


Har en tidtabells robusthet avgörande betydelse för tågtrafikens punktlighet? (RELÄET)

Fahimeh Khoshniyat (LiU)

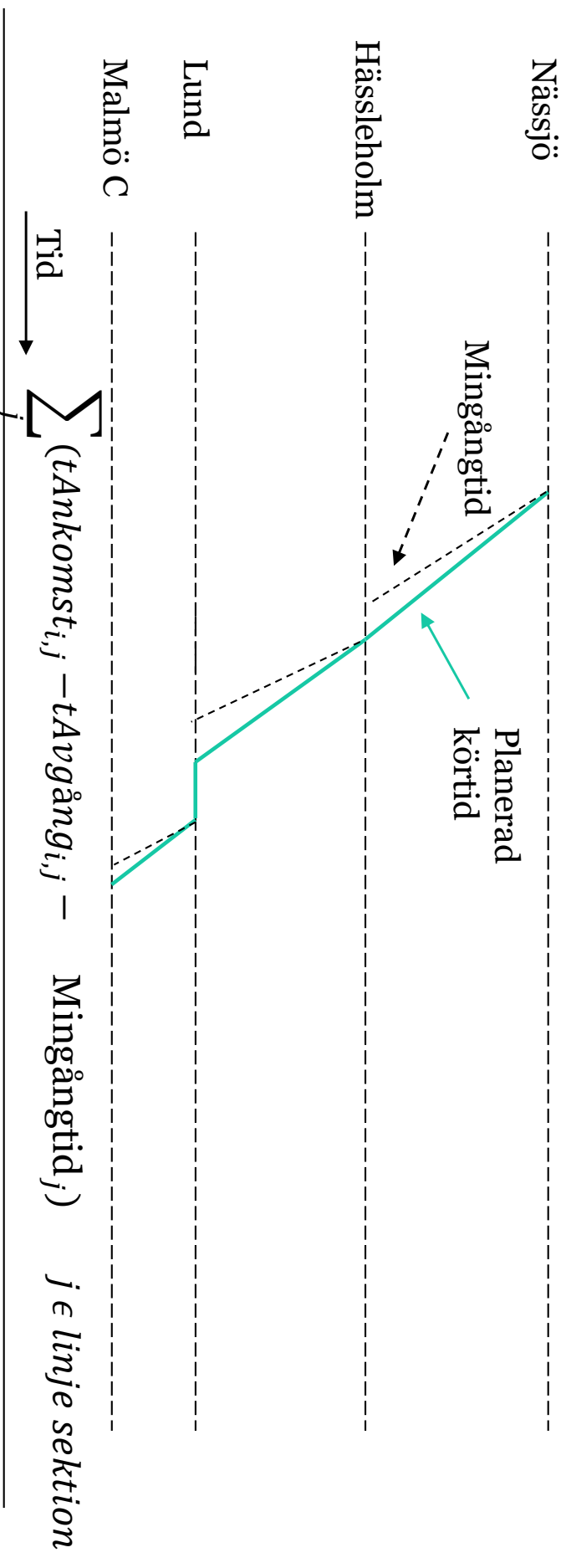
Johanna Törnquist Krasemann (LiU & BTH)

Bakgrund

- Hög intensitet i tågtrafiken  högre störningskänslighet
- Lösning? Att öka robustheten på ett ändamålsenligt sätt
- Robusthet kan innebära:
 - Förmåga att absorbera förseningar (ex. marginaltid)
 - Förmåga att förhindra följd effekter (ex: headway)
 - Men ... det kan medföra ett högre kapacitetsutnyttjande
- Det finns ett behov av att utvärdera hur effektiva olika former av robusthet har.

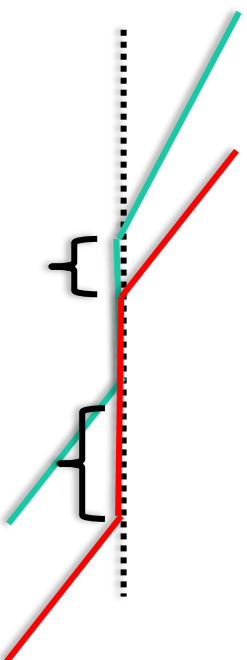
Bakgrund

- Robusthet i form av återhämtningsförmåga:
 - Absorbering av förseningar (marginaltider)



Bakgrund

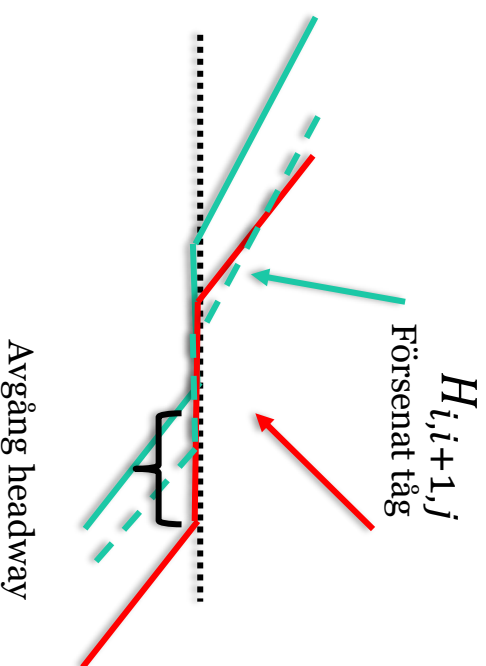
- Robusthet i form av tillräckligt tidsavstånd mellan tågen
 - Reducering av “knock-on” effekter (ex: headway)



Bakgrund

- Robusthet i form av tillräckligt tidsavstånd mellan tågen
 - Reducering av “knock-on” effekter (ex: headway)

