

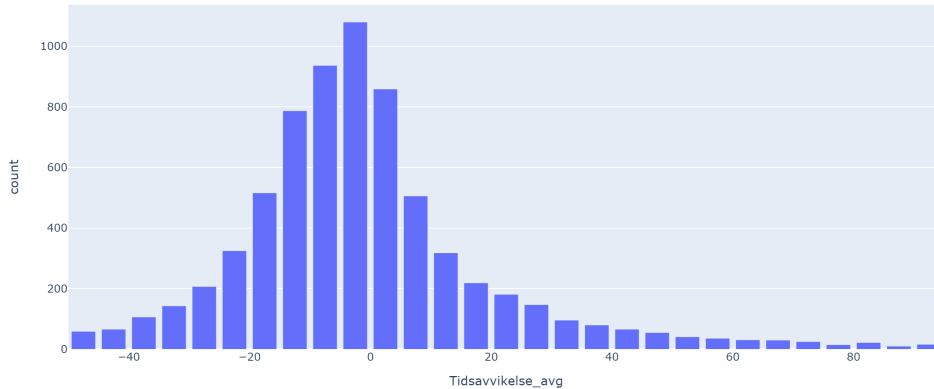
Tidiga och sena godståg från MGB – orsak och verkan

Martin Joborn, Zohreh Ranjbar, RISE
KAJT Vårseminarium 2020-04-23

Del av projekt Fr8Rail II WP3



Avgångstider MGB (Malmö Godsbangård)



- Tåg avgår i snitt 4 min före tidtabell (median)
- 47% mer än 5 min tidigt, 23% mer än 5 min sent
- Stor spridning

Frågeställning:

- Vilka faktorer och omständigheter gör tåg tidiga eller sena?
- Vilka samband finns det mellan trafiksituationen på MGB och tågs avgångstid?
- Data från 2019 från Green Cargo
- Är det bra/dåligt med tidiga tåg? Ingår inte i studien!

Faktorer som kan påverka avgångstid

Undersökta faktorer:

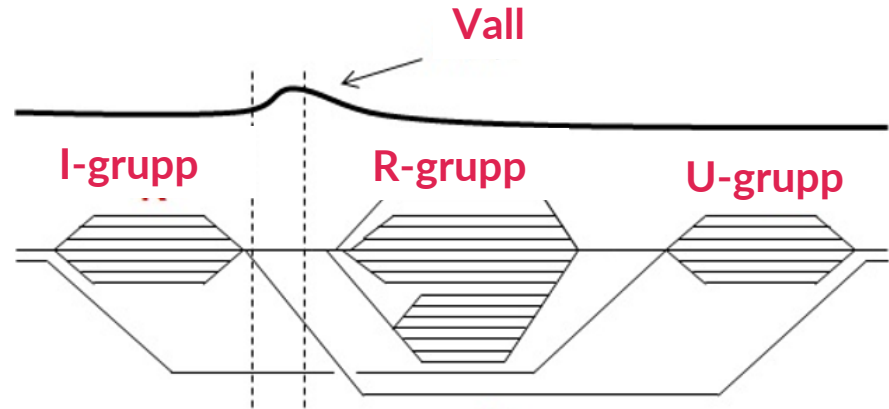
- Destination
- Tågtyp
- Veckodag
- Tid på dagen
- Riktning (norr/söder)
- K-rapport-tid
- Tågets vikt
- Tågets längd
- Antal vagnar i tåg
- Antal vagnar på bangård
- Antal simultiga tåg på bangård
- Storlek på "fan-in"
- Vidarekopplingstid/minsta ståtid på bangård
- Ledtid för lok – tid från ankomst MGB till avgång
- Ej studerat (än):
väder, personalsituation, interaktion med andra operatörer, situation på linjen, ...

