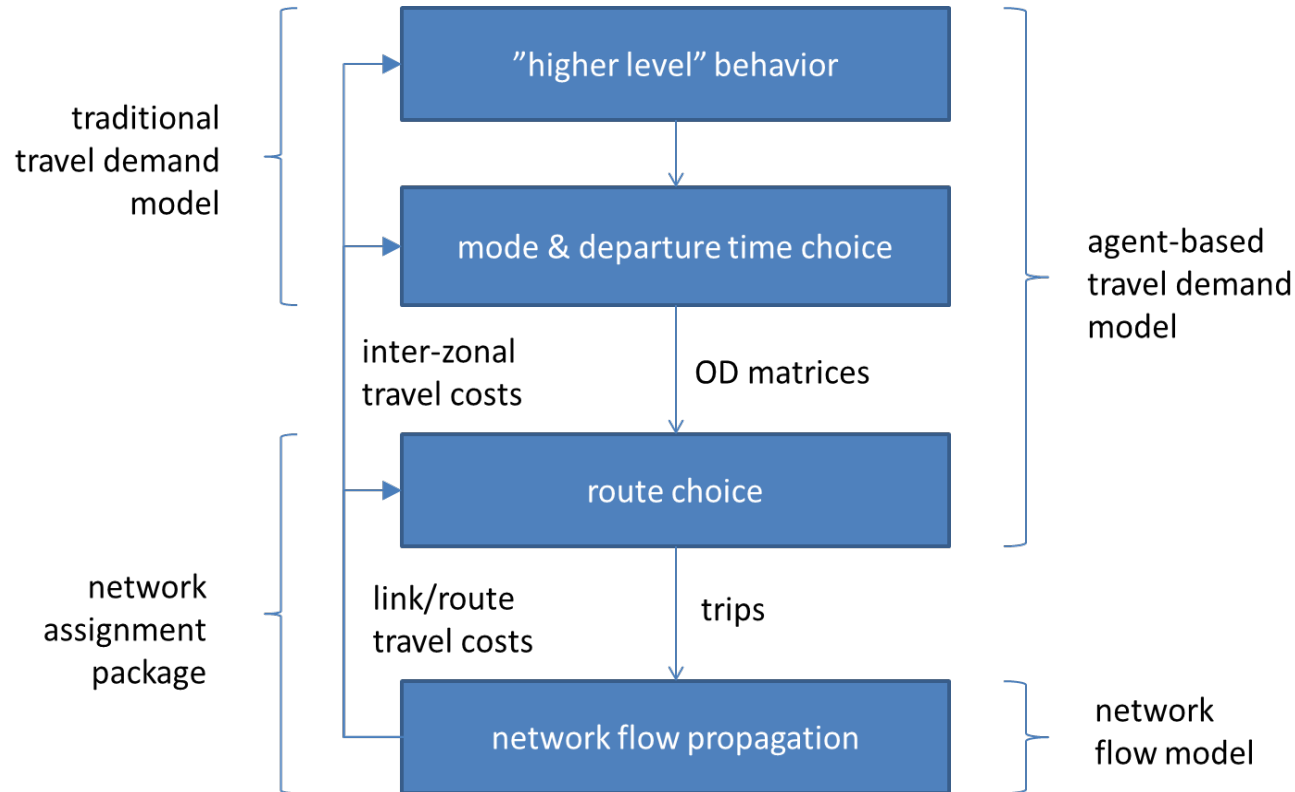
# Oppdraget

- **Kartlegge metoder** for å beregne trafikkavvikling og reisetider i byområder med købelastning i strategiske transportmodeller.
- **Vurdere hvordan statiske og dynamiske modeller** for å beregne trafikkavvikling og reisetider i byområder **kan kombineres**, og vurdere fordelene og ulempene ved en slik tilnærming.

# Strategiske transportmodeller

- For å undersøke **langsiktige** konsekvenser i transportsystemet til en **hel region** eller nasjon
- **Etterspørselssiden** beregnes/predikeres i modellen (**er endogen**)
- Kobler **etterspørselsmodell** mot en trafikkavviklingsmodell (**nettverksmodell**)
  - *Transportmodellsystem*
  - *Predikere atferd av reisende og fysiske forhold i nettverket*
  - *Finner **likevekt** mellom etterspørsel og tilbudt (nettverksforhold)*
- Valgdimensjonen som avhenger av nettverksforholdene
  - *“Om jeg reiser”*
  - *“Hvor jeg reiser til”*
  - *“Når jeg reiser*
  - *“Hvordan (hvilket transportmiddel) jeg reiser”*
  - *“Hvilken rute jeg tar“*
- Avgrensning mot taktiske og operasjonelle modeller
  - *I taktiske transportmodeller er etterspørselen delvis endogen (total antall reiser er ofte forhåndsbestemt) og disse modeller brukes gjerne for mer kortsiktige prognoser.*
  - *I en operasjonell transportmodell er etterspørselen gitt (bortsett fra rutevalg i noen tilfelle)*

# Komponenter av strategiske transportmodeller



adopted from Berglund et al. (2014))

# Generelle inndeling av transportmodeller

## ■ Temporære dimensjon

- **Statisk transportmodell:** En transportmodell som ikke tar hensyn til tid og vanligvis representerer stasjonære forhold innen en forhåndsbestemt tidsperiode.
- **Dynamisk transportmodell:** En transportmodell som eksplisitt tar med tidseffekter i alle transportprosesser den representerer
- **Kvasi-dynamisk transportmodell:** En mellomting mellom statiske og dynamiske modeller som bruker et sett av statiske modeller som er tidsmessig knyttet sammen på en forenklet måte.