- $j \in \text{sektion}$



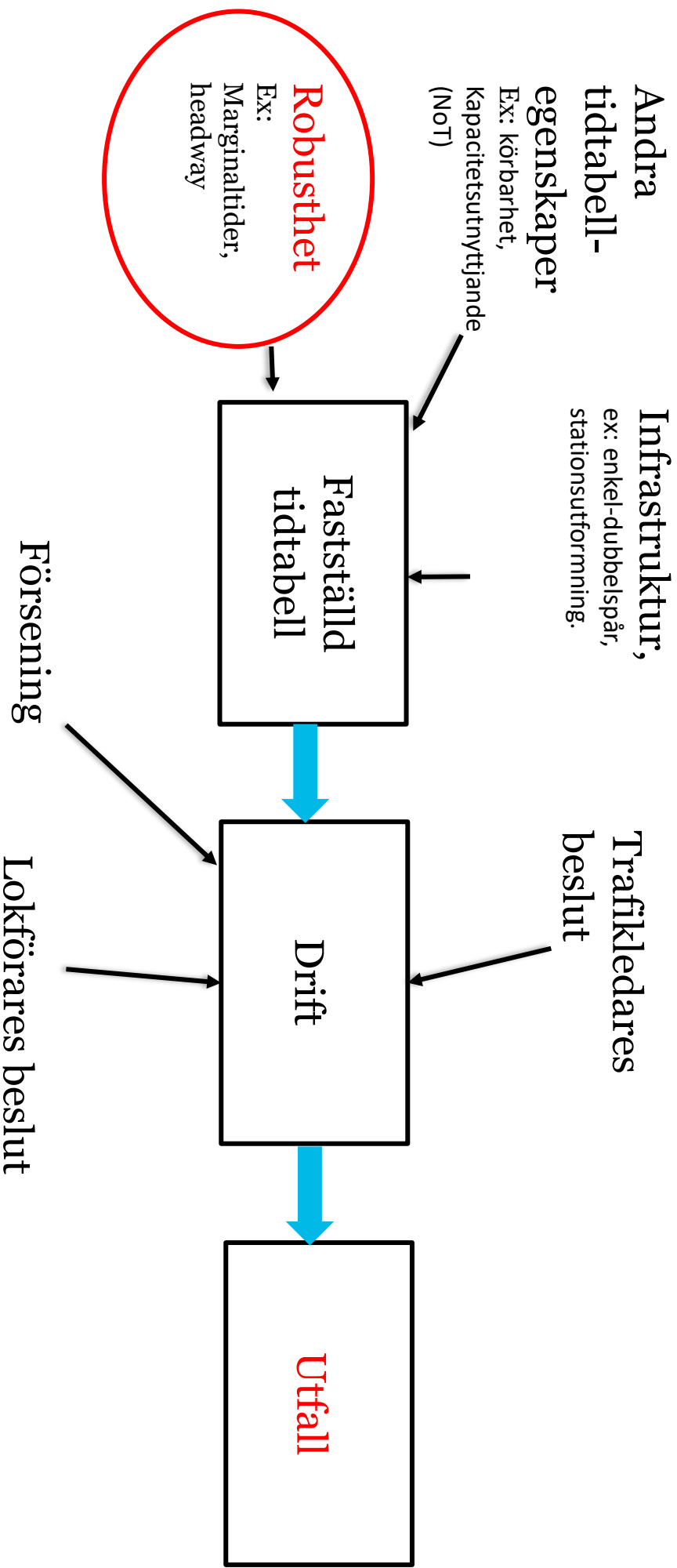
Bakgrund

- Metoder för att analysera tågtidtabellers robusthet (ett urval nedan):
 - Optimeringsbaserad metoder
 - Dewilde et al., 2013; Andersson et al., 2015; Khoshniyat et al. 2017
 - Simuleringsbaserade angreppssätt
 - Solinen et al., 2017; Jovanovic et al., 2017
 - Statistiska analyser av historiska data
 - Olsson and Haugland, 2004; Vromans et al., 2006; Salido et al., 2012; Sahin, 2017

Studiens huvudsakliga syfte

- Att analysera eventuella samband mellan tidtabellens robusthet och det faktiska utfallet.
 - Historiska data
 - Fokus på robusthetsmått som kan beräknas för fastställt tidtabeller (dvs. före drift)
 - Fokus på headway-avstånd, marginaltider och kapacitetsutnyttjande (NoT)
 - Att analysera utfallet baserat på
 - Ankomstförsening
 - Nettoförsening (residual delay)
-

Beroende analys

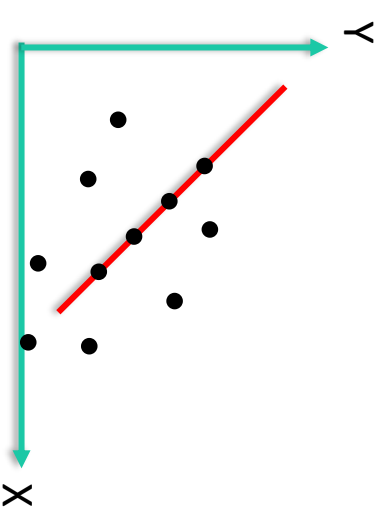


Metod

- Korrelationsanalys (Linear Regression Models)

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \varepsilon$$

- Oberoende variabler (X)
- Beroende variabler (Y)
- Kontrollerade variabler



Metod

- Korrelationsanalys (Linear Regression Models)

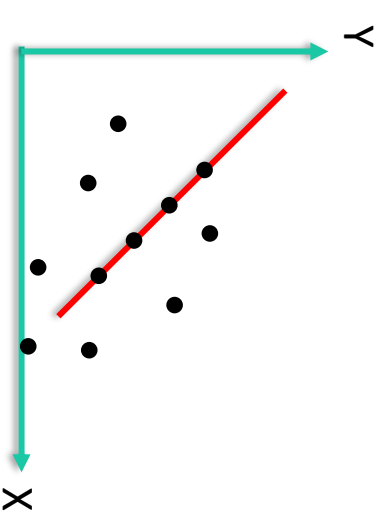
$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \varepsilon$$

– Oberoende variabler (X)

- Robusthet : marginaltider, headway
- Avgångsförsening
- Kapacitetsutnyttjande (NoT)

– Beroende variabler (Y)

– Kontrollerade variabler

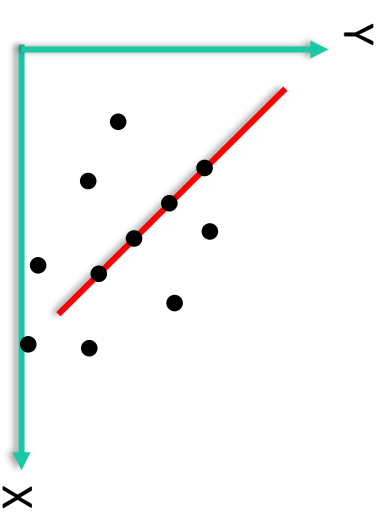


Metod

- Korrelationsanalys (Linear Regression Models)

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \varepsilon$$

- Oberoende variabler (X)
- Beroende variabler (Y)
 - Ankomstförsening
 - Nettoförsening (residual delay)
- Kontrollerade variabler

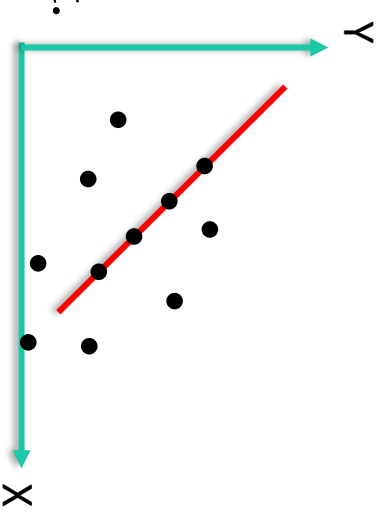


Metod

- Korrelationsanalys (Linear Regression Models)

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \varepsilon$$

- Oberoende variabler (X)
- Beroende variabler (Y)
- Kontrollerade variabler
 - Måste hållas konstant under experimentet.