Om rangering

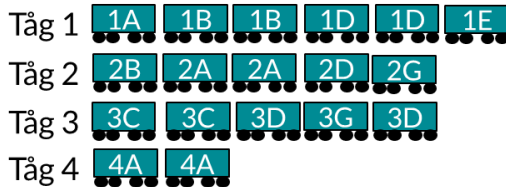
Kort översikt om MGB

Kortkurs rangering

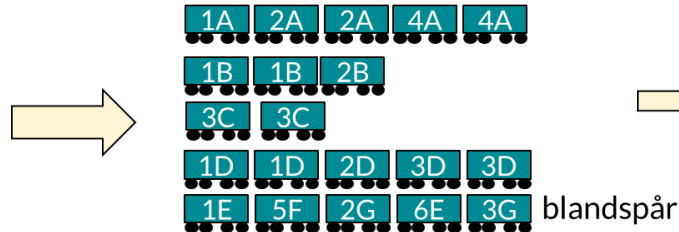
- Typisk (större) rangerbangård har 3 delar:
I-grupp, R-grupp, U-grupp
- När tåg är klart för avgång **k-rapporterar** lokföraren (~5 min innan avgång)



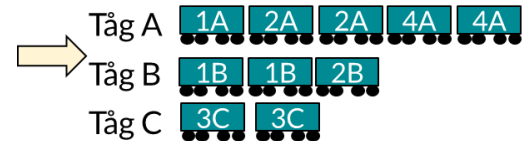
1: Ankommande tåg på I-gruppen



2: Sortering på R-gruppen

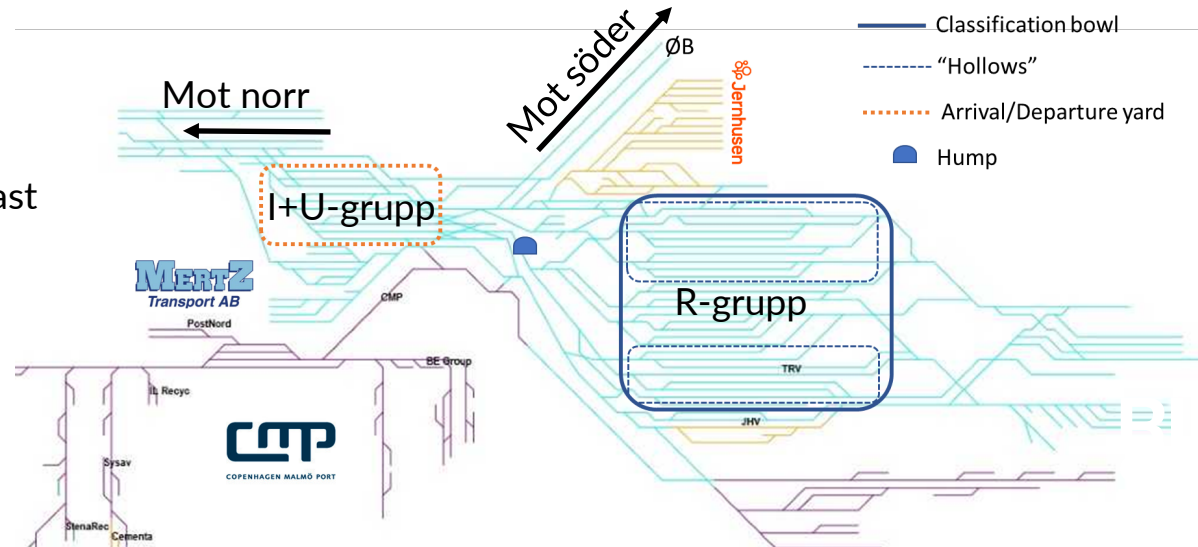


3: Avgående tåg på U-gruppen



Malmö Godsbangård MGB

- Översiktlig layout MGB
- **Kombinerad I+U-grupp: 10 spår**
- R-grupp: 26 spår
- Avgång söderut från I-grupp, norrut (ofta) direkt från R-grupp
- Flera operatörer
- I+U-grupp gemensam för intermodal+inrikes+utrikes vagnslast