## ■ Oppløsning

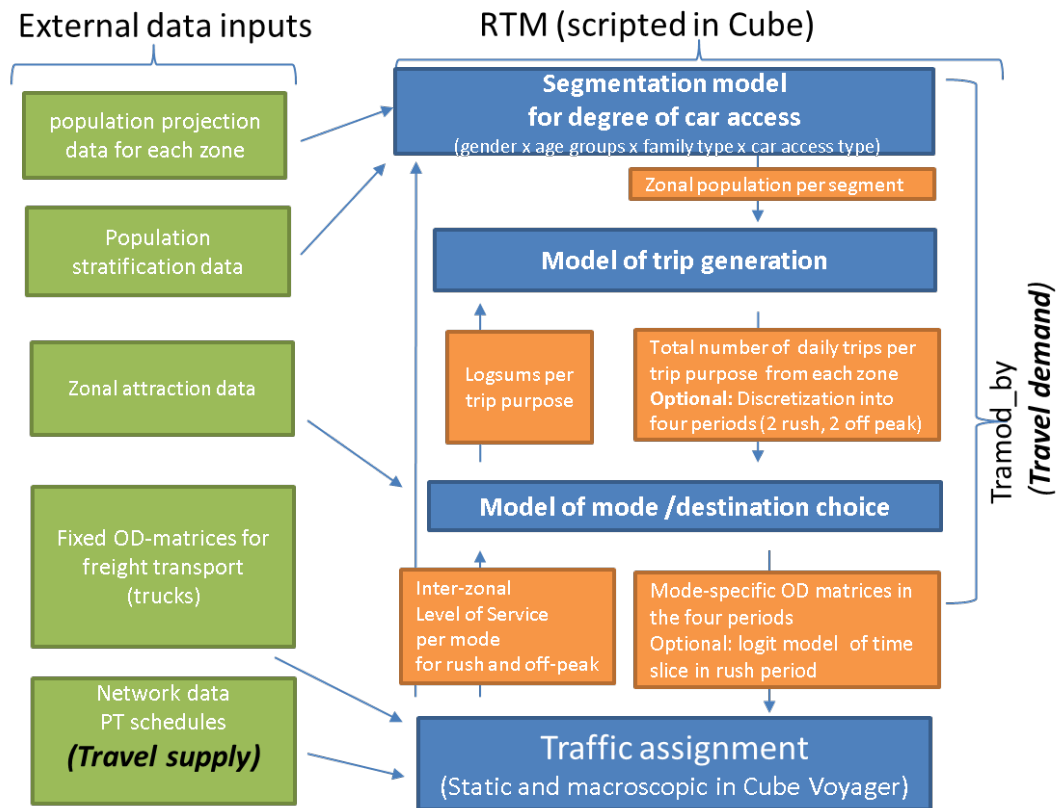
- **Makroskopisk transportmodell:** Representerer etterspørsel og nettverksflyt i aggregerte tall og løses i et matematisk program
- **Mikroskopisk transportmodell:** Opprettholder integritet til alle enheter og løses ved eksplisitt simulering av prosessinteraksjoner.
- **Mesoskopisk transportmodell:** En forenklet mikroskopisk modell der noen enheter eller prosessinteraksjoner er representert ved aggregerte vilkår.

## ■ Usikkerhet (ufullkommen modellering av prosesser)

- **Deterministisk transportmodell:** En (typisk makroskopisk) modell som ikke tar hensyn til usikkerhet (ufullkommen modellering) og forsøker å representere gjennomsnittsforskhold.
- **Stokastisk transportmodell:** En (typisk mikro eller mesoskopisk) modell som tar hensyn til usikkerhet (ufullkommen modellering) og produserer en sannsynlighetsfordeling av predikasjoner

# Tradisjonelle transportmodeller

- Statistiske og makroskopiske datastruktur (OD-matriser i sonesystem)
- Deterministisk valgferd
- Reisetiden beregnes med volume-delay-funksjoner (VDF)



# Konsept av Volume-Delay Funksjoner

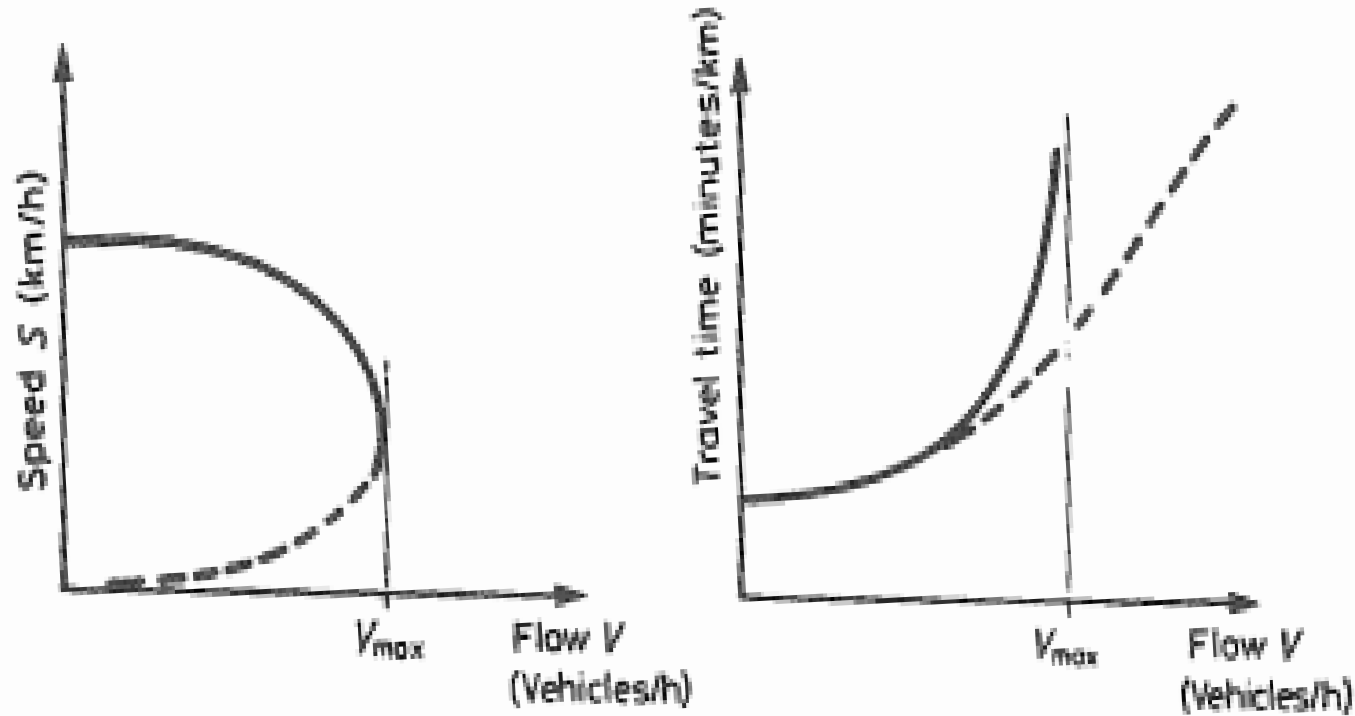


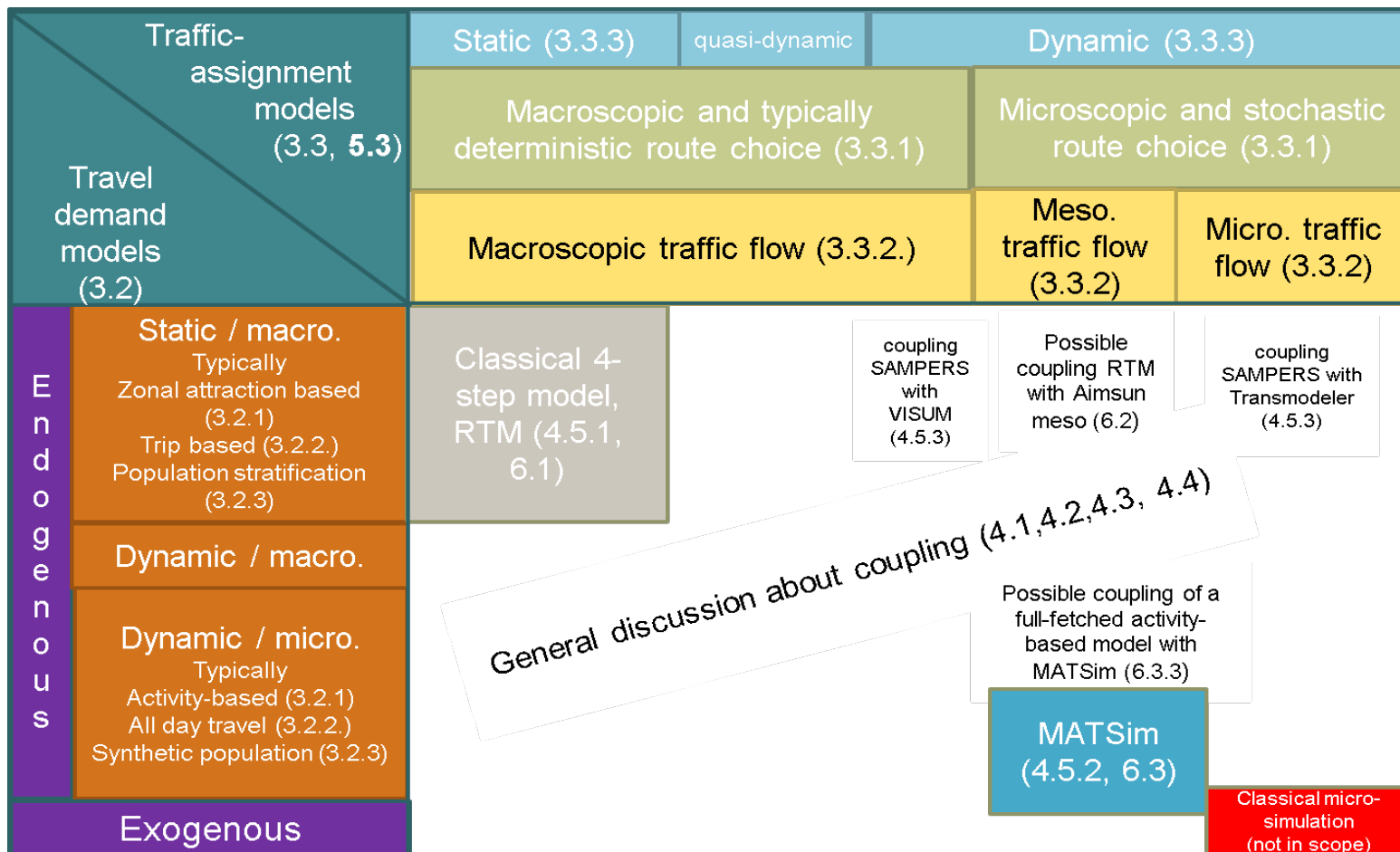
Figure 10.1 Typical speed-flow and cost-flow relationship for a long link

# Begrensinger av tradisjonelle transportmodeller som motivere nye typer modeller

- *Kan ikke fange opp temporære avhengigheter*
- *Utilstrekkelig modellering av købelastning*
  - Beskriver forsinkelse men ikke kø (trafikk tetthet)
  - Kan predikere trafikkflyt som overstige gatens fysiske kapasiteter
  - Kan ikke fange opp tilbakevirkning av flaskehalsar til andre gater
- *Begrenset heterogenitet*
  - Forhåndsbestemte befolkningssegmentering
  - Ofte bare én type kjøretøy
- *Ingen stokastikk i modellen*
  - Fanger bare gjennomsnittlige effekter opp



# Oversikt over metoder og modeller i rapporten



# Metoder for trafikkavvikling som evalueres i rapport

- Statisk, makroskopisk
  - *Bilenes bevegelser er i form av aggregerte strømmer (makroskopisk).*
  - *Beregner bare forsinkelse i reisetider (VDF), men ikke omfanget av og romlig utbredelse av kø. (statisk).*
- Dynamisk, makroskopisk
  - *Tilfører tidsmessig avhengighet i rutevalg og fanger opp den romlige, tidsmessige dynamikken i trafikkflyt; utleder forsinkelse gjennom å modellere kø eksplisitt (dynamisk).*
- Dynamisk, mesoskopisk eller mikroskopisk
  - *Definerer diskrete rutevalg for den enkelte reisende/kjøretøy (mikroskopisk rutevalg).*
  - *Representerer kjøretøy-kjøretøy og kjøretøy-infrastruktur interaksjoner på det enkelte kjøretøynivå (mikroskopisk trafikkflyt) eller aggregerer noen bevegelser innenfor en mikroskopisk modell, men lar den disaggregerte representasjonen av kjøretøyene være intakt (mesoskopisk trafikkflyt).*

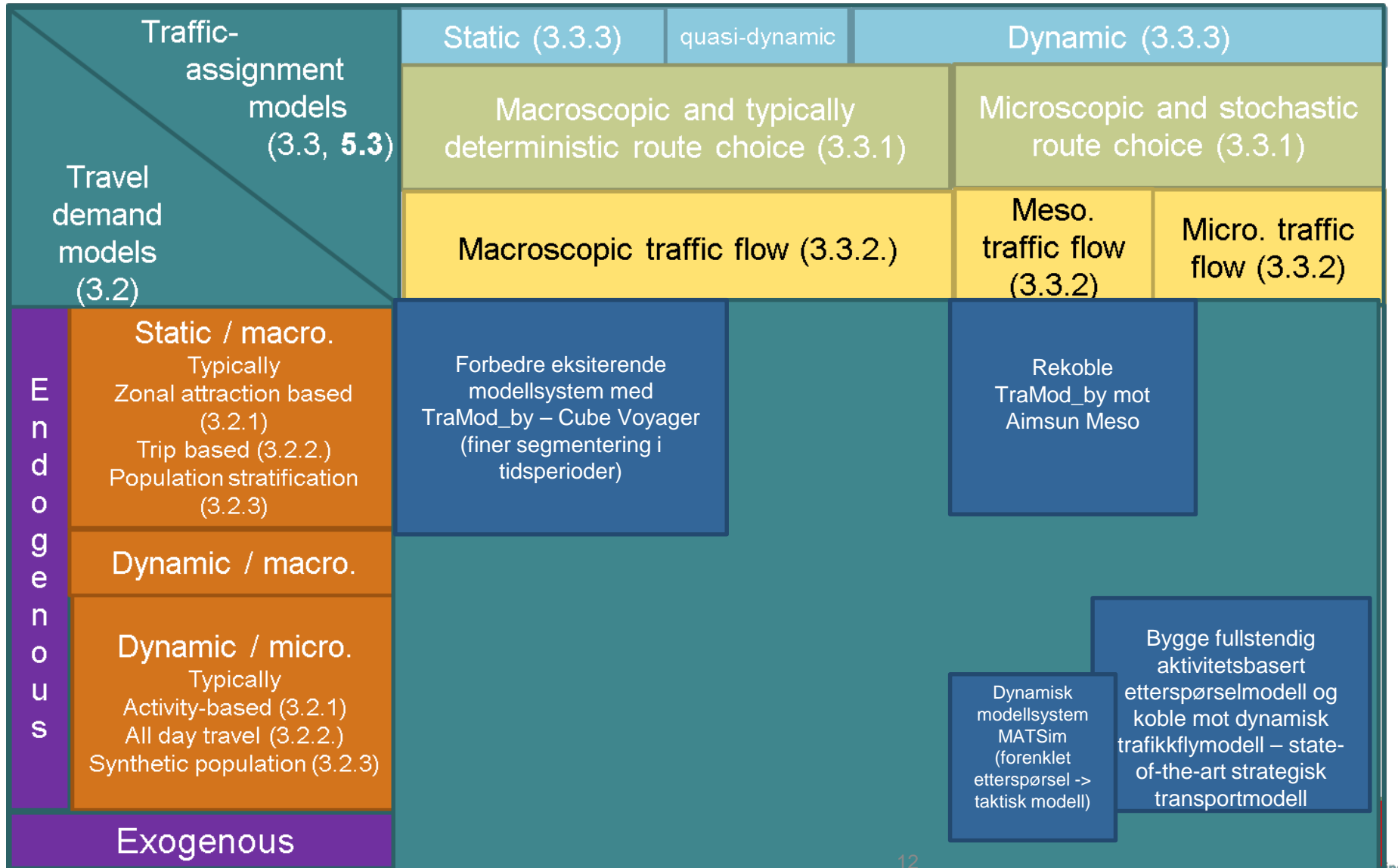
# Sammendrag av evaluering

Forskjellige analysehensikter	Statisk makro	Dynamisk makro	Dynamisk meso/mikro
Kø-reducerende tiltak	Utilstrekkelig (S)	Tilstrekkelig	Tilstrekkelig
ITS	Utilstrekkelig (S,A)	Mindreverdig (A)	Tilstrekkelig - mikro-nivå kan være nødvendig
Transportetterspørsels-regulering	Mindreverdig (A)	Akseptabelt	Tilstrekkelig – hvis koblet mot dynamisk etterspørselsmodell
Vinner/taper analyser	Utilstrekkelig (A)	Mindreverdig (A)	Tilstrekkelig – hvis koblet mot mikroskopisk etterspørselsmodell
Vanlig Nytte-kostnads beregning (enhetspriser)	Tilstrekkelig hvis købelastning lav	Tilstrekkelig	Tilstrekkelig - hvis fordelinger av prediksjoner er sammenlignet

Generelle modellegenskaper	Statisk makro	Dynamisk makro	Dynamisk meso/mikro
Robust og etterprøvbart	Ja, men muligens skeiv (S)	Følsom	Stokastisk (enkelte modellkjøringer ikke robuste)
Bredde i analysemuligheter	Begrenset (S,A)	Moderat (A)	Høy
Beregningstid	Rask - langsom hvis antall segmenter er høy	Langsom	Langsom - mikro-nivå kan være for langsomt for store nettverk
Implementering, kalibrering, bruk & vedlikehold	Relativt Enkelt (S,A)	Moderat (A)	Krevende
Fleksibilitet og mulighet for utvidelse	Lav	Moderat	Høy

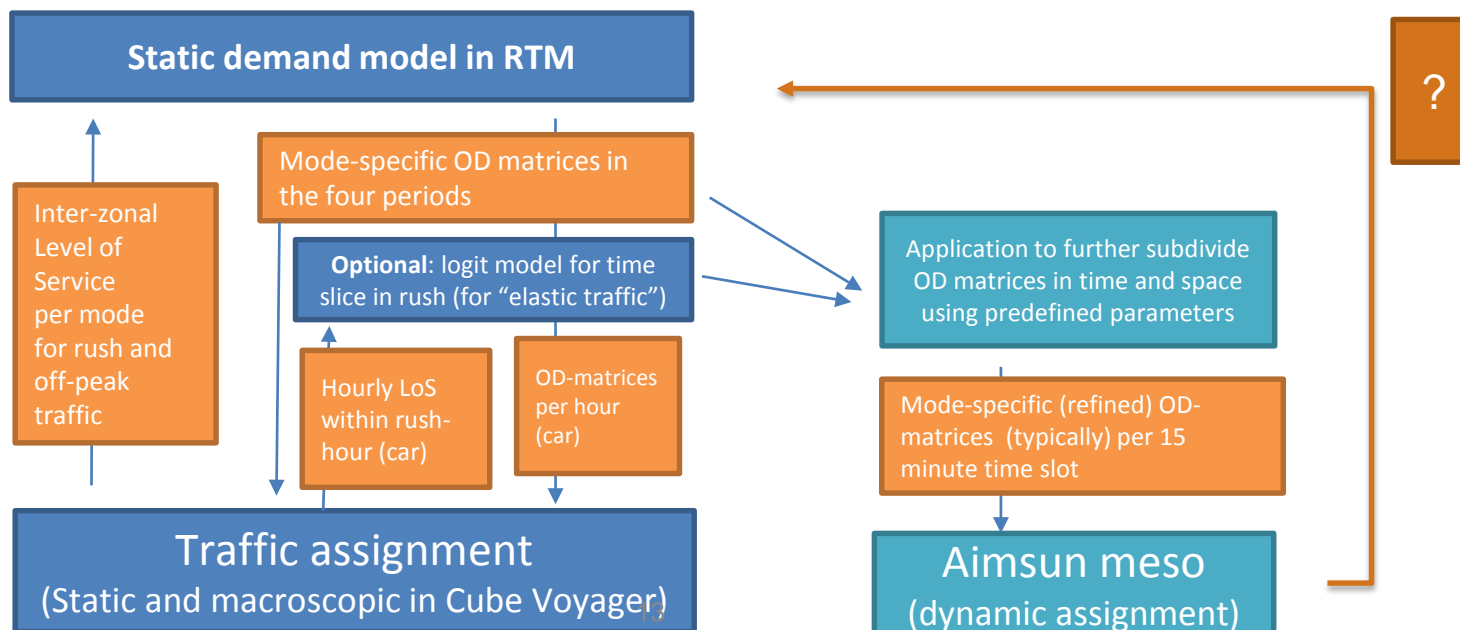
Årsak: (S)-Statisk, (A)-Aggregert

# Mulige satsingsområde for modellutvikling

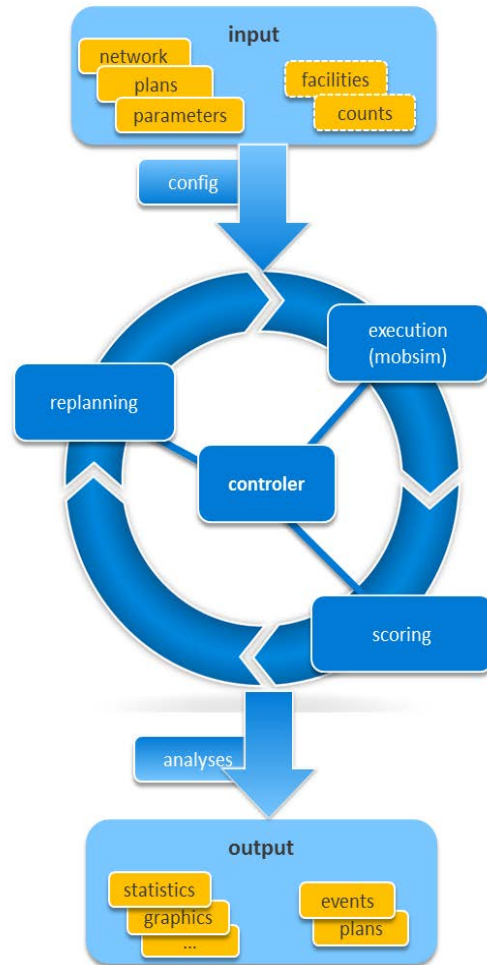


# Rekobling av TraMod\_by med Aimsun meso

- I dagens praksis bruker Aimsun meso faste etterspørselsmatriser og gir ikke informasjon (reisetider) tilbake til TraModby
- Rekobling virker teknisk mulig men forskjellige oppløsning (makro versus mikro/meso) kan være en utfordring
  - Hvordan dissaggrerer man på best mulig måte?
  - Hvordan unngår man informasjonstap?
- Ulempe: ikke noen en-mot-en mapping mellom reisende (i etterspørselsmodellen) og kjøretøy (i trafikkavviklingsmodellen) mulig?

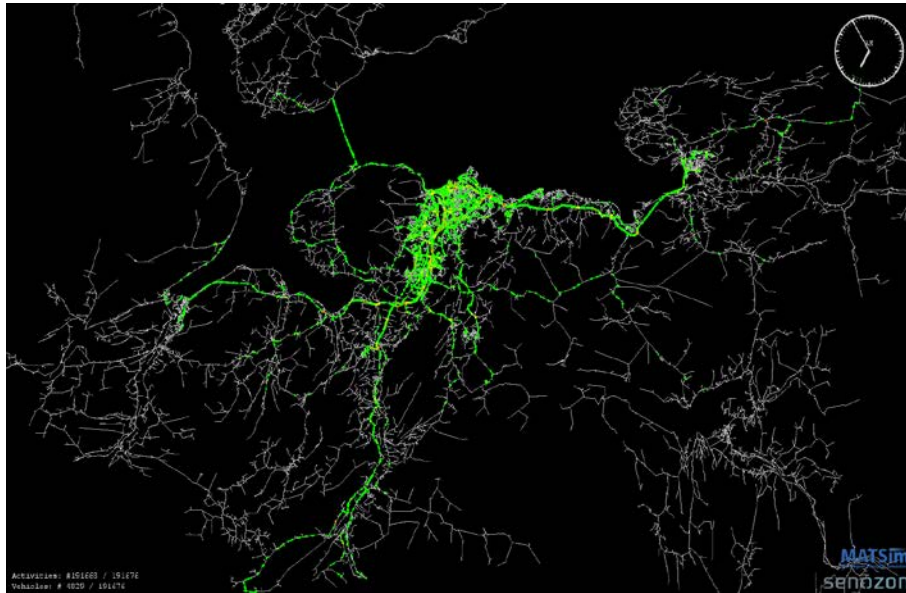


# MATSim (“Multi-agent transport simulation toolkit”)

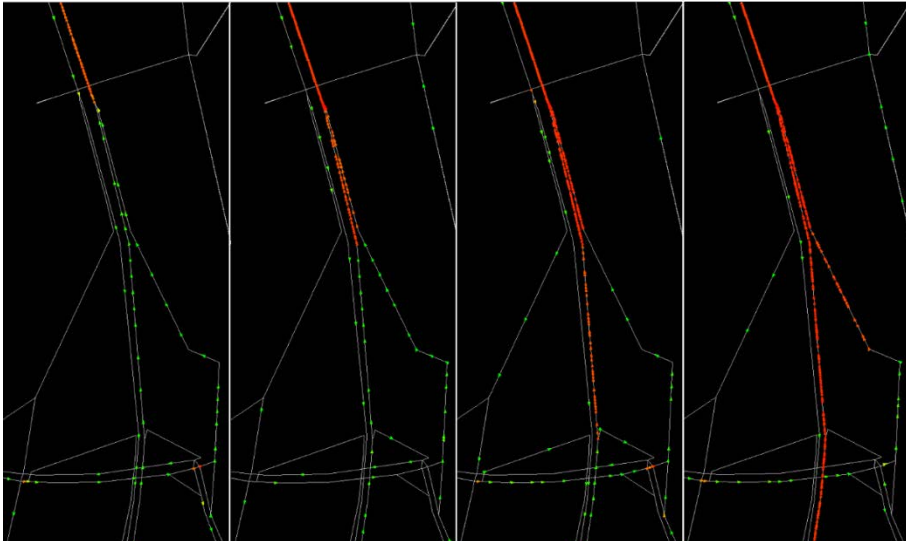


- Agentbasert
  - Aktivitetsorientert
  - Heldaglig reiseplaner
  - Syntetisk befolkning
  - Ingen soner
- Dynamisk transportmodell
  - Simulering er “sekund-for-sekund”
  - Etterspørsel (mikroskopisk)
  - Trafikkflyt (mesoskopisk)
    - flere millioner agenter kan simuleres samtidig
- Åpen-kilde programvare
  - Kommersielle visualiseringsverktøy
- Akademisk bakgrunn i utviklingsteamet
- Mange implementeringer rund i verden

# Første MATSim modell for Trondheim

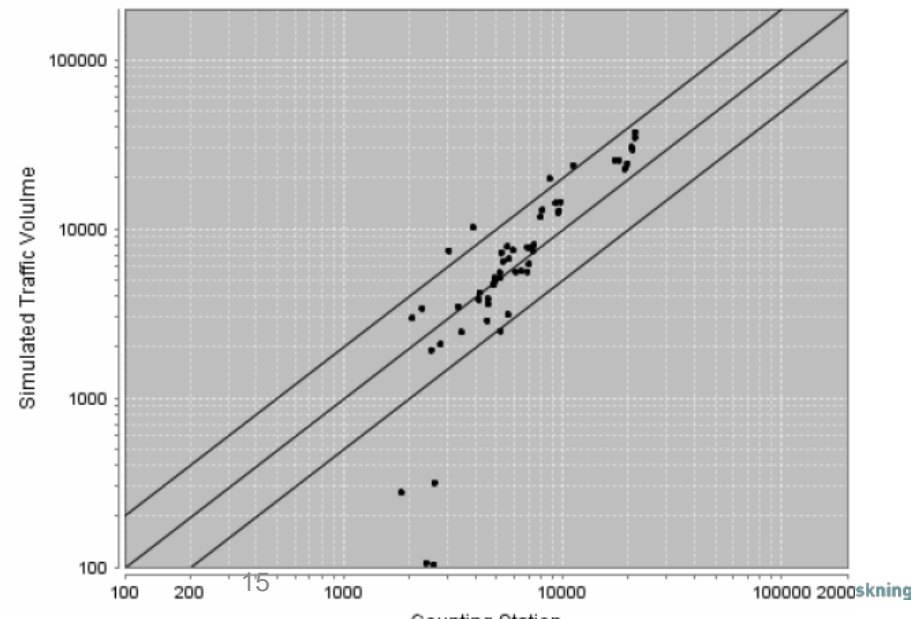


06:55:00      07:00:00      07:05:00      07:10:00

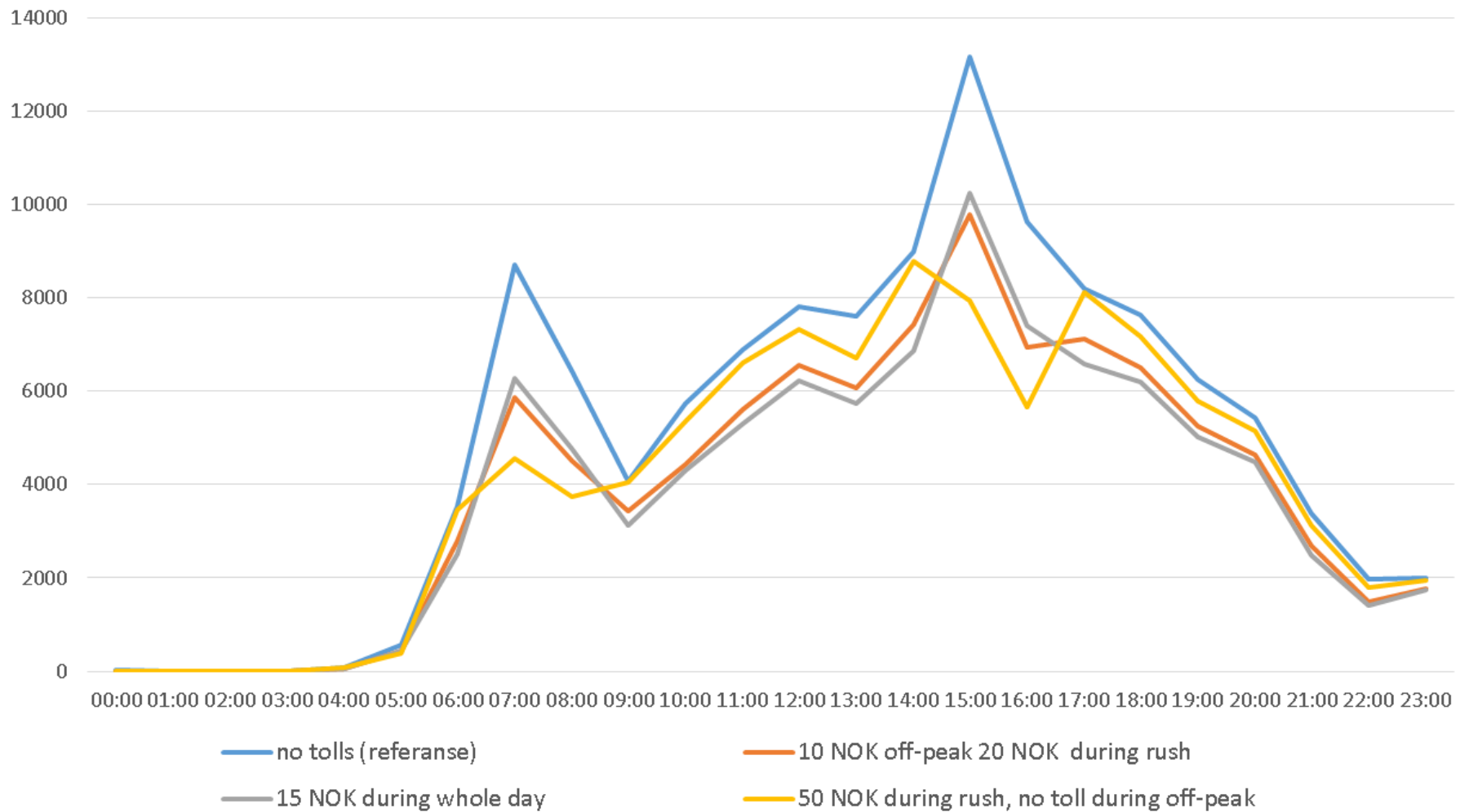


- Etterspørselsdata fra RVU (~4500 reisedagbøker)
- Simulerer ~ 200000 agenter på et detaljert nettverk
- Kollektivtransport ikke enda implementert
- Valgatferd: Transportmiddelvalg, rutevalg og valg av avreisetidspunkt

**Daily Traffic Volumes**



## Simulated cars entering/leaving Trondheim city centre



source: Bockemühl (2014)



# Konklusjon

- **Statiske trafikkavviklingsmodeller er utilstrekkelige for å beregne trafikkstrømmer og reisetid i købelastede byområder.**
- For strategiske transportplanlegging er spørsmål om **mest egne etterspørselsmodell like viktig**
- Datastrukturen avgjør hvor meningsfullt det er å koble sammen modeller
  - *disaggregerte datastrukturen unngå informasjonstap*
- For de fleste anvendelse er **dynamiske meso/mikro trafikkavviklingsmodeller mest egen**
  - **Realistisk modellering av kø**
  - *Høyre realisme i atferdsmodellering (aktivitetsbasert)*
  - *Større bredden i analysemuligheter*
  - *Men mer krevende i implementering og bruk*
  - *Stokastikk: konseptuelt fordelaktig men utfordrende i praktisk bruk*
- **MATSim:** dynamisk og detaljert trafikkflyts- og (kortsiktig) etterspørselsmodell
  - *Integrert tilnærming (ingen informasjonstap og en-mot-en mapping mellom person og kjøretøy)*
  - *Standardmodellen inkluderer ikke reisefrekvens og destinasjonsvalg*
  - *Kobling med en full (aktivitetsbasert) etterspørselsmodell og/eller arealbruksmodell ønskelig for strategiske/langsiktige analyser*
- Valg av hvilket type transportmodell man bruker avhenger **hvor mye forenklinger man er villig å godtar**
  - *Pragmatiske valg for tradisjonelle modeller setter muligens begrensinger til framtidige modellutvikling*
- (alle) strategiske transportmodeller er veldig komplisert. **Brukeren gjør forskjellen**
  - *Om man vil staste på nye typer modeller i fremtiden må folk utdannes i bruk av disse*

# Takk for oppmerksomheten!