Kontrollerade variabler

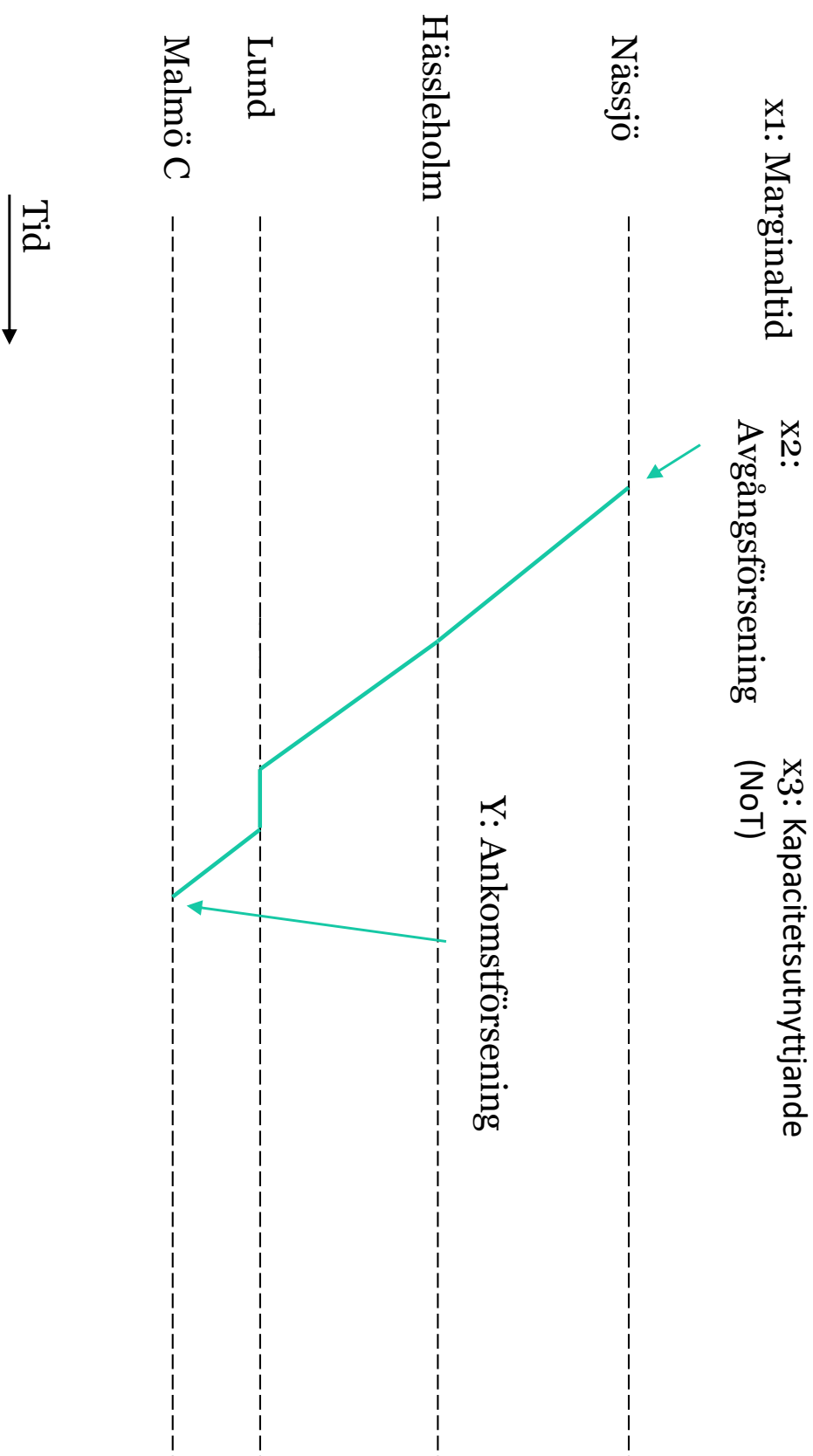
- Förseningsstorlek (<15 min)
- Riktning av tåg (SB)
- Tågtyper (persontåg)
- Infrastruktur (korridor mellan Nässjö och Malmö)

TrainPlan: Oktober 12, 2017 LUPP: Oktober 2017

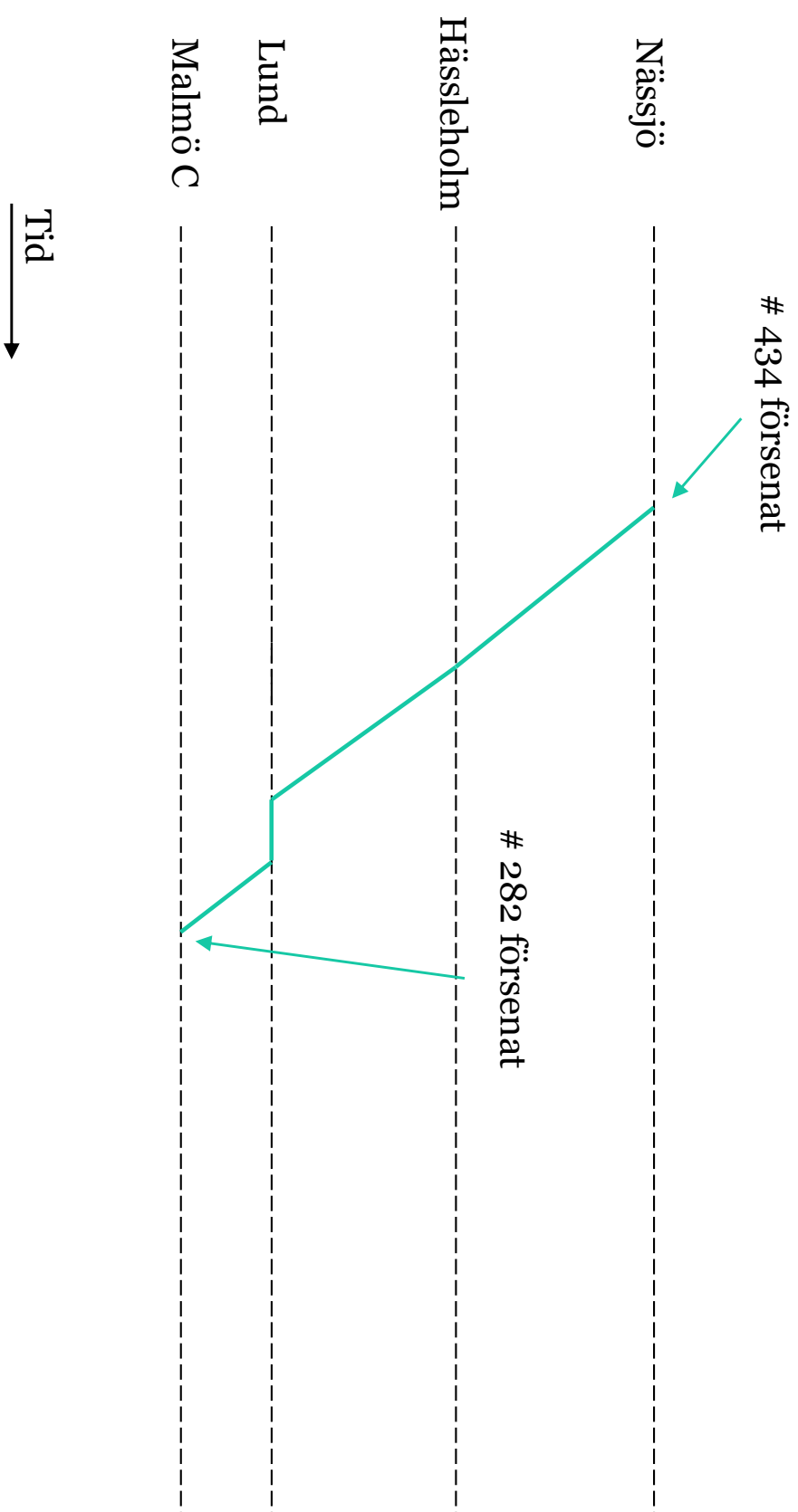


Analys av Marginaltider

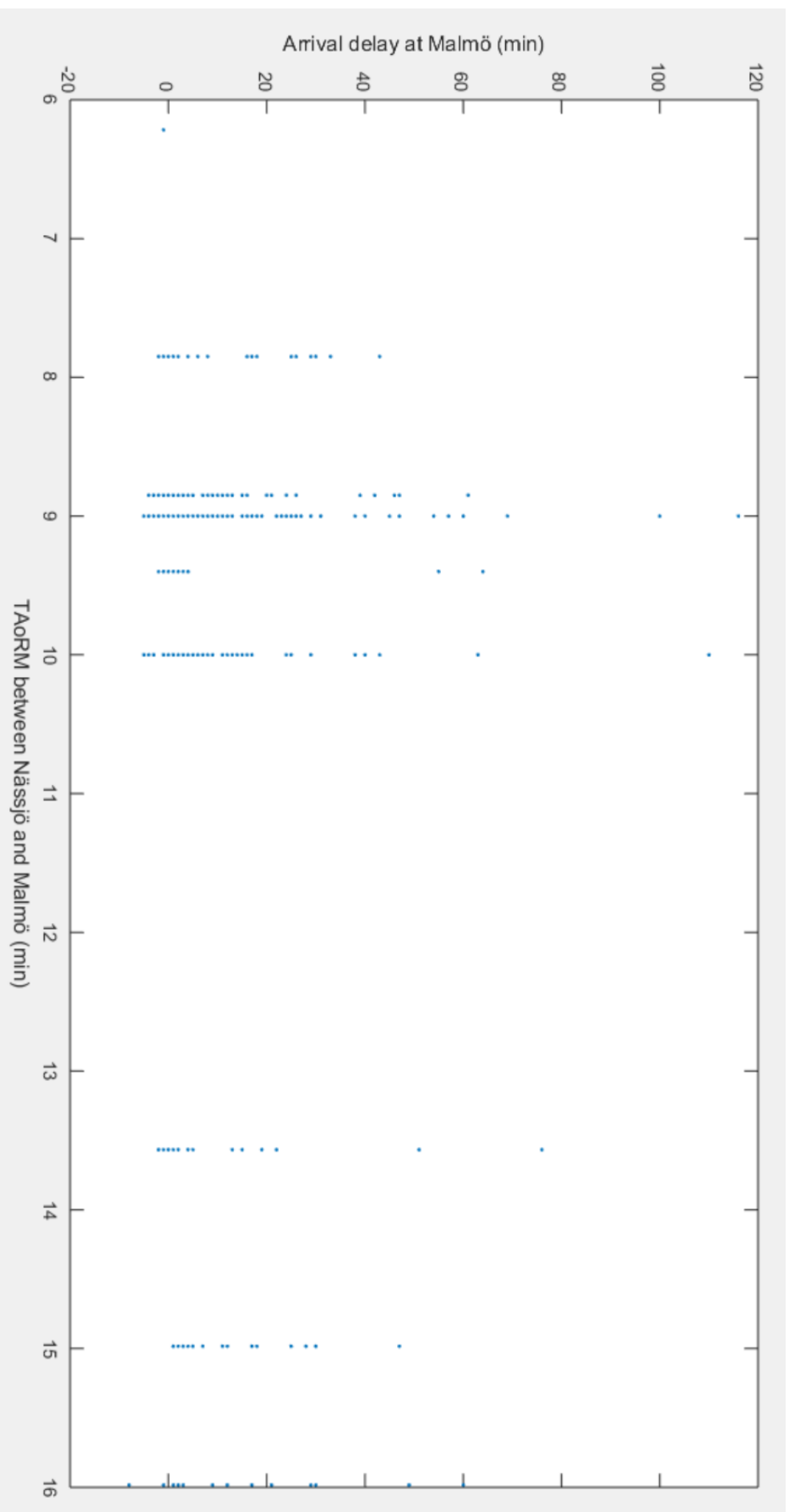
Hypotes



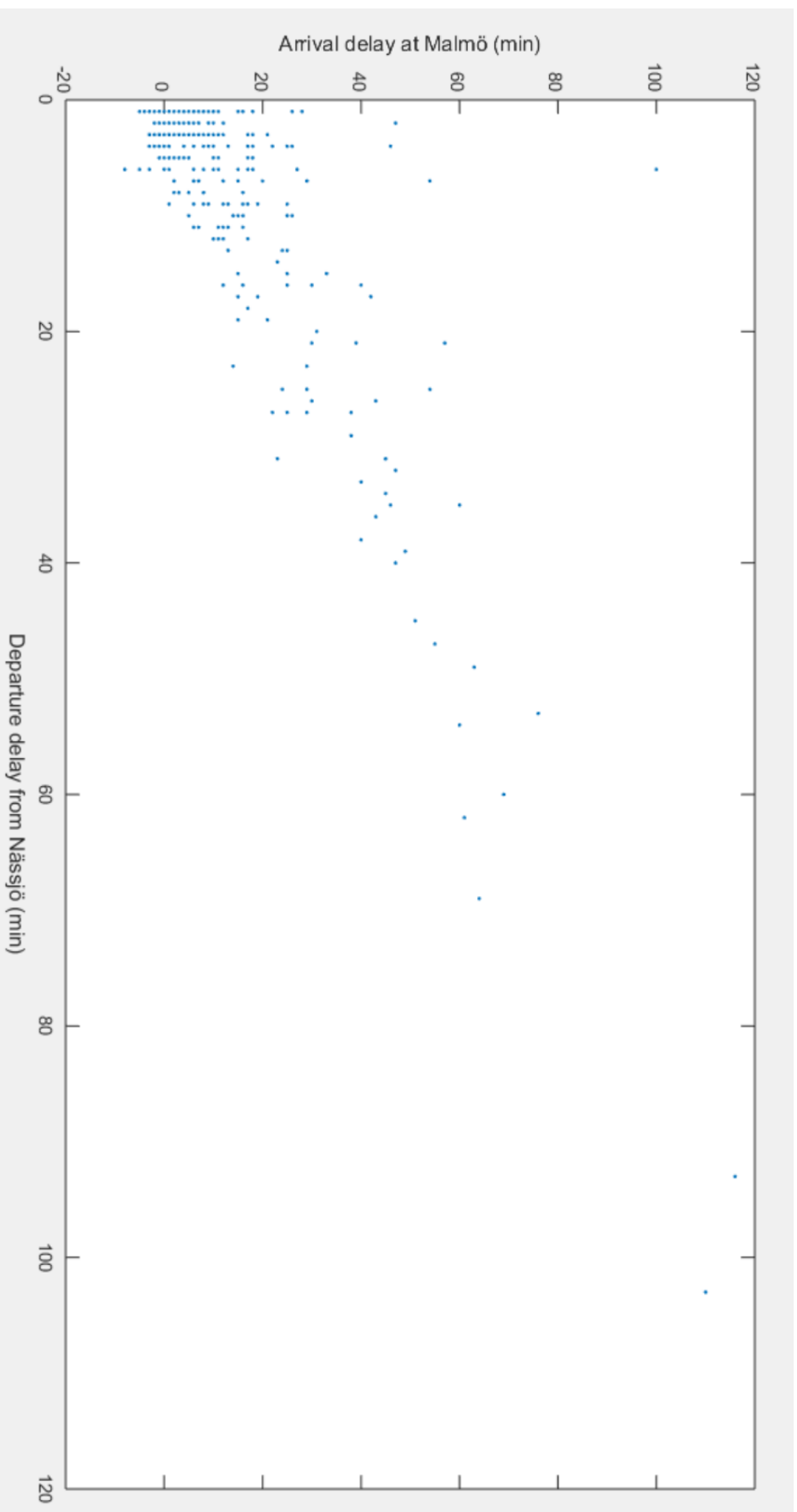
434 observationer med marginaltid



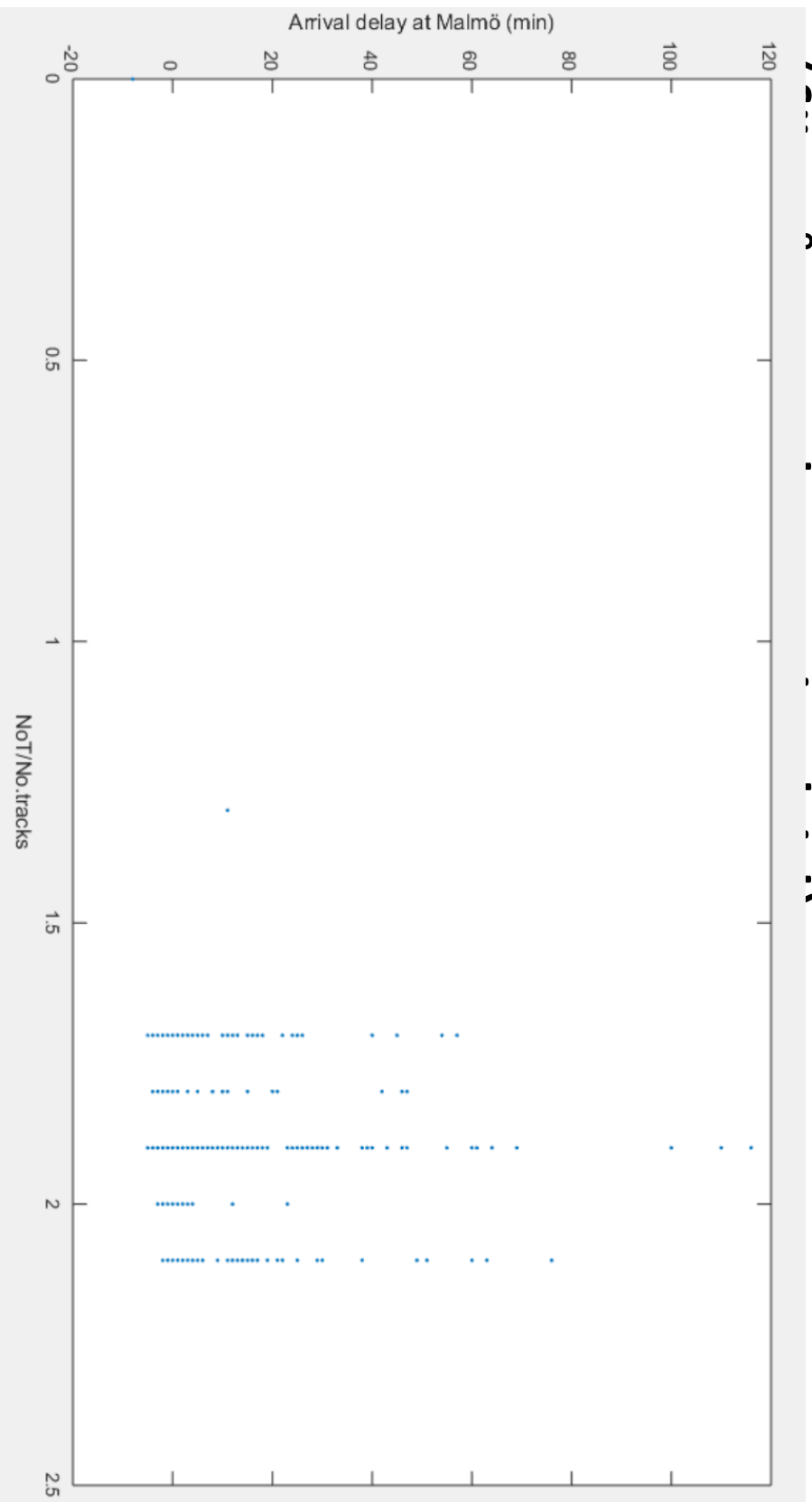
Marginaltid vs. Ankomstförserening



Avgångsförseening vs. Ankomstförseening



Kapacitetsutnyttjande (NOT) vs. Ankomstförsening



Kategorisering och dummyanalys av variabler

Generalized Linear regression model:

i: försenat \rightarrow ArrDelay \sim 1 + TAoRM + DepDelay + NoT

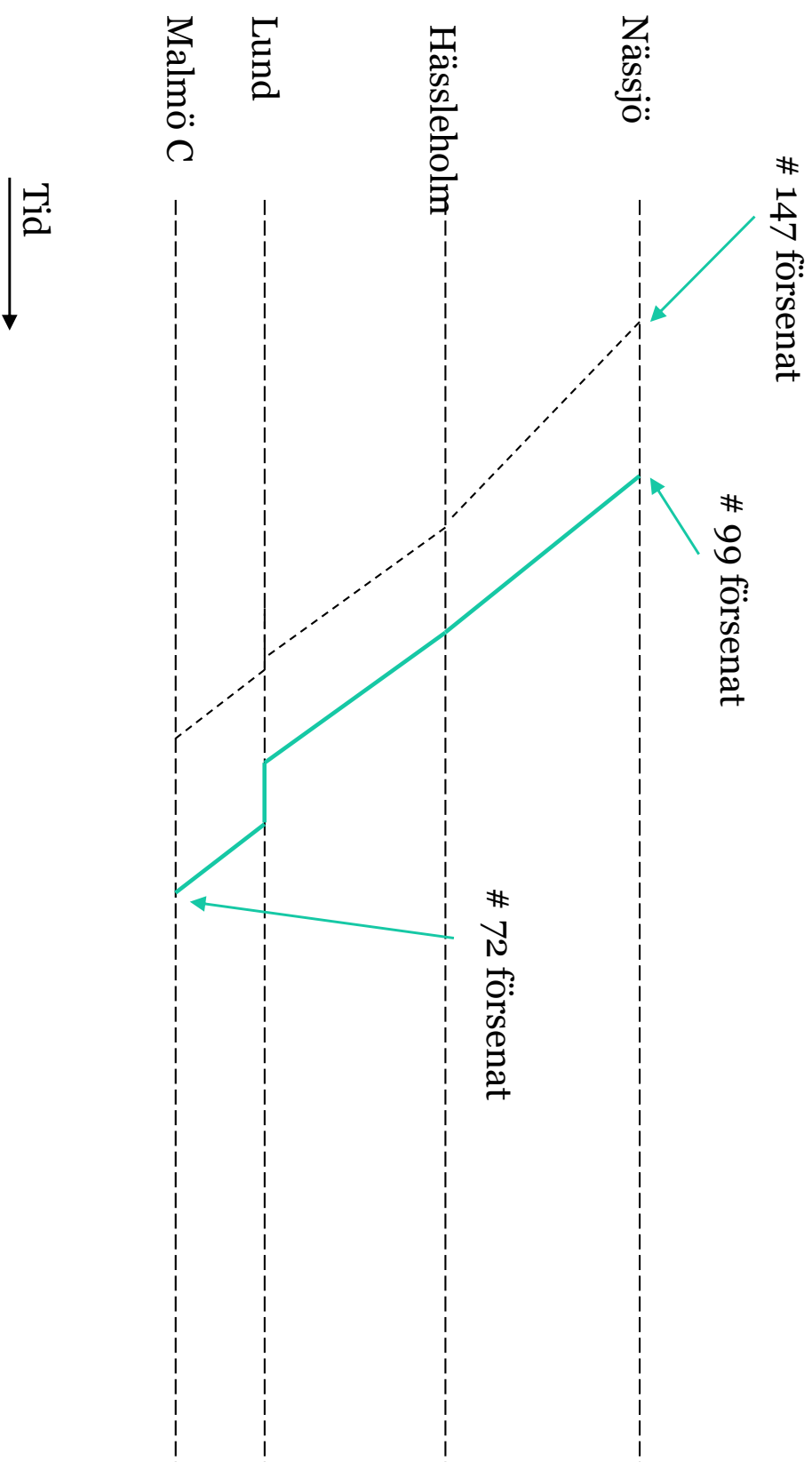
Distribution = Normal

Estimated Coefficients:

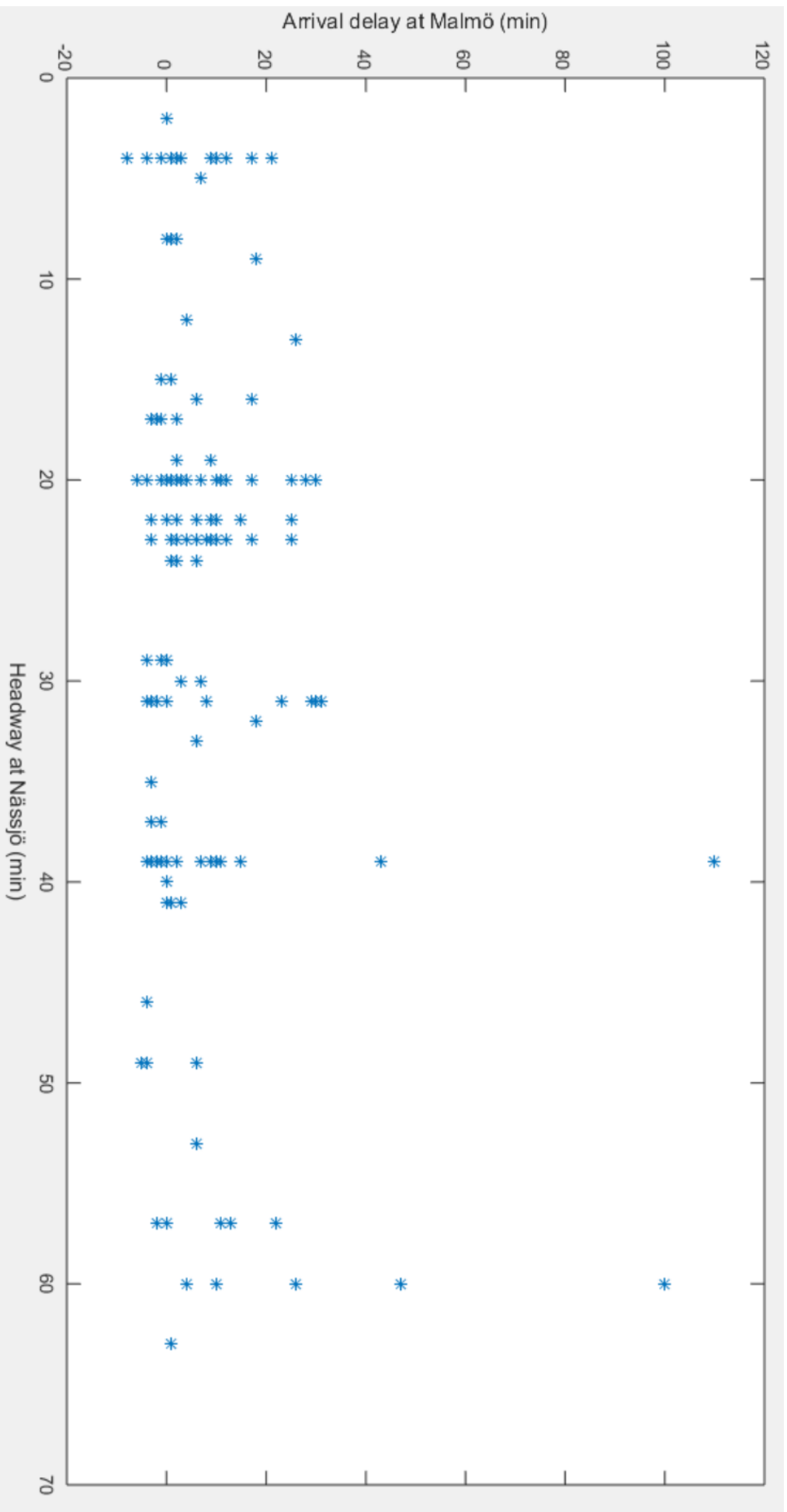
	Estimate	SE	tStat	pValue
(Intercept)	-0.33777	0.41254	-0.81877	0.41349
5 < TAoRM <10 min	-0.045331	0.062827	-0.72152	0.47109
DepDelay >5 min	0.33777	0.046985	7.189	4.1939e-12
NoT >1	1.0027	0.41489	2.4167	0.01619

Analys av Headwayavstånd

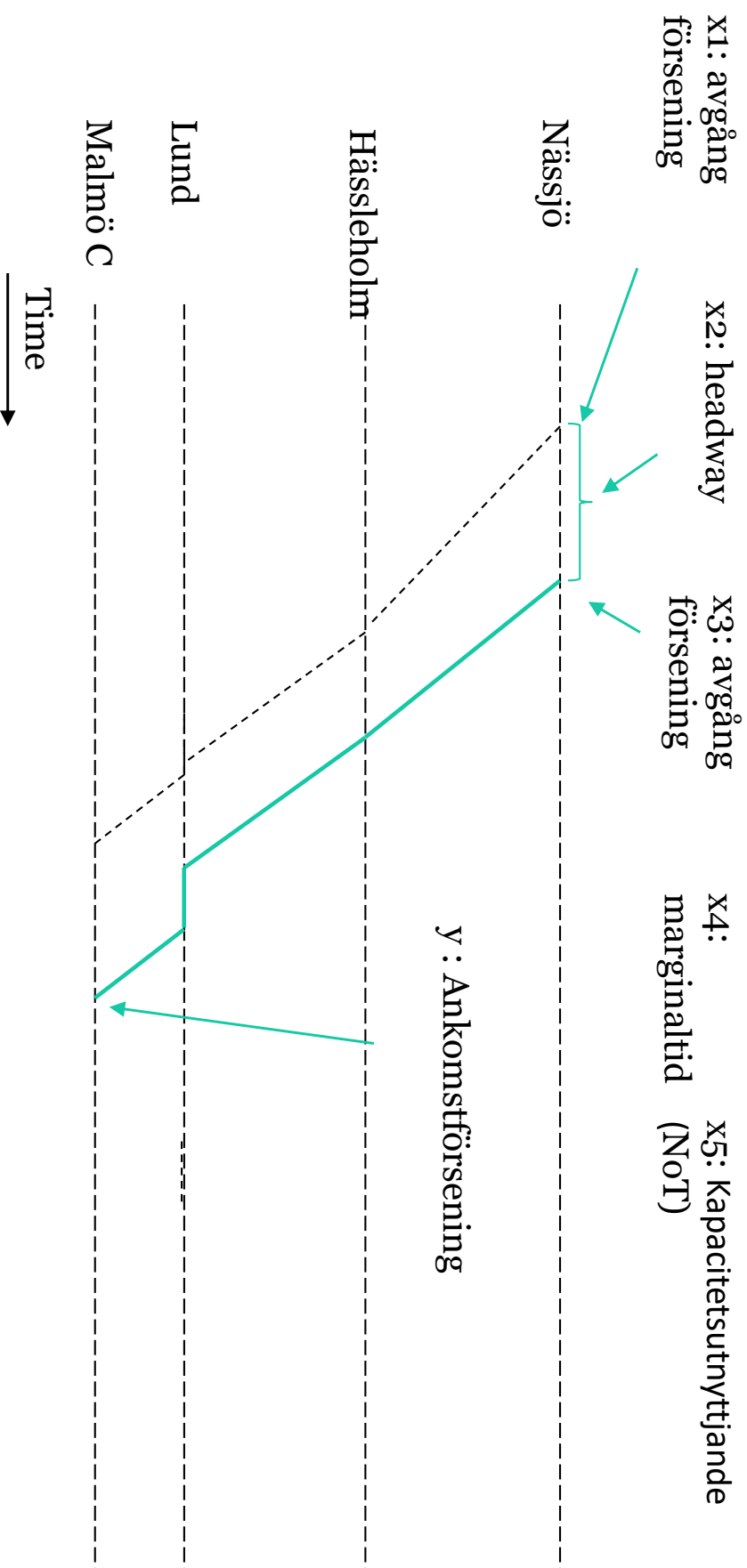
147 observationer av tågpar



Headwayavstånd (Nässjö) vs. Ankomstförseening (Malmö)