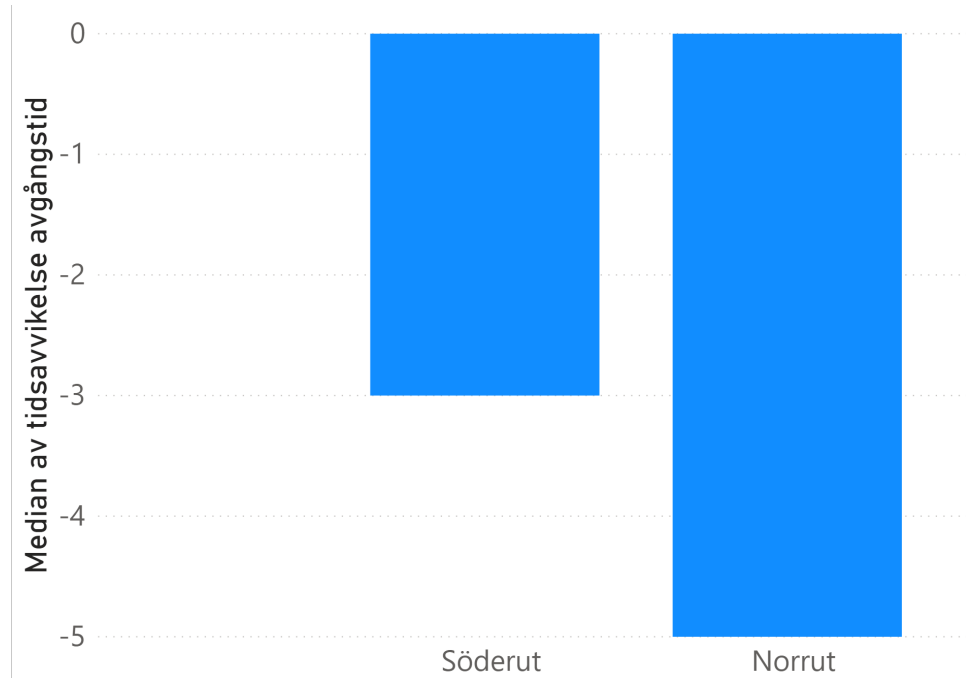
Analys och resultat

- Data från Green Cargo
- Samkörning av förseningsdata, vagndata, tågdata och lokdata från hela 2019
- Tåg som passerar MGB orörda borttagna (lättare sagt än gjort!)
- Analyser gjorda med PowerBI, Python, machine learning (i Python)
- Typer av resultat:
 - a) Kunskap om undersökta faktorer och om godstrafiken
 - b) Kvalitativa ("visuella") samband mellan egenskaper och avgångstid
 - c) Analytiska samband: korrelation och machine learning prediktion (påbörjat)
 - d) Analysverktyg för den som vill gräva i data...

RI.
SE

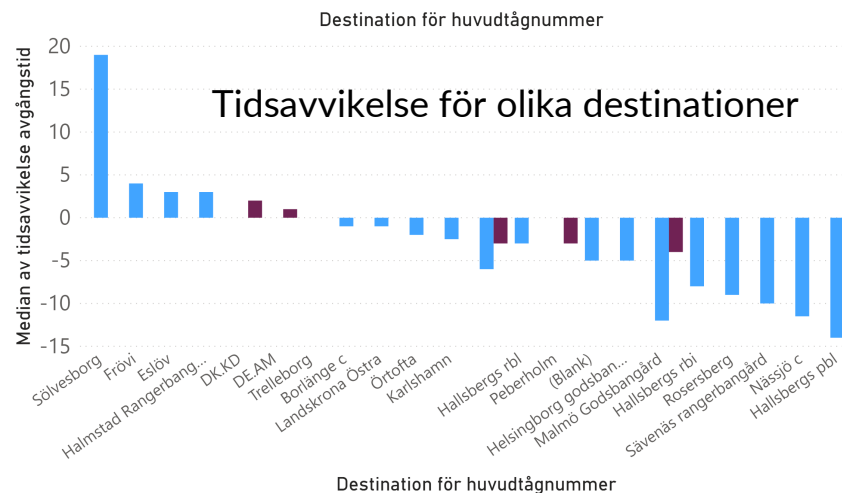
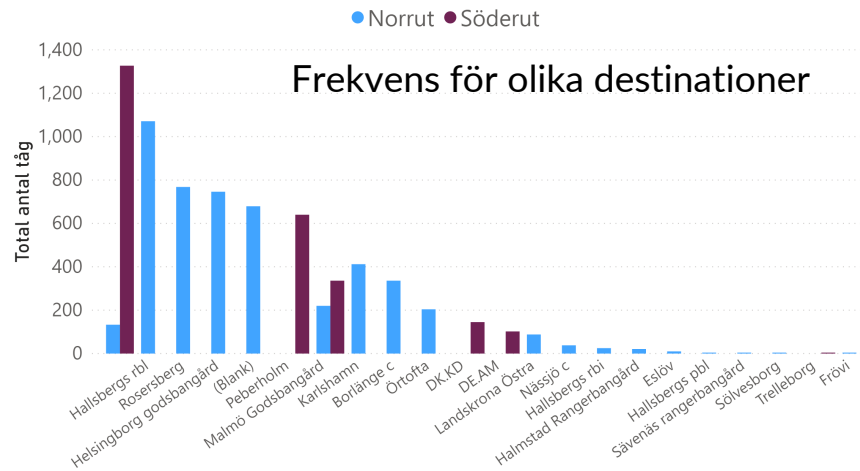
Riktning

- Avgångstidens beroende av riktning (norrut/söderut)
- Tåg norrut något tidigare än södergående – skillnad dock inte stor
- (Oklart för oss var exakta mätpunkterna är)



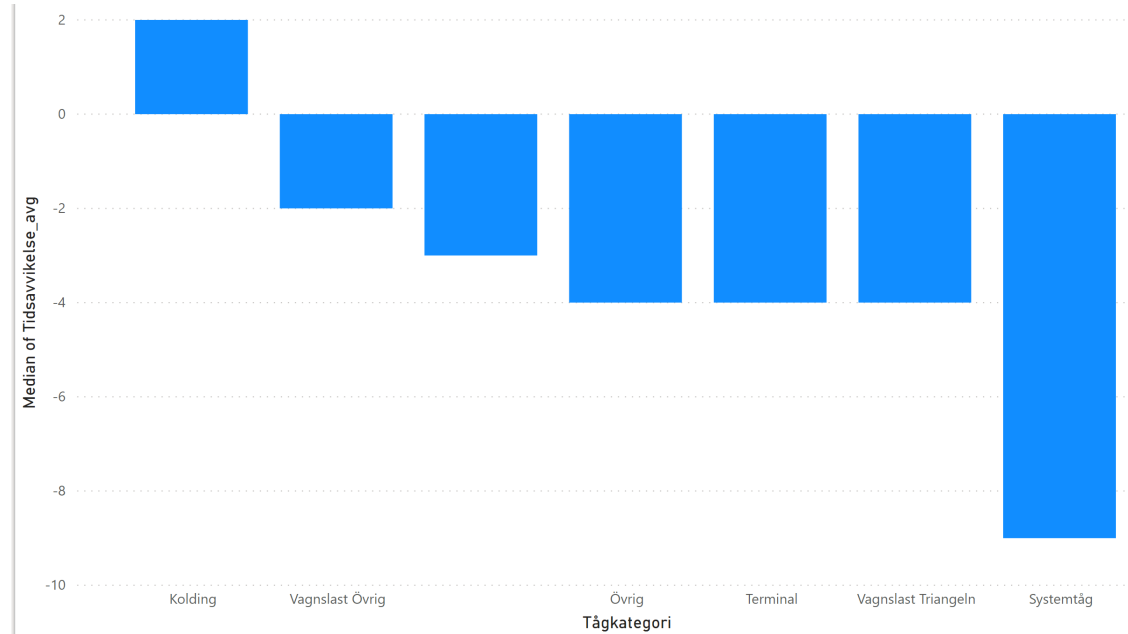
Destination

- Avgångstidens beroende av destination
- Median avgångstid varierar med olika destinationer



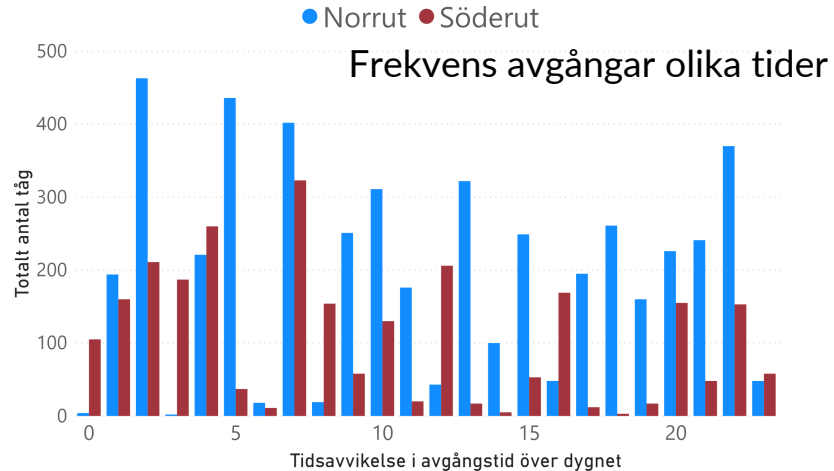
Tågtyp

- Avgångstiden beroende av typ av godståg (terminaltåg, vagnslast, utland, ...)
- Posttåg tidiga
- Tåg till Danmark sena
- Andra tