

# Prediktions- och scenariobaserad trafikledning (POST)

David Gundlegård, Matej Cebecauer (KTH), Erik Jenelius (KTH), Clas Rydergren (LiU), Rasmus Ringdahl (LiU), Joakim Ekström (LiU), Wilco Burghout (KTH)

Trafik Stockholm, TrV STRESS  
Sweco, UC Berkeley

# Personer

- LiU/KTH
  - David Gundlegård, Matej Cebecauer, Erik Jenelius, Clas Rydergren, Wilco Burghout, Joakim Ekström, Rasmus Ringdahl
- STRESS
  - Tommy Nittula, Anders Persson
- Trafik Stockholm
  - Beatrice Gustafsson, Alexander Nilsson, Otto Åstrand
- Trafikverket
  - P-O Svensk, Tomas Julner

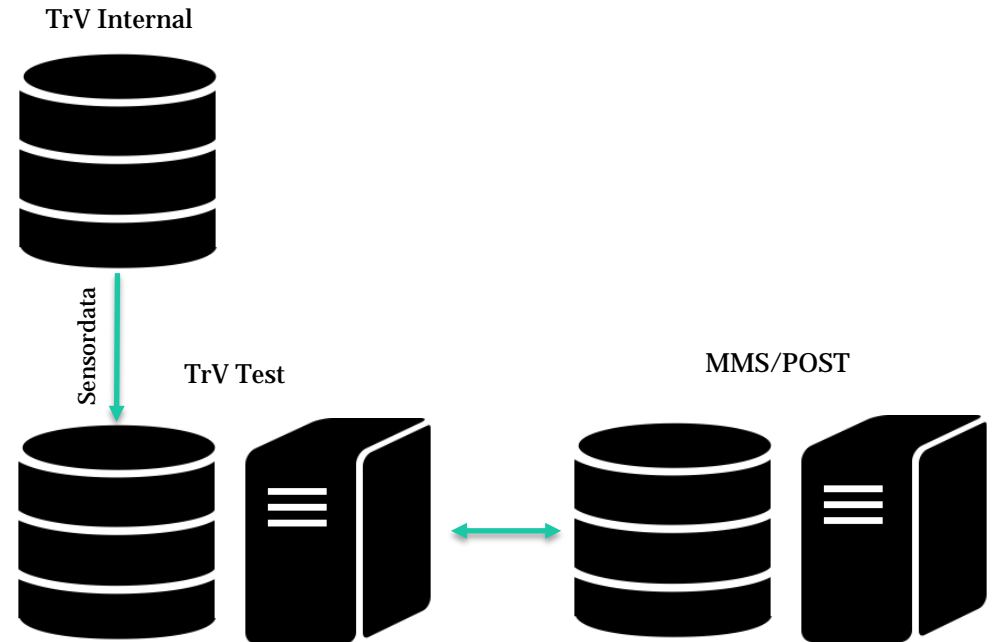
# Motiv till projektet

- Prediktera efterfrågan och ruttval för att utvärdera/rangordna trafikledningsåtgärder
  - Utveckling av offline-processer för efterfrågemodellering och scenarioutvärdering
  - Utveckling av online-processer för klassificering av trafiksituation och val av styråtgärd
- Åtgärdsexempel
  - Bärga direkt eller efter peaken?
  - Stänga körfält?
  - Informera trafikanter
    - Lämna bilen hemma
    - Ruttval
- Frågeställningar
  - Hur prediktera efterfrågan?
  - Hur sker ruttval för normaldagar och vid incidenter?
  - Hur utvärdera trafikledningsåtgärder?

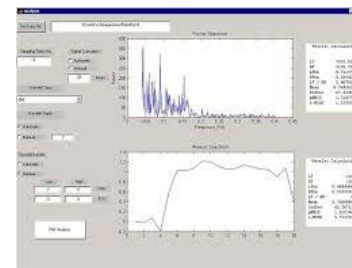


# Input från tidigare CTR-projekt

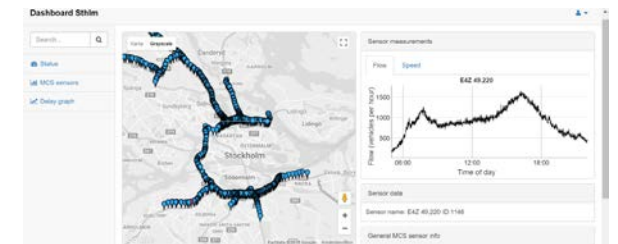
- Estimering och prediktering av restider
  - PPCA
  - CTM-v + EnKF
  - (Test med neurala nät, inflöden)
- Vägnettsbeskrivning för realtidsmodeller
  - NVDB -> model graph
- Första ordningens trafikmodell (CTM-v)
  - Kan köras i realtid för MCS-data
  - Interaktion via Matlab GUI
- Metoder för OD-estimering
  - c-SPSA



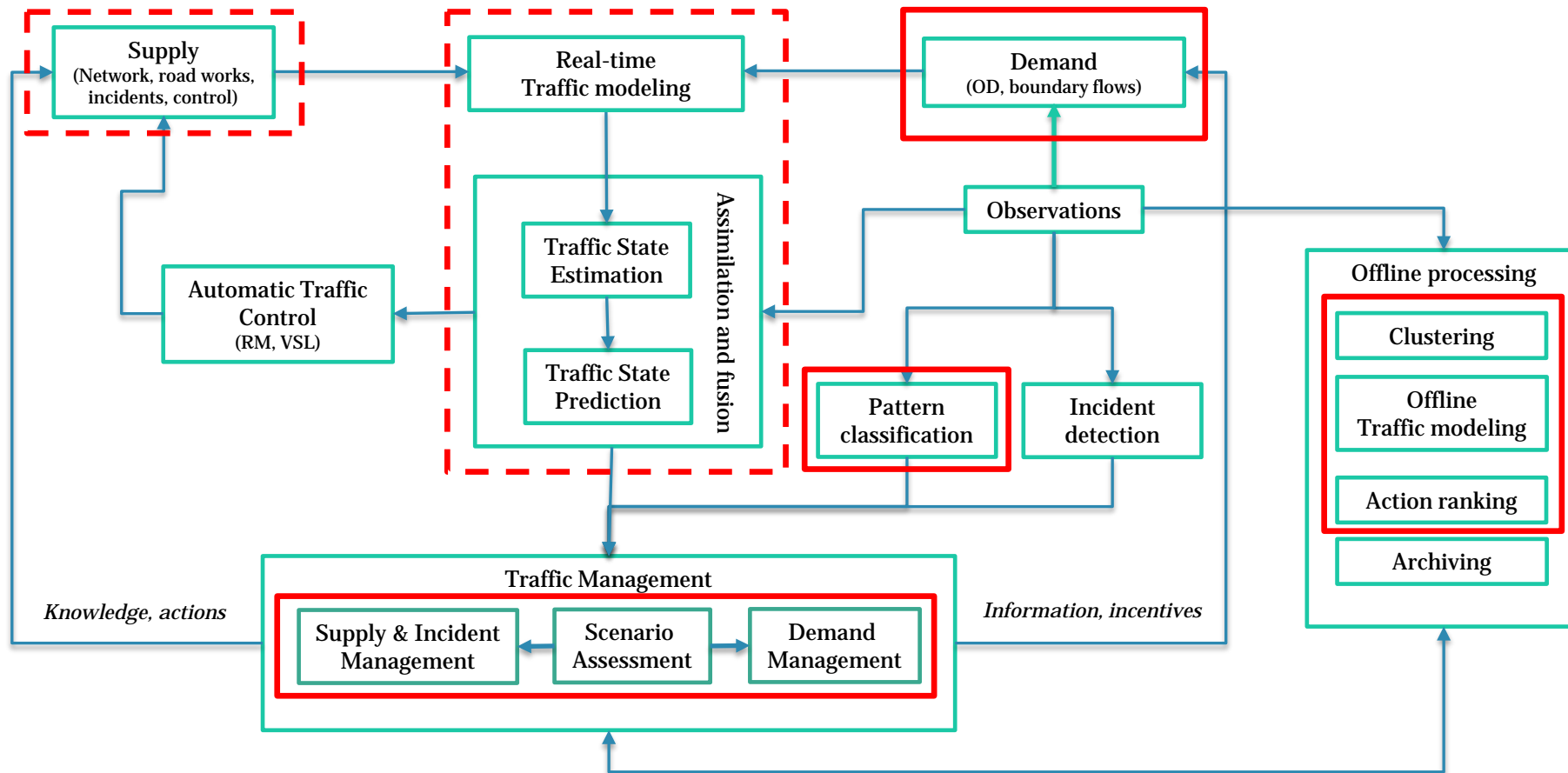
Model GUI



Dashboard

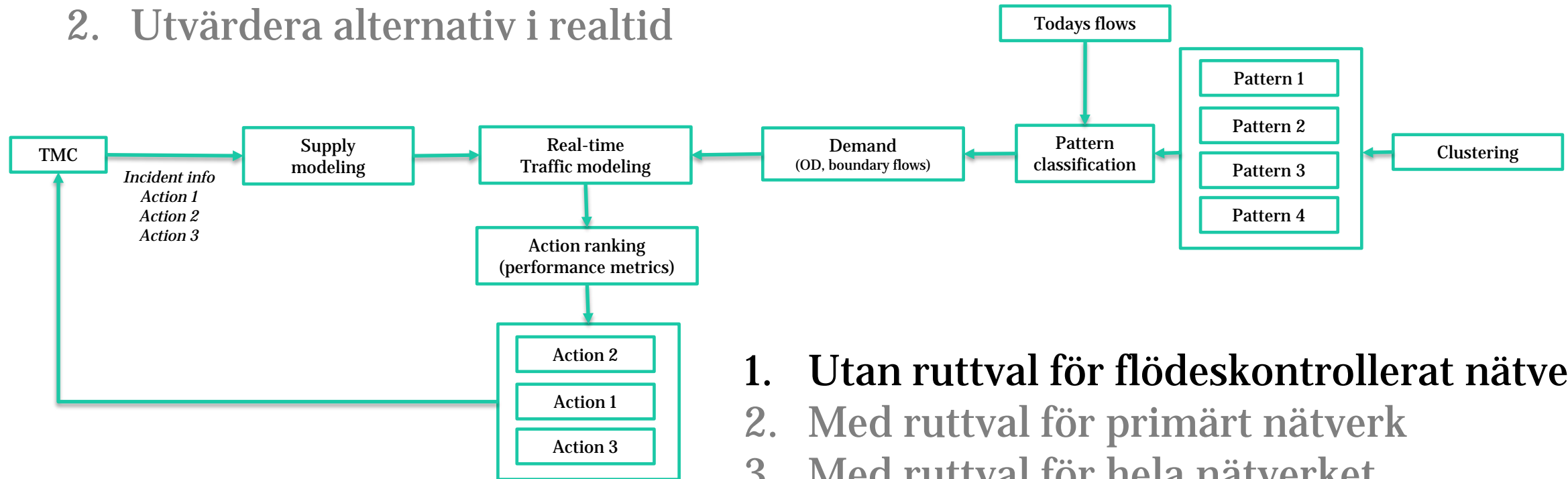


# POST - Översikt



# Ramverk scenariobaserad trafikledning

1. Offline för historiska händelser
2. Utvärdera alternativ i realtid

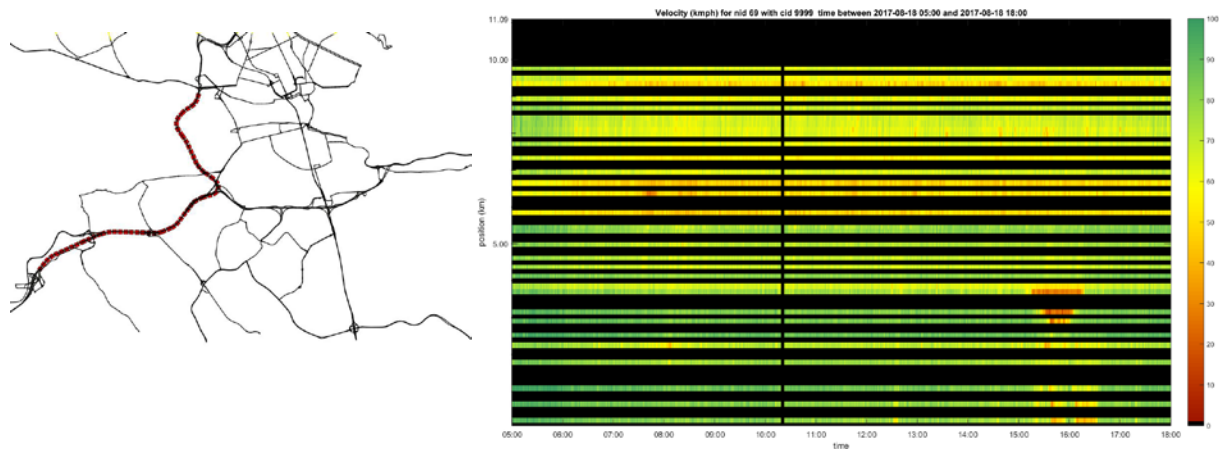


1. Utan ruttval för flödeskontrollerat nätverk
2. Med ruttval för primärt nätverk
3. Med ruttval för hela nätverket

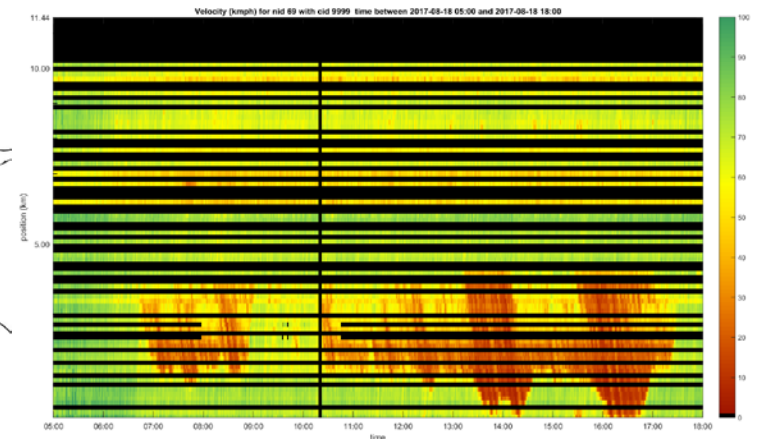
# Scenarioutvärdering - Exempel

- 25/8 2017: kränglande broskarv på Essingeleden
  - Ett antal körfält måste stängas av
  - Vilken information ska ges till trafikanter och när?

E4N 18/8 2017



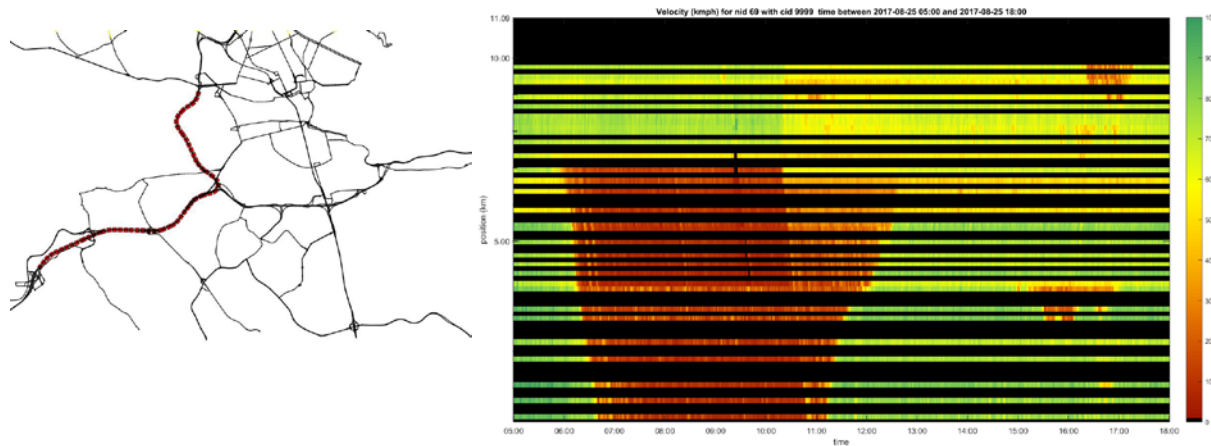
Södra länken 18/8 2017



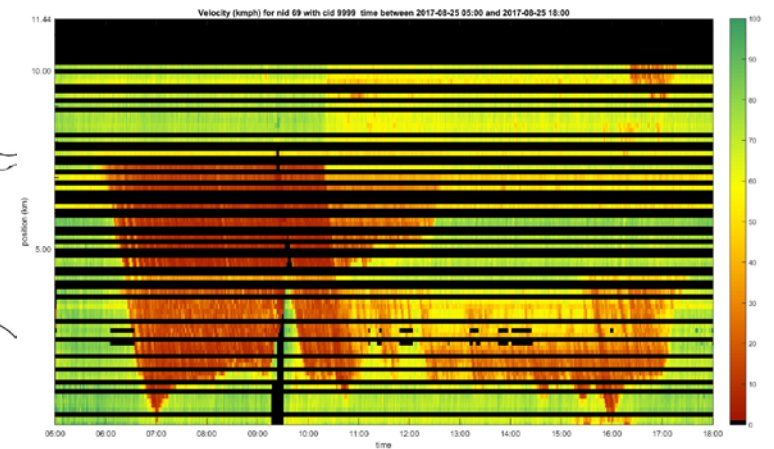
# Scenarioutvärdering - Exempel

- 25/8 2017: kränglande broskarv på Essingeleden
  - Ett antal körfält måste stängas av
  - Vilken information ska ges till trafikanter och när?

E4N 25/8 2017



Södra länken 25/8 2017



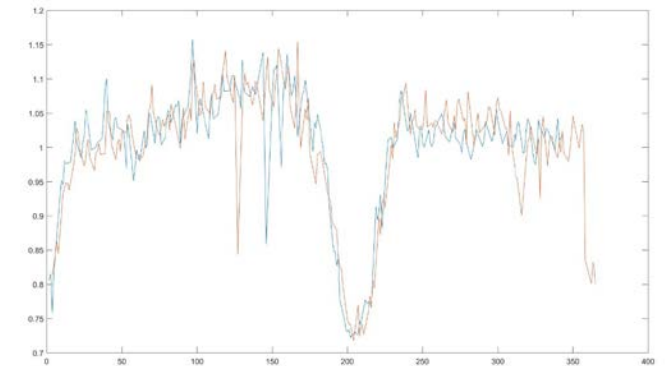
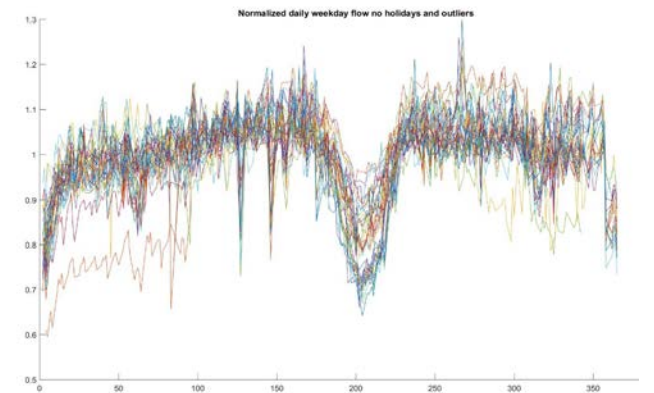
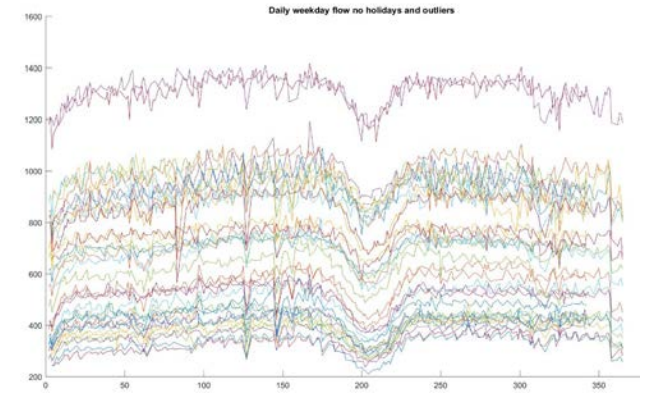
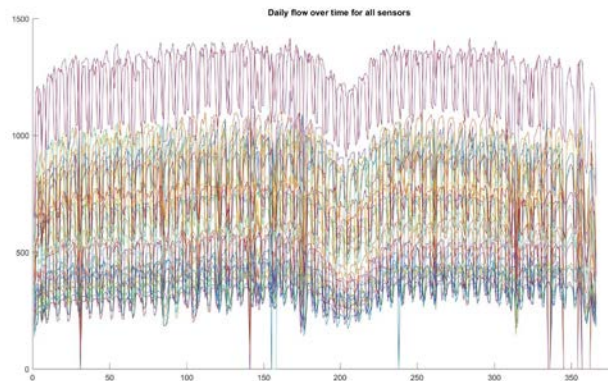


# Klassificering av typdag

- För att möjliggöra prediktering och utvärdering av trafikledningsåtgärder behöver efterfrågan skattas (utvärdering offline) eller predikteras (utvärdering online)
- För att kunna skatta/prediktera efterfrågan och förstå effekterna av olika åtgärder vill vi klassificera typ av dag
- Hur ska vi avgöra vilken typ av dag vi har idag?
  - Trafikkalender: Veckodag, väder, säsong, event...
  - Tidsserieanalys
  - Klustring (gruppering) av sensordata
- Vad ska vi klustra?
  - Restid (prestanda)
  - OD-matris (efterfrågan)
  - Flöde (efterfrågan + prestanda)
- Hur många kluster ska vi ha?

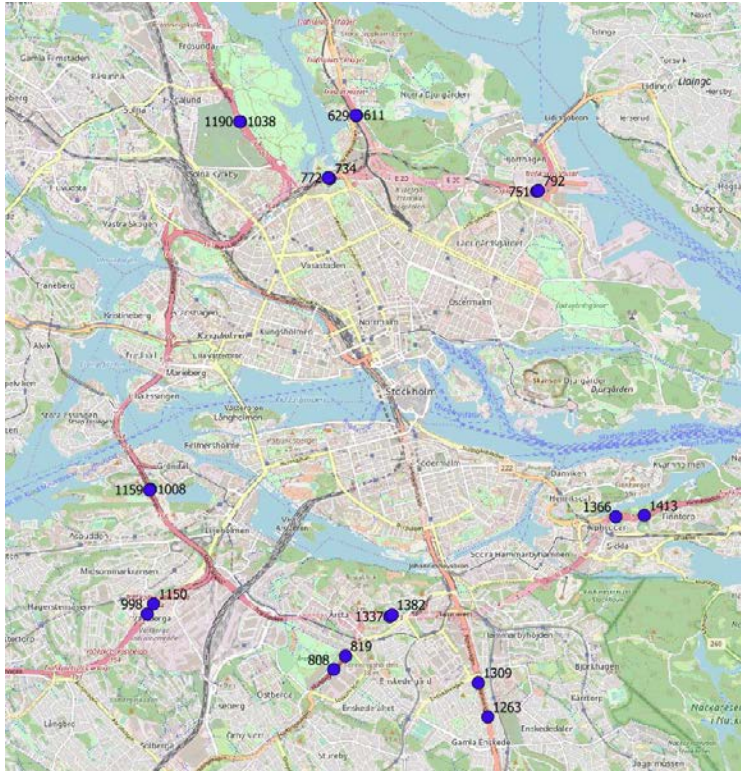
# Manuell klustring: Trafikkalender

- Specialdagar (DOY 2016/2017):
  - Nyårsdagen (1/1)
  - Trettondagen (6/6)
  - Skärtorsdag (84/103)
  - Långfredag (85/104)
  - Påskafton (86/105)
  - Påskdagen (87/106)
  - Annandag påsk (88/107)
  - Valborg (122/121)
  - Kristi himmelsfärd (126/145)
  - Klämdagar (127 / 146, 156)
  - Nationaldagen (158/157)
  - Skolavslutning (159)
  - Studenten (160, 167)
  - Midsommarafton (176/173)
  - Midsommardagen (177/174)
  - Midsommarsöndag (178/175)
  - Julafton (359/358)
  - Juldagen (360/359)
  - Annandag jul (361/360)
  - Nyårsafton (366/365)
- Specialperioder (DOY 2016/2017):
  - Januaridagar (4-10/2-8)
  - Sportlov (60-66/58-64)
  - Påsklov (81-87/100-106)
  - Sommar/semester (178-228/176-226)
  - Juli (183-213/182-212)
  - Höstlov (305-311/303-309)
  - Mellandagar (362-365/361-364)

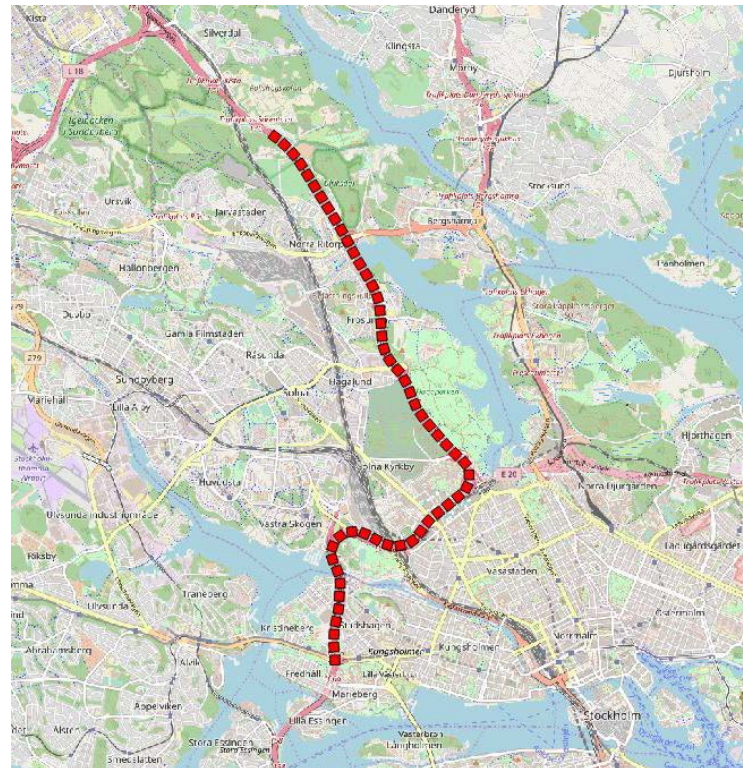


# Typer av klustring

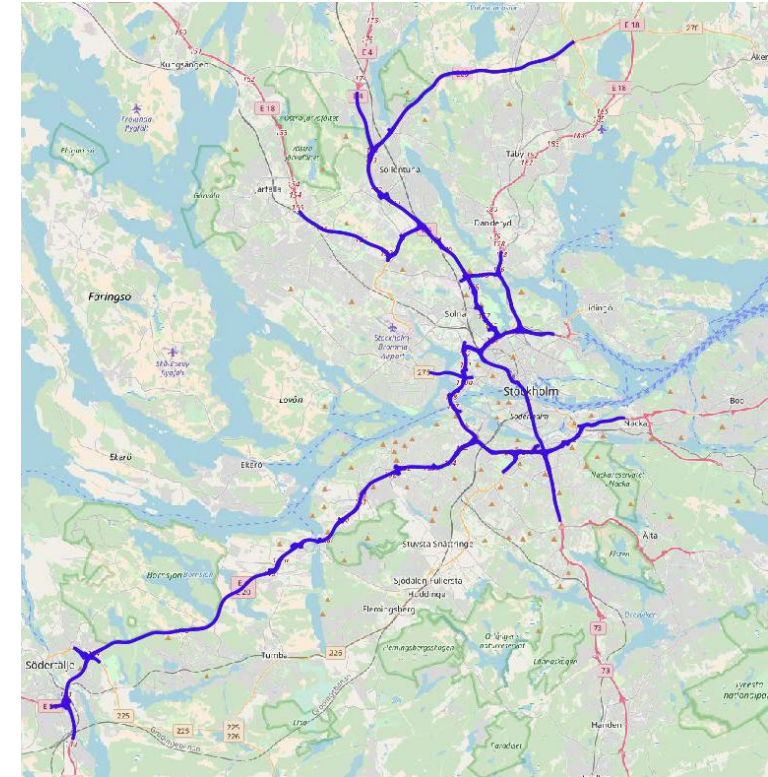
## Utvalda sensorer



## Rutt

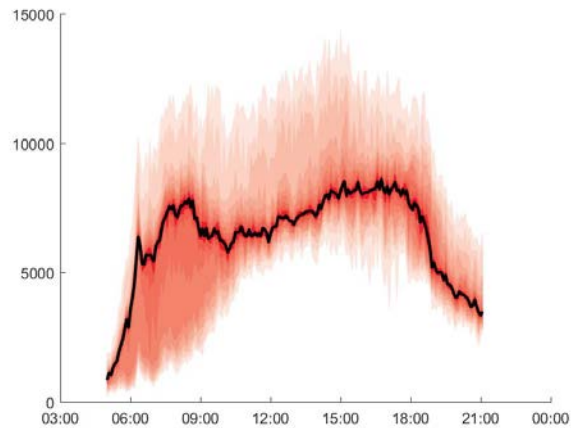


## Vägnätets nivå

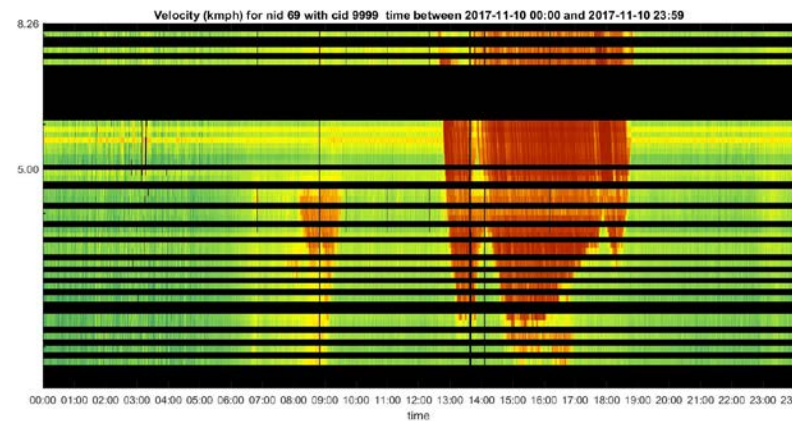


# Klustring i tid och rum

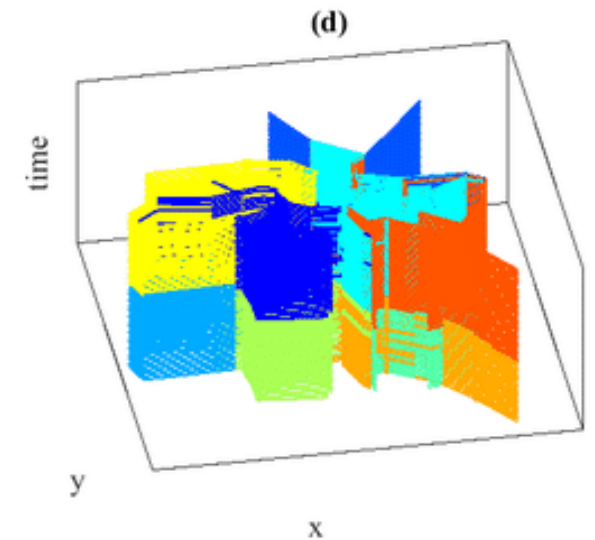
Endast tid



Tid + endimensionellt rum



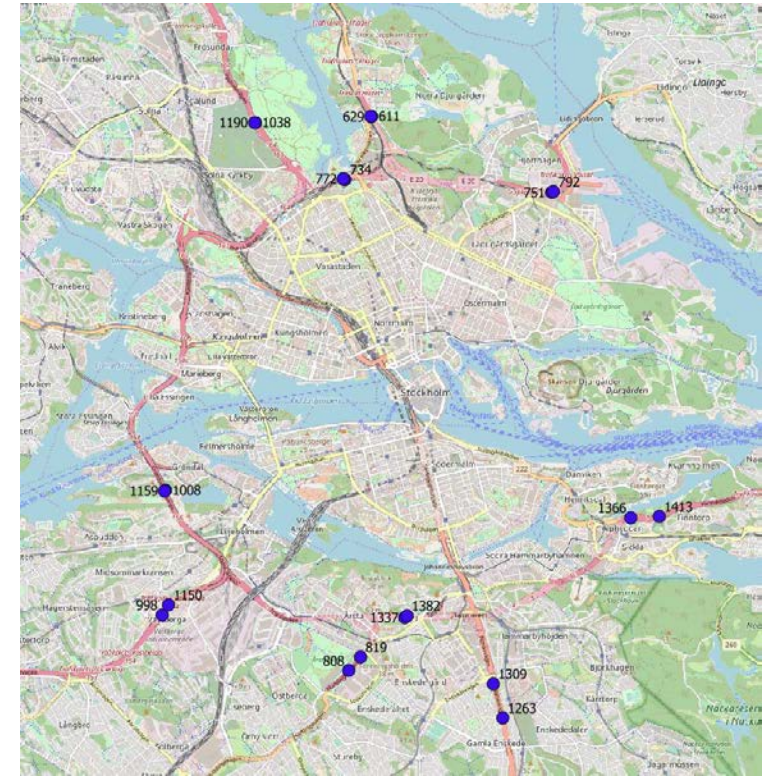
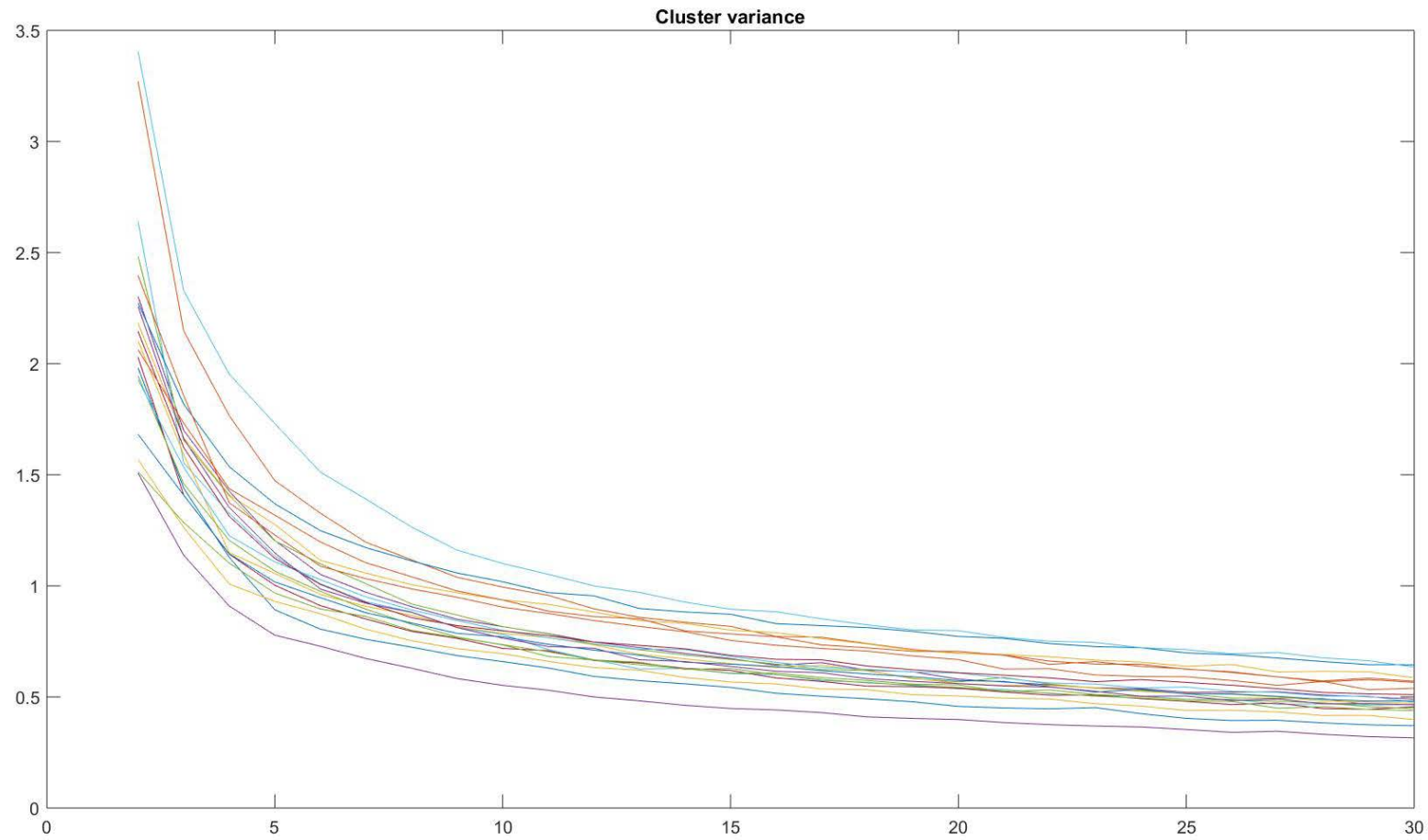
Tid + tvådimensionellt rum



Tidsupplösning? 5, 10, 15, 30, 60 min?  
Rumsupplösning? Sensor, länk, rutt?

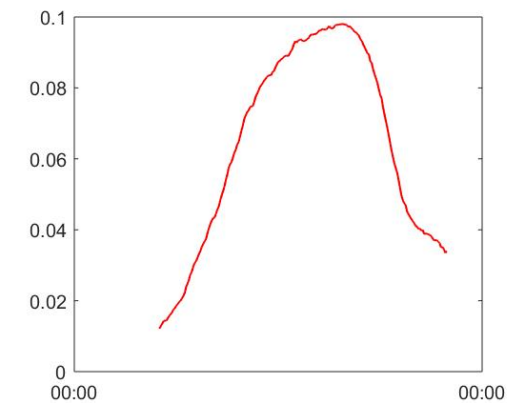
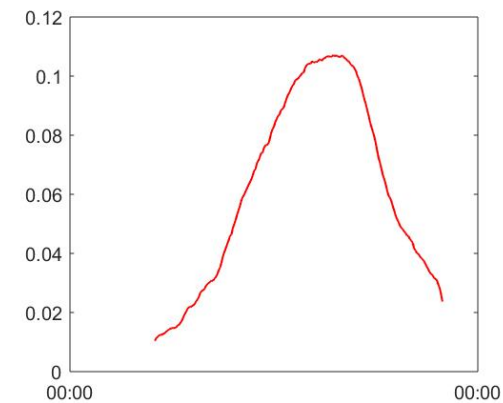
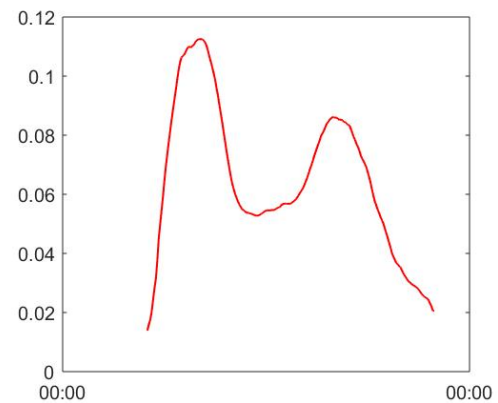
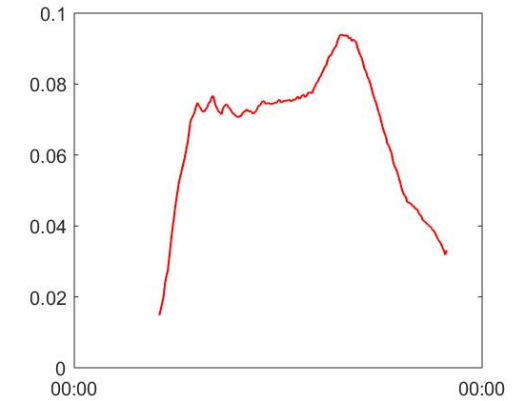
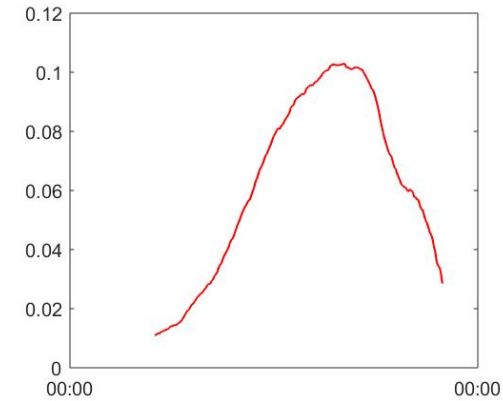
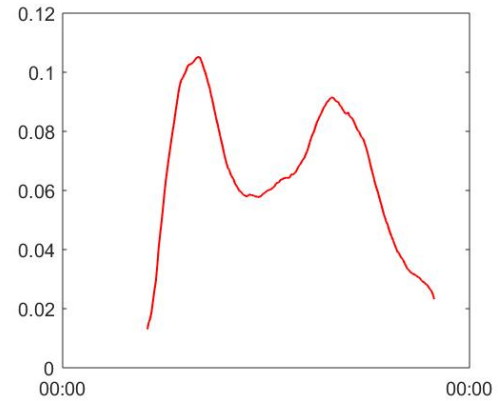
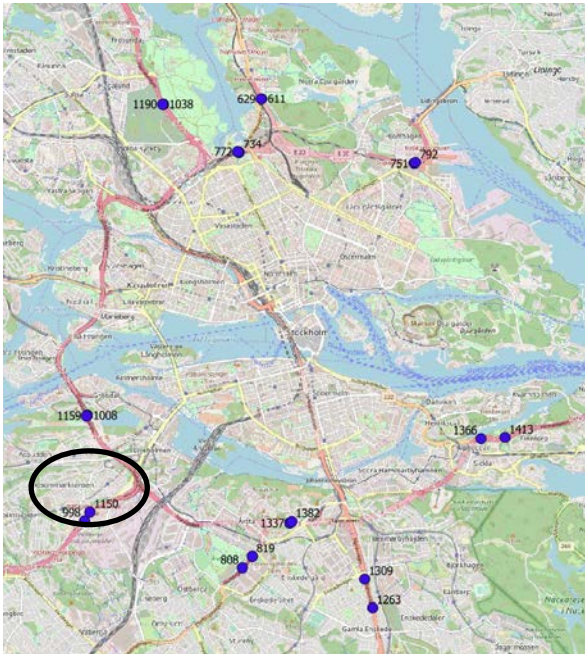
C. Lopez, L. Leclercq, P. Krishnakumari, N. Chiabaut, and H. Lint, "Revealing the day-to-day regularity of urban congestion patterns with 3d speed maps," Nature Scientific Reports, 2017

# Hur många kluster?

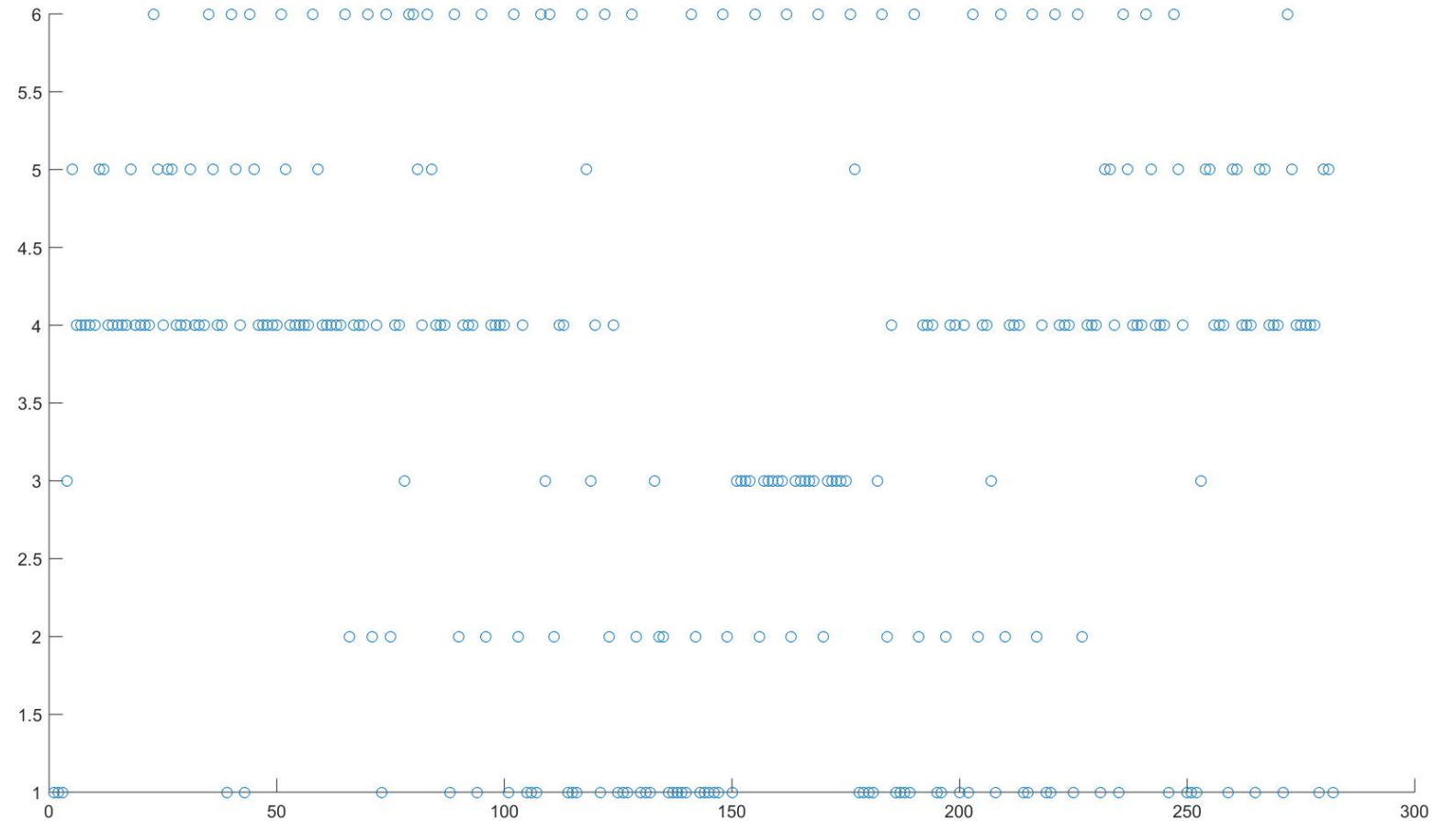
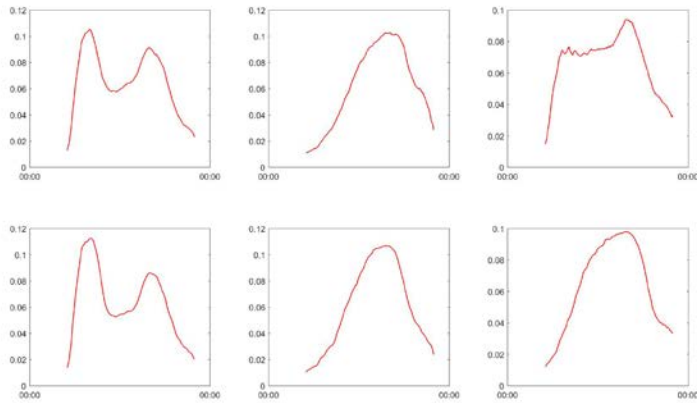


# Klustring - Exempel

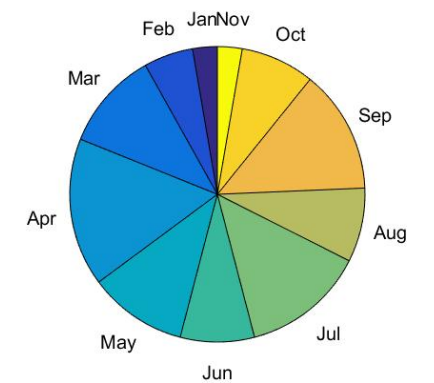
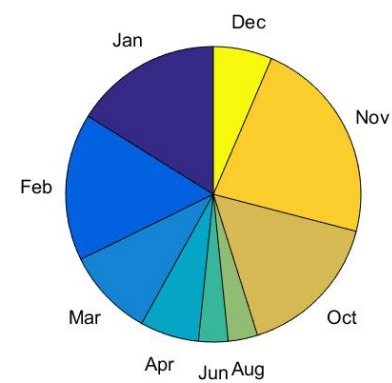
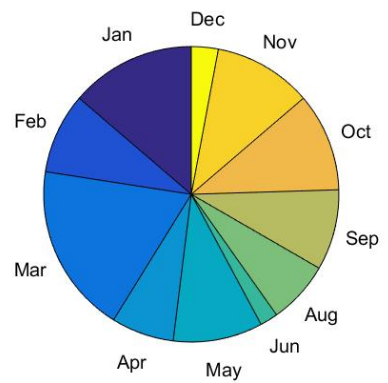
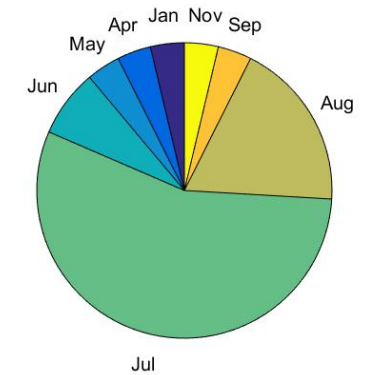
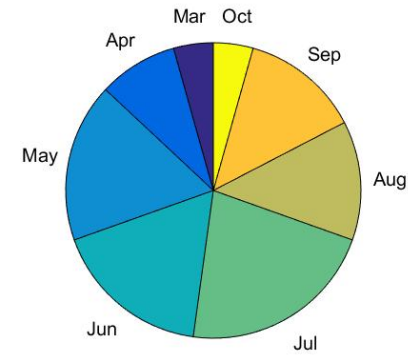
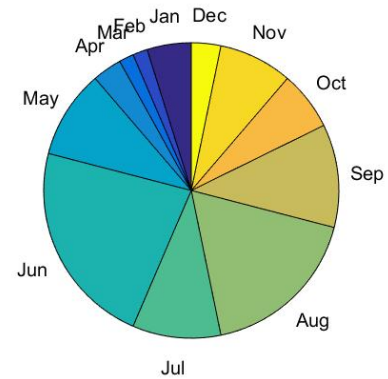
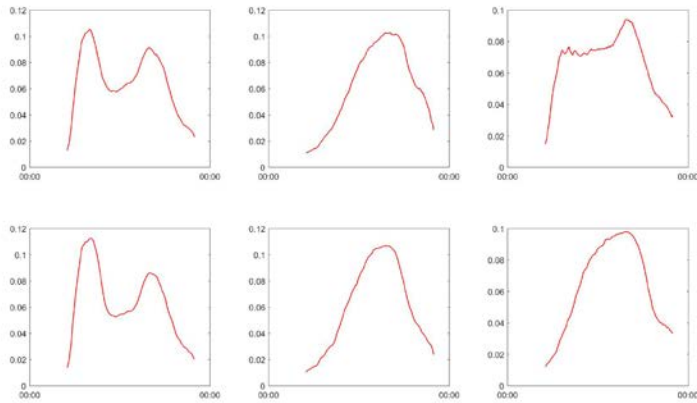
Tidsprofil normerat  
flöde för 6 kluster



# 6 kluster – spridning över året

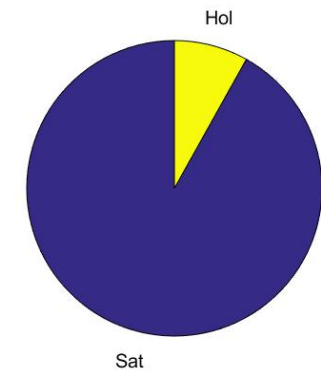
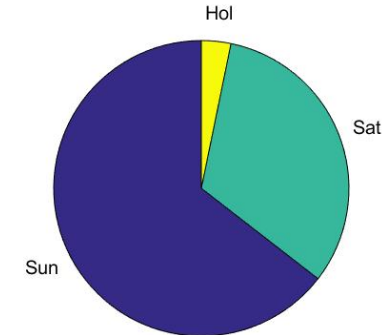
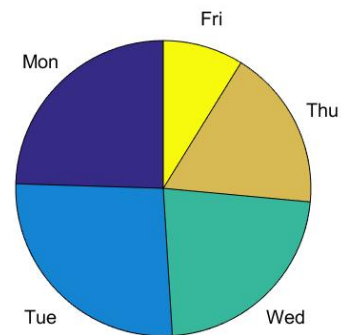
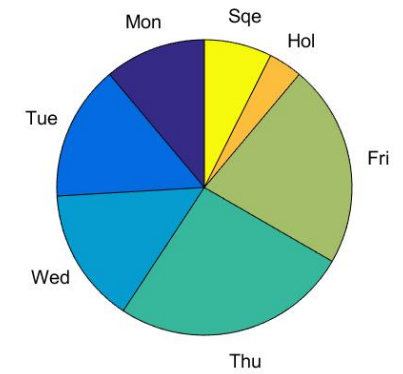
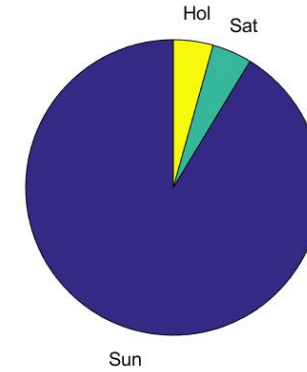
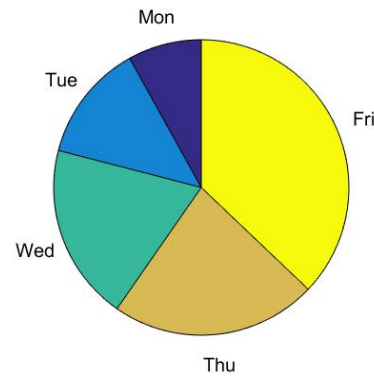
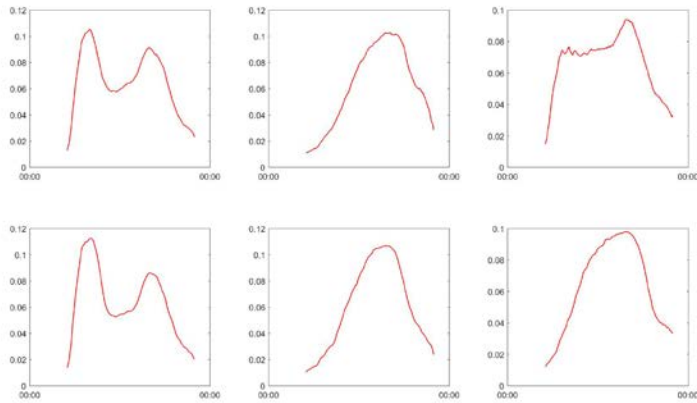


# 6 kluster – spridning mellan månader



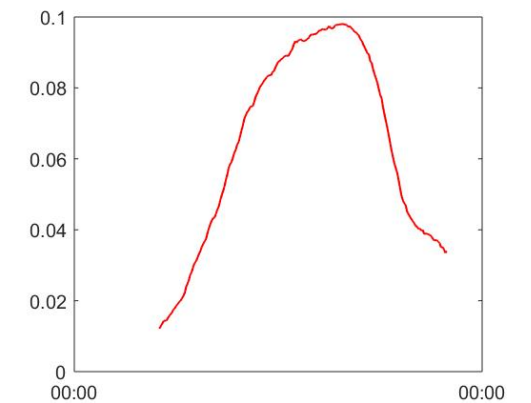
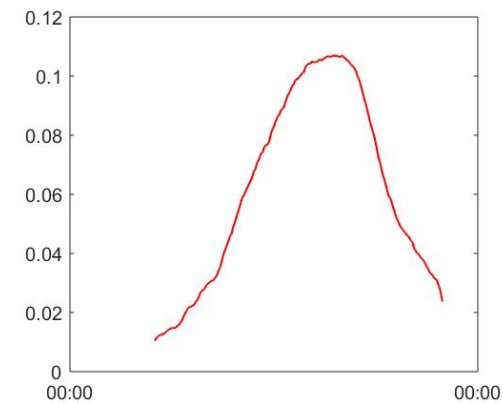
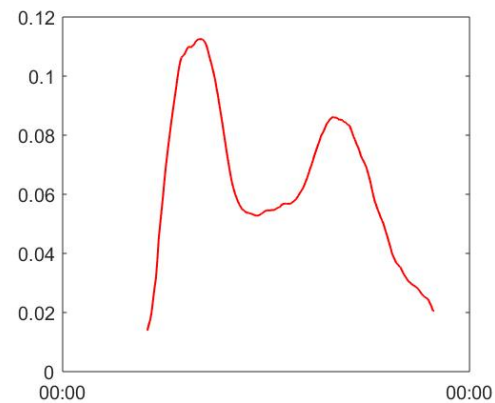
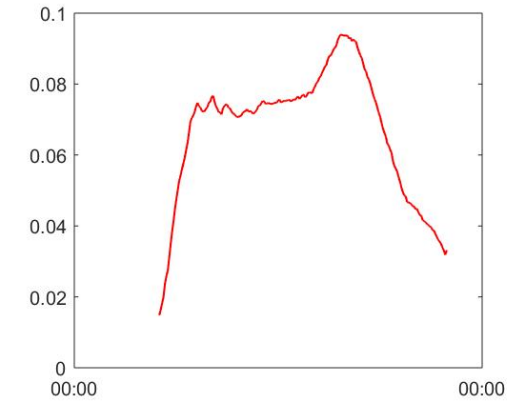
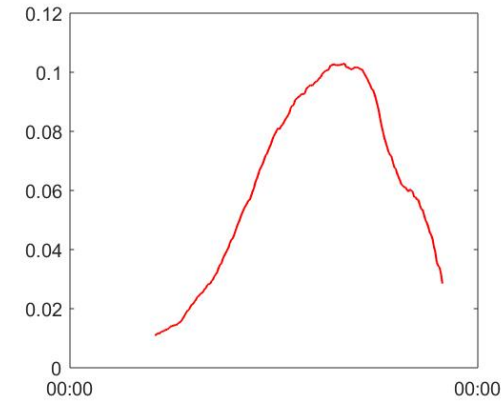
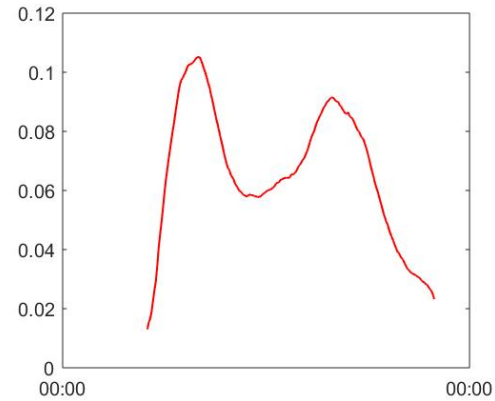
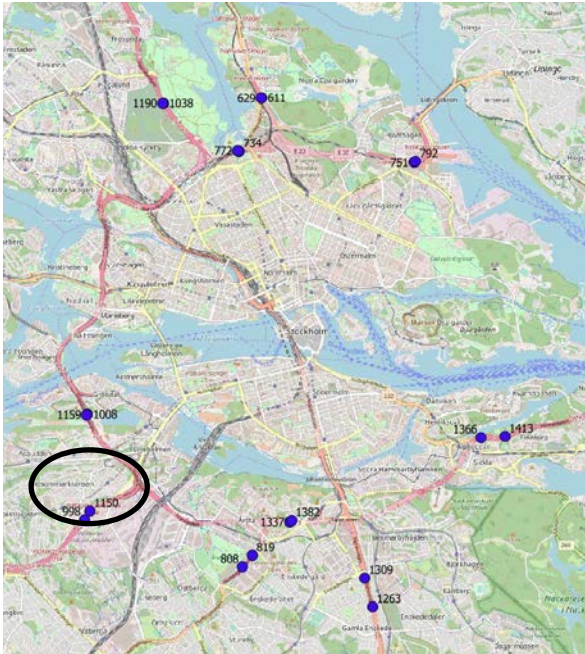


# 6 kluster – spridning mellan veckodagar

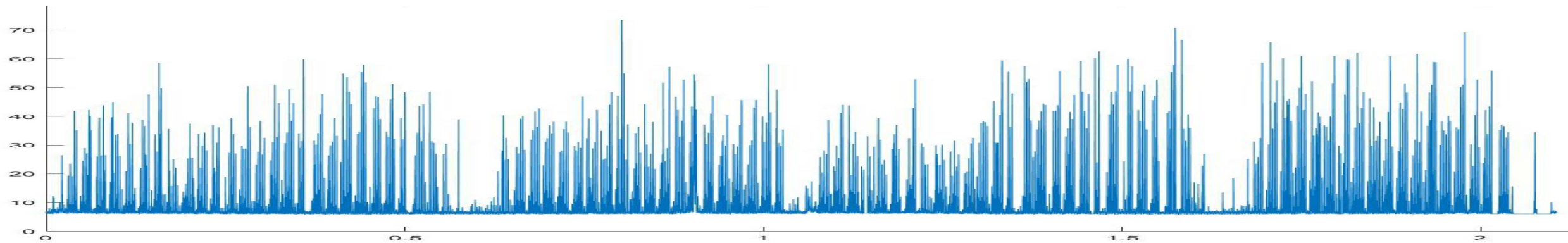
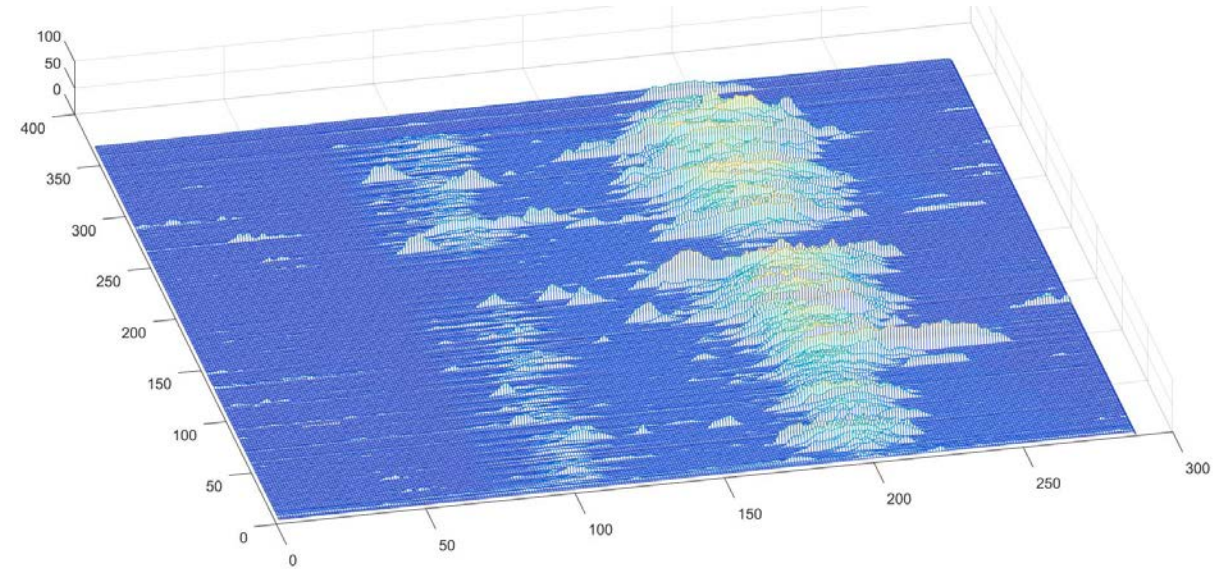
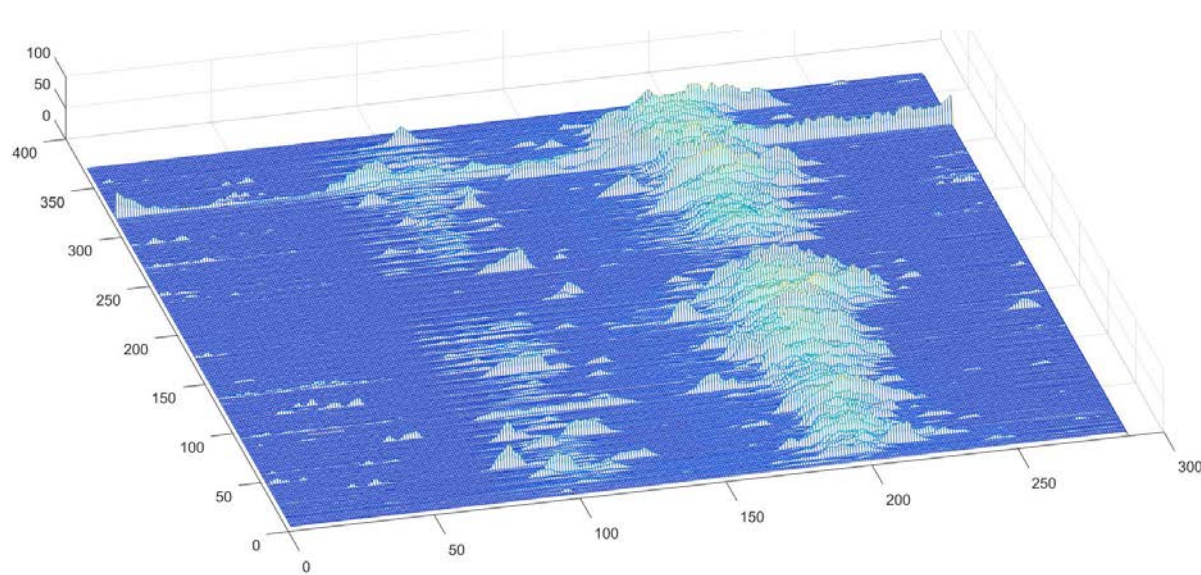


# Klustring – Exempel utvalda sensorer

Tidsprofil normerat  
flöde för 6 kluster

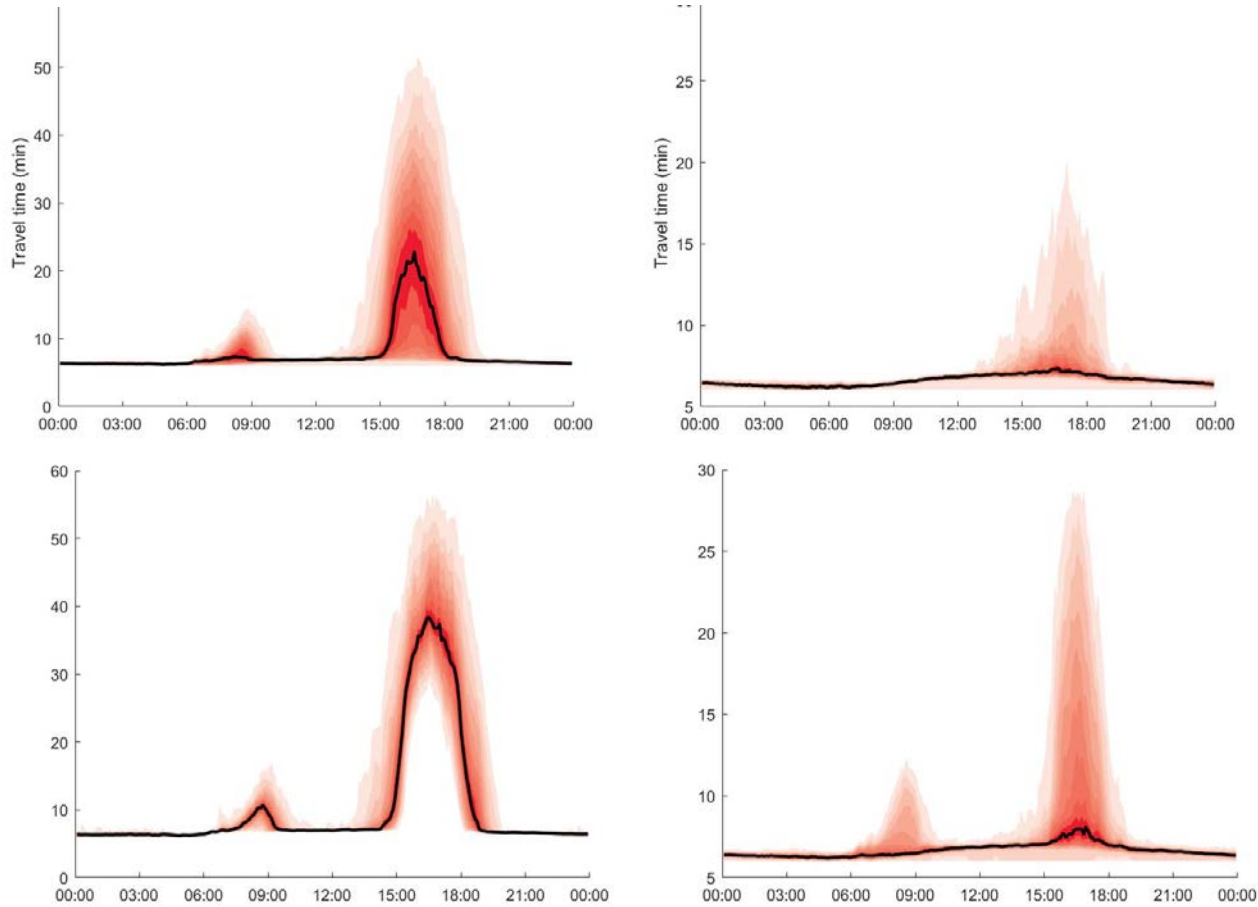


# Klustring – Exempel utvald rutt (Sörentorp-Fredhäll)

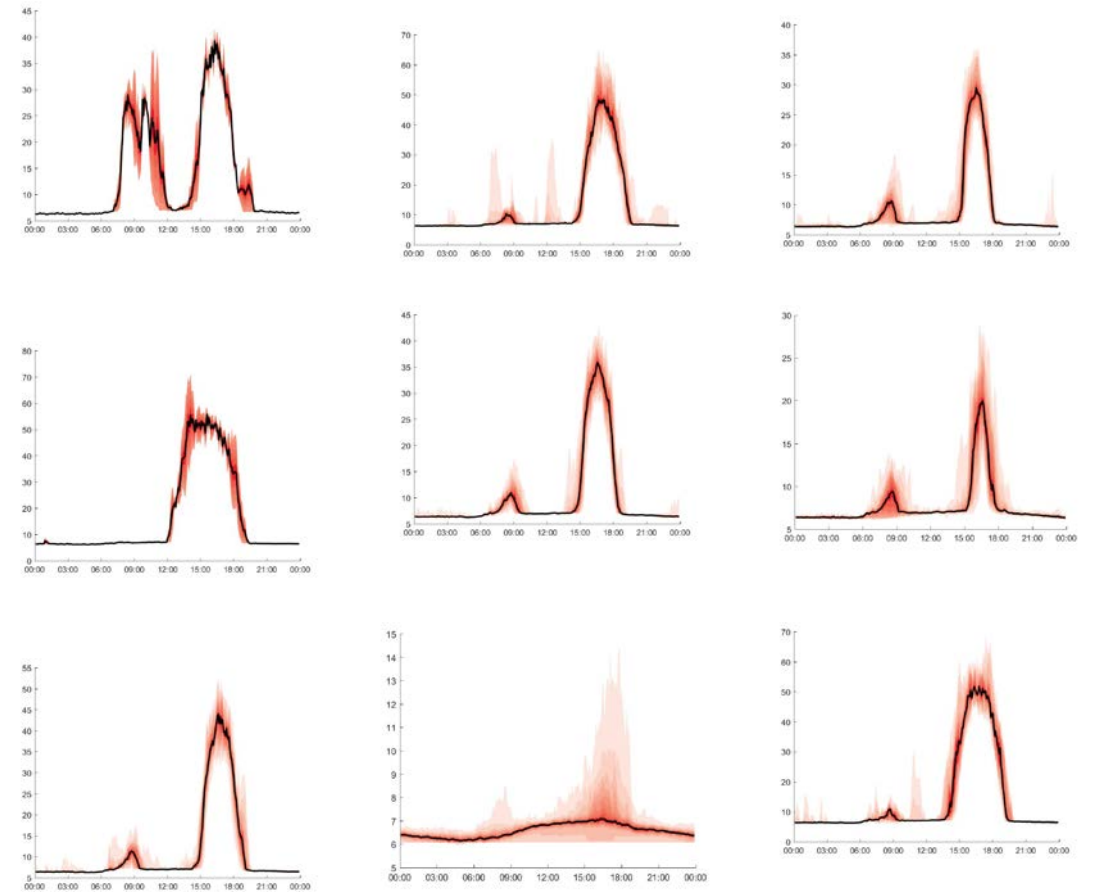


# Klustring restider Sörentorp-Fredhäll 2016-2017

## Vardag/helgdag (2 grupper)



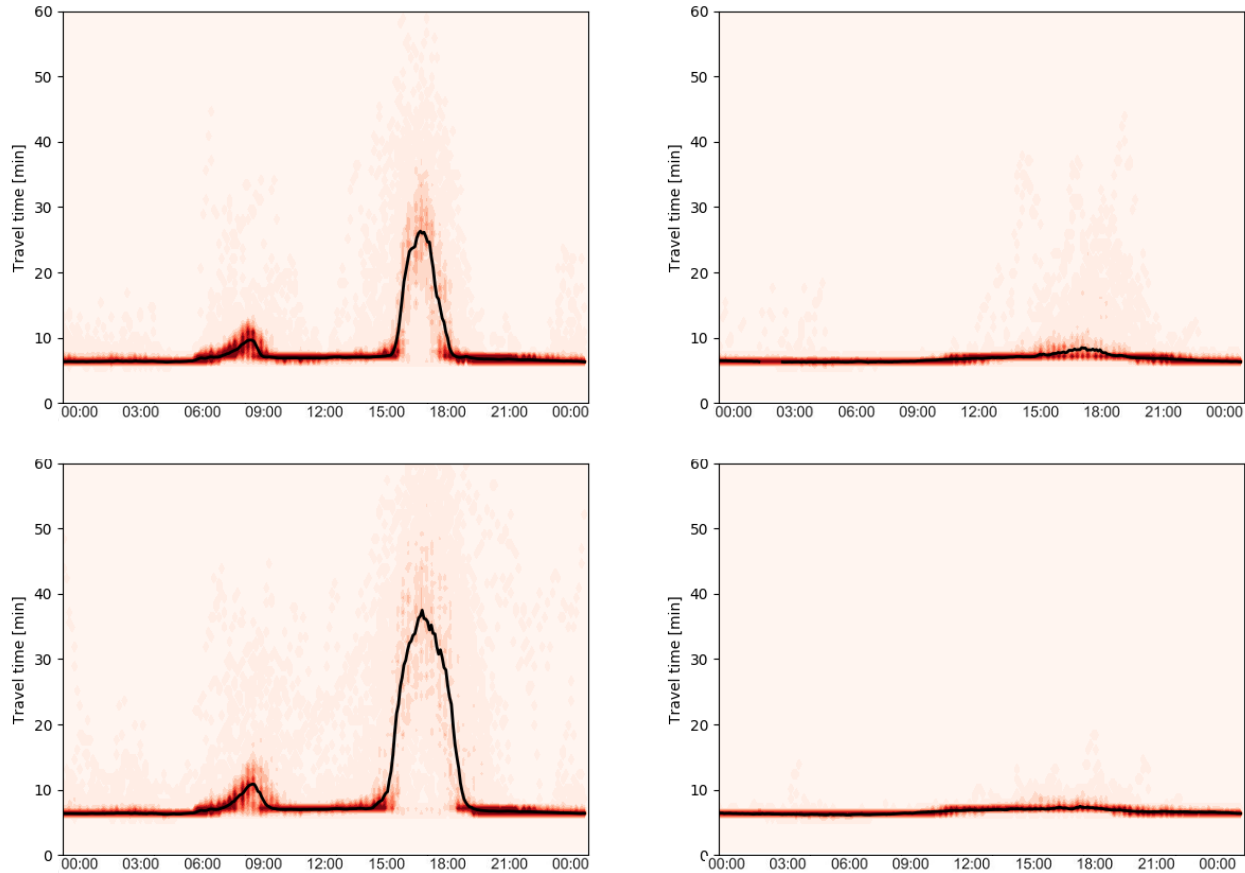
K-means (2 grupper)



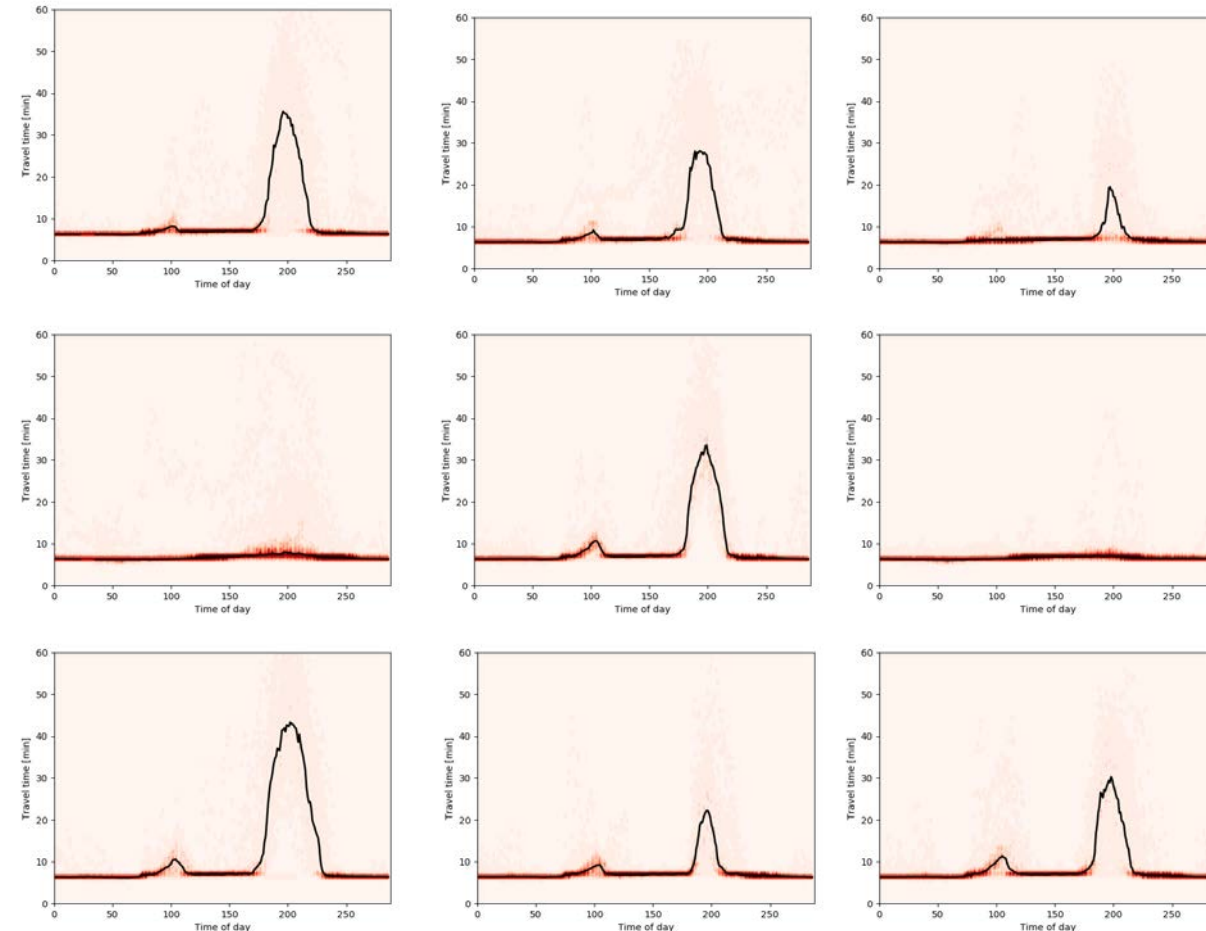
K-means (9 grupper)

# Klustring restider Sörentorp-Fredhäll 2016-2017

## Vardag/helgdag (2 grupper)



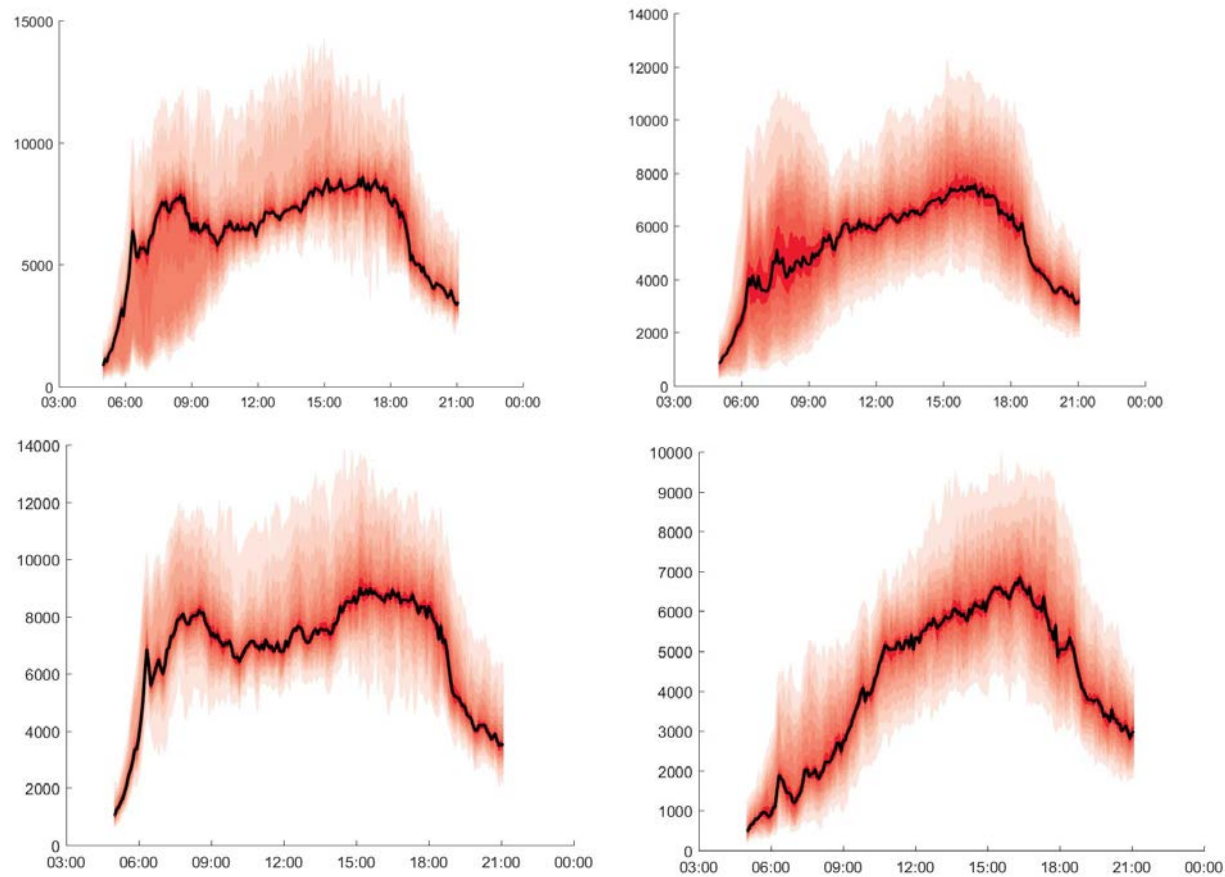
3D speed maps (2 grupper)



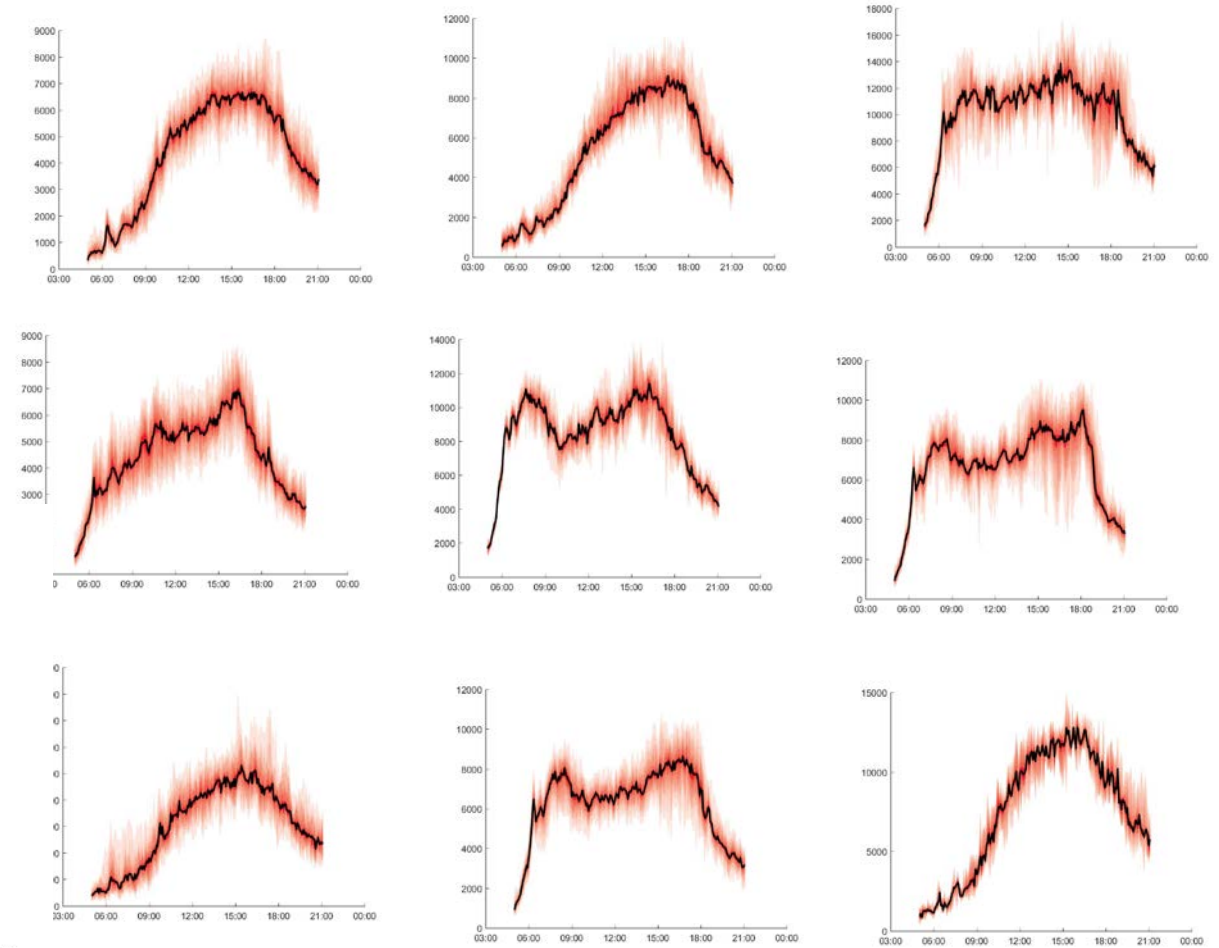
3D speed maps (9 grupper)

# Klustring flöde Sörentorp-Fredhäll 2016-2017

## Vardag/helgdag (2 grupper)



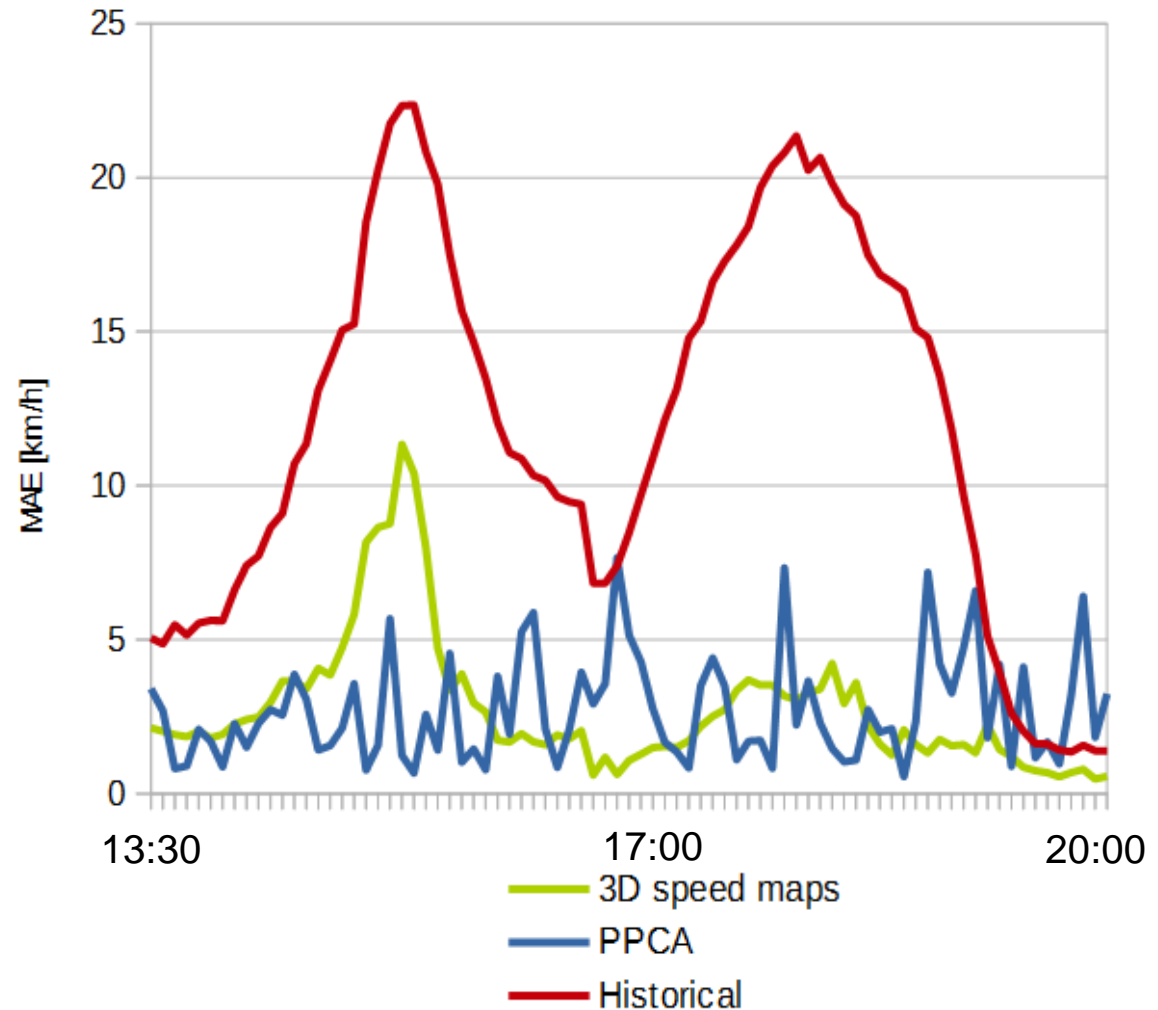
## K-means (2 grupper)



## K-means (9 grupper)

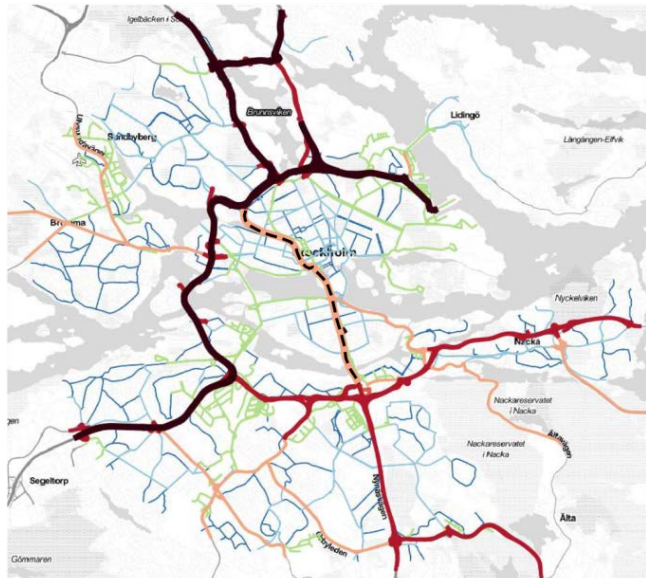
# Exempel – klassificering/prediktering rutt

- Restidsprediktering Sörentorp-Fredhäll 2016-2017
  - Klustring/klassificering
  - 3D speed maps
  - PPCA
  - Historic mean
- Vardag
- Kalibrerad (jan 2016–okt 2017)
- utvärderad (nov 2017)

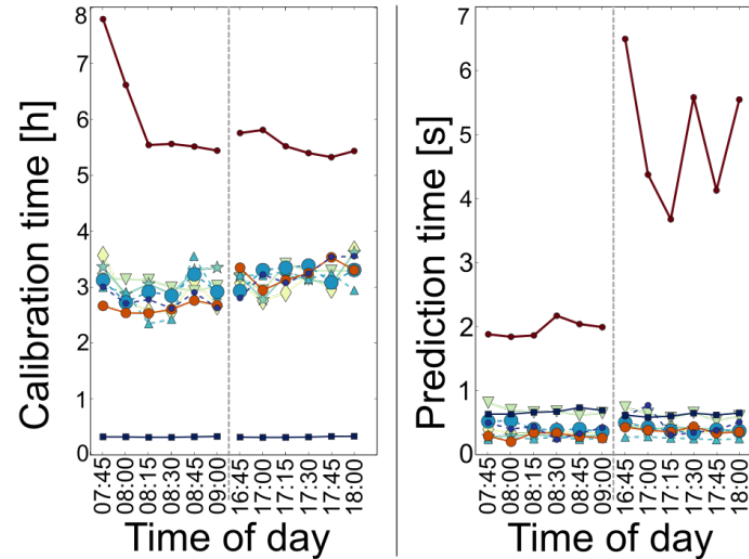


# Effects of the spatio-temporal clustering on the prediction accuracy (probe data)

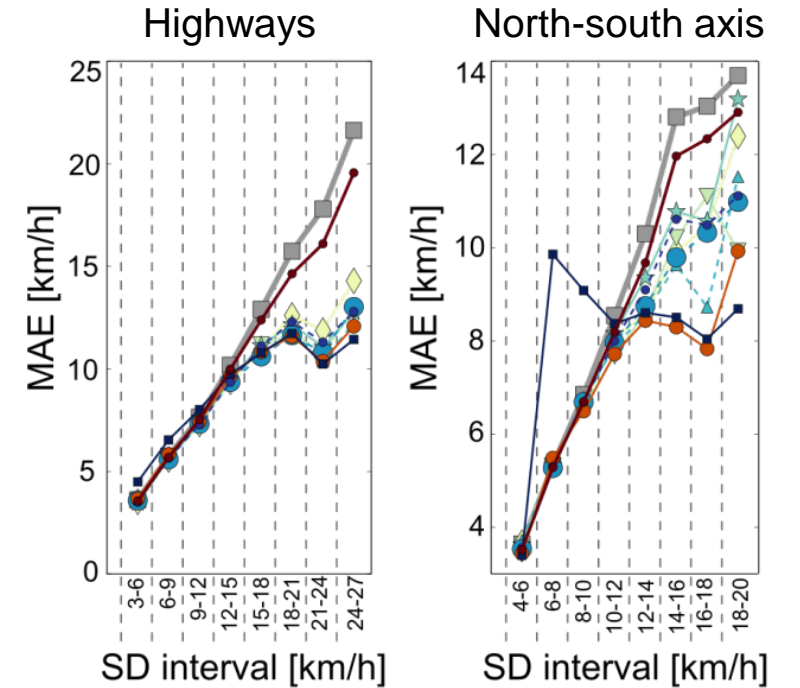
- Data driven PPCA prediction for 11,340 links
- Prediction accuracy improved
- Computational cost decreased
- Enable real-time prediction



Functional class  
 0 1 2 3 4 5  
 0 2 4 6 8 km



no clustering  
 cluster per link  
 zones<sub>25</sub>  
 func  
 func&zones<sub>25</sub>  
 kmeans<sub>110</sub>  
 pmedian<sub>25</sub>  
 pmedian<sub>110</sub>

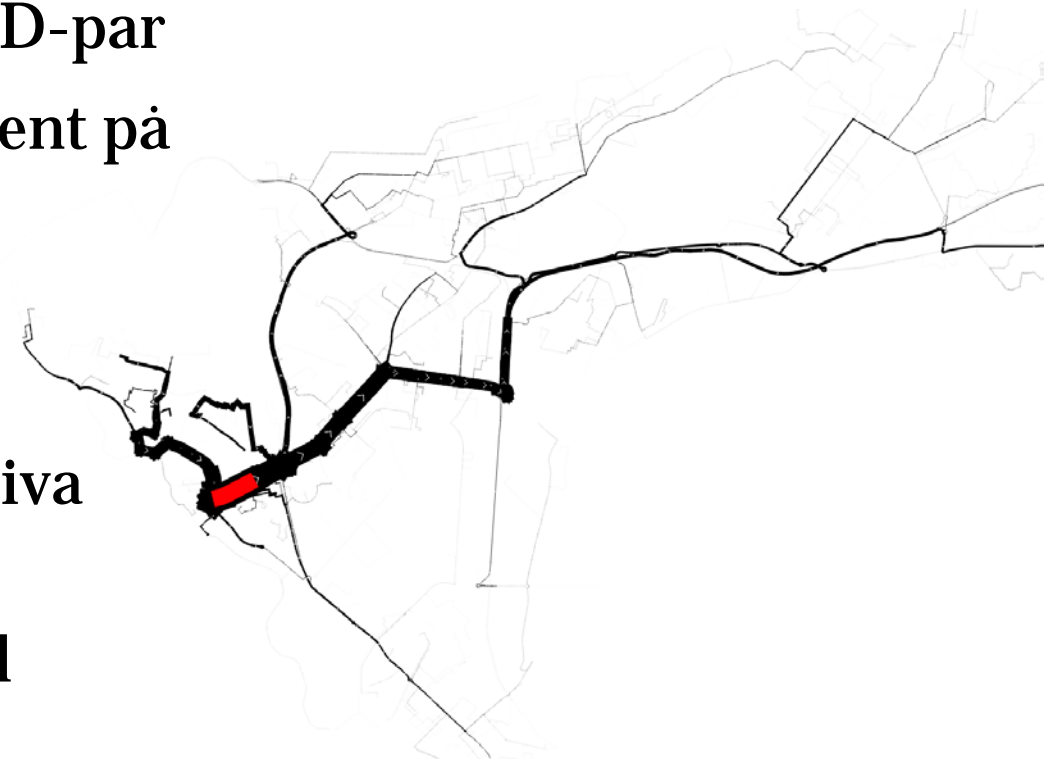


historical mean  
 no clustering  
 cluster per link  
 zones<sub>25</sub>  
 func  
 func&zones<sub>25</sub>  
 kmeans<sub>25</sub>  
 kmeans<sub>110</sub>  
 pmedian<sub>25</sub>  
 pmedian<sub>110</sub>

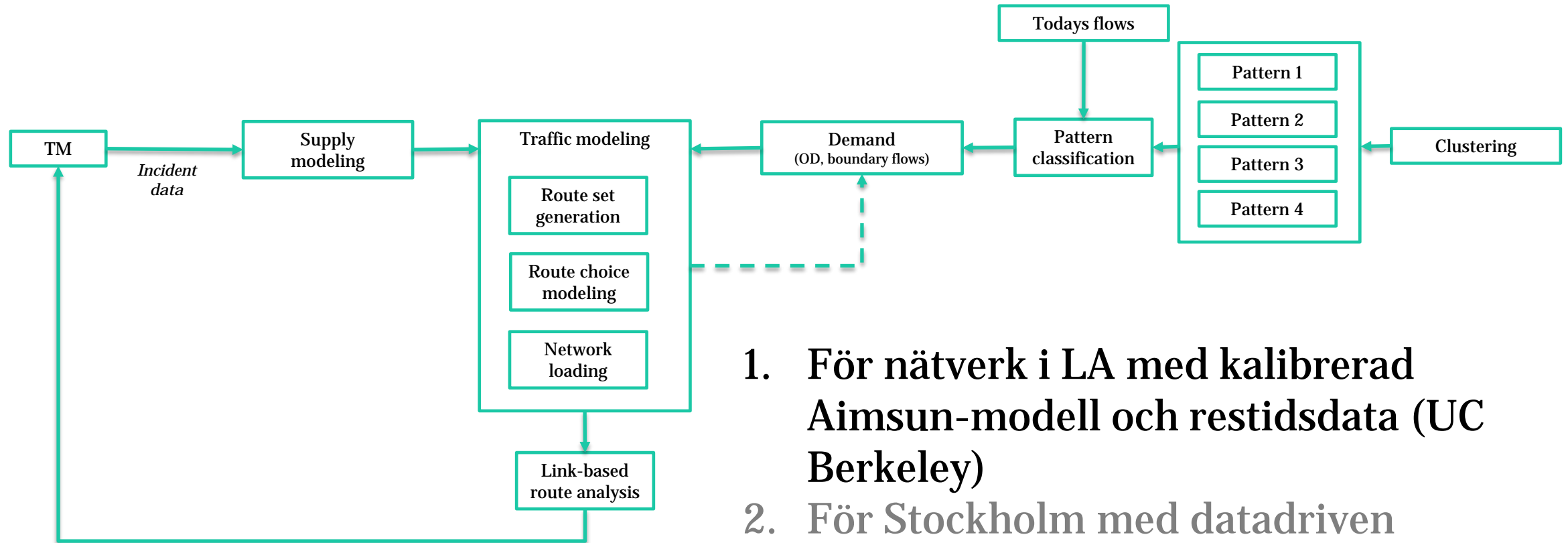


# Trafikledning baserat på rutt-analys

- Incidenter eller återkommande köbildning
- Vilka ruttflöden passerar viss länk
- Riktad trafikantinformation för utvalda OD-par
- Vilka omgivande länkar påverkas av incident på länk
  - Vid information innan avfärd (standardruttval)
  - Vid information under avfärd (alternativa rutter uppströms för givna ruttflöden)
- Kräver koppling till OD-matris och ruttval



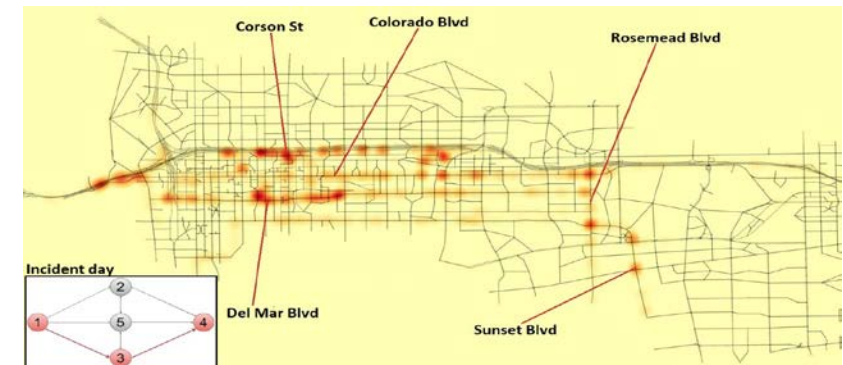
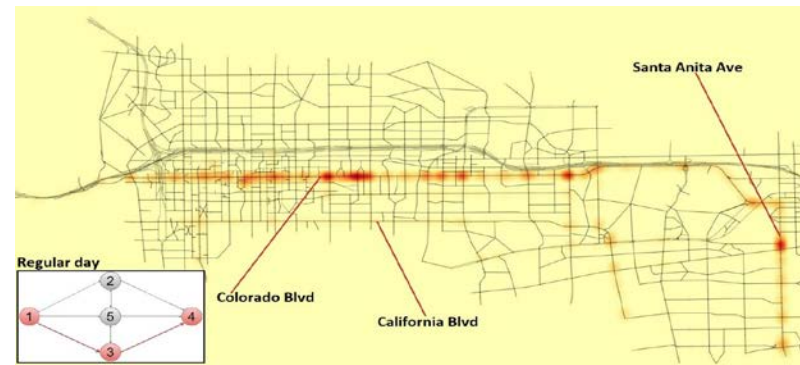
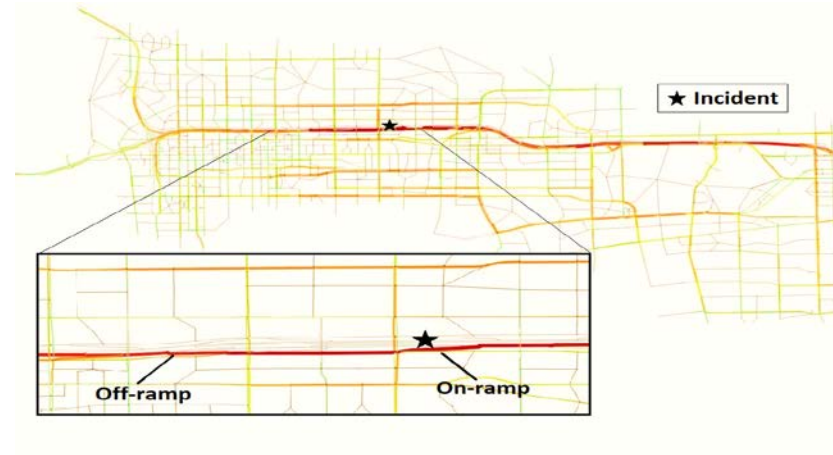
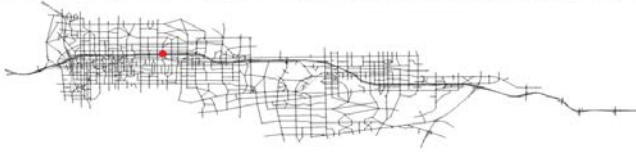
# Ruttvalsanalys



1. För nätverk i LA med kalibrerad Aimsun-modell och restidsdata (UC Berkeley)
2. För Stockholm med datadriven nätutläggning

# Ruttval - Exempel

- Major incident in I-210 Los Angeles



# Kommande arbete

- Fortsatt arbete med klustring av dagar och klassificering
  - Val av klustringsmetod och upplösning
- Utvärdering scenarioanalys
  - Effekt av klustring och klassificering
  - Modellkalibrering
  - Rangordning av trafikledningsåtgärder
- Ruttvalsanalys för Stockholm
  - Implementera metoder testade i LA för Stockholm
  - Skapa trafikledningsinformation från länk/rutt-information