Hypotes



Generalized Linear regression model:

ArrDelay ~ 1 + PreviousTrainDelay + Headway + DepDelay + TAoRM + NOT
 Distribution = Normal

1: försenat

Estimated Coefficients:

	Estimate	SE	tStat	pValue
(Intercept)	0.51056	0.15828	3.2257	0.0015624
PreviousTrainDelay ^{<10 min}	0.24497	0.15371	1.5937	<u>0.11325</u>
25 < Headway < 50 min	-0.30003	0.084413	-3.5543	0.0005161
DepDelay > 5 min	0.34973	0.090004	3.8858	0.00015637
5 < TAoRM < 10 min	-0.08345	0.086954	-0.95971	<u>0.33884</u>
2 < NOT < 3	0.11668	0.099469	1.173	<u>0.24277</u>

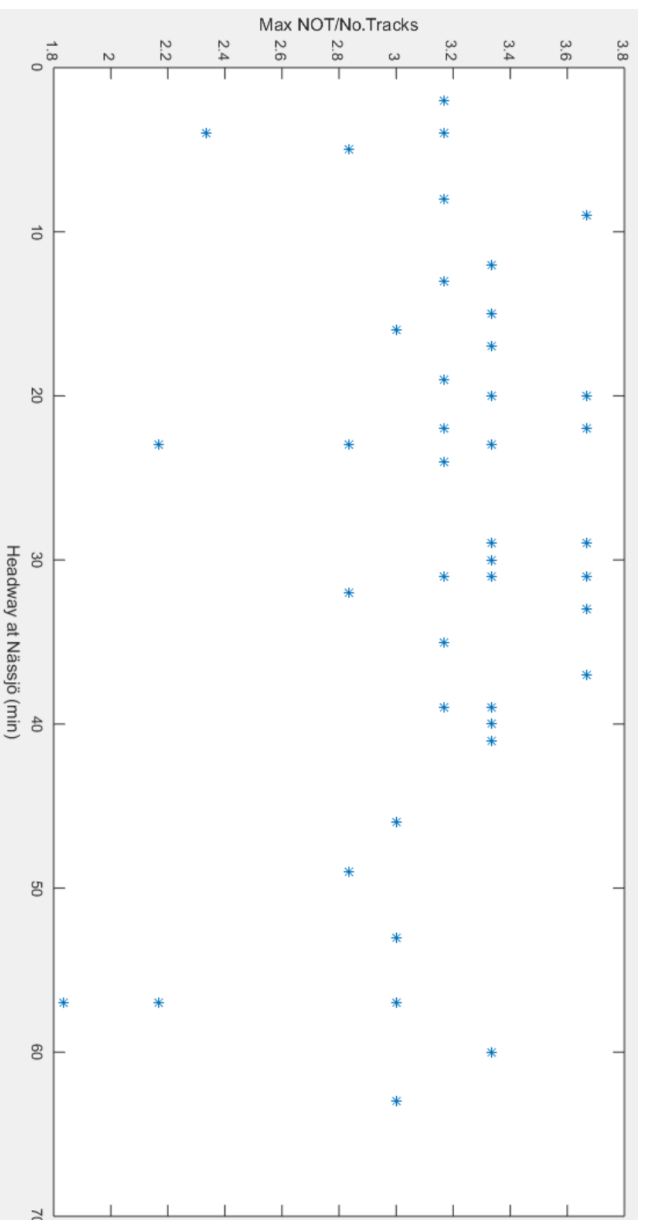
Tröskelvärdena beräknas utifrån maximala korrelationer mellan data

Andra resultat

- Det var ingen signifikant skillnad mellan data för olika dagar (under 95% konfidensintervall)
- Resultat på Hässleholm liknar resultaten för Malmö (svag korrelation men signifikant modell)
- Nettoförseeningen (Nässjö-Malmö) analyseras också (y variabel). Resultaten var snarlika.

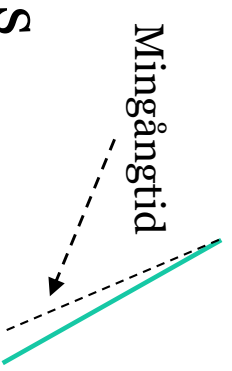
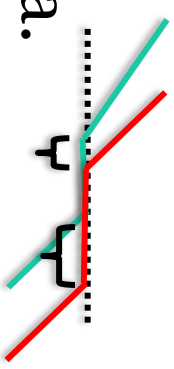
Svårobserverbara möjliga faktorer

- Förseningar vid mellanstationerna
- Det finns små beroenden mellan X-variablerna och de är inte helt oberoende.



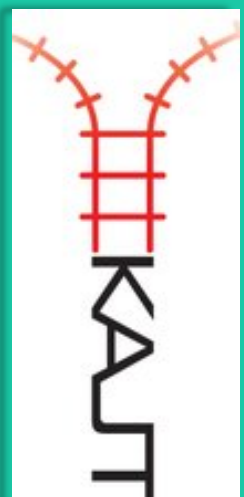
Hur stor påverkan har tidtabellens robusthet på utfallet?

- Headway: Den statistiska analysen indikerar (inte överraskande) att långa headwayavstånd är effektiva.
- Marginaltid: Den statistiska analysen visar att mer marginaltid inte nödvändigtvis har någon effektmen.....
 - Vi har inte analyserat effekten av marginalernas placering.
 - Samverkans effekter headwayavstånd ↔ marginaltid?





TRAFIKVERKET



www.liu.se

Tack!

RELÄET

fahimeh.khoshtniyat@liu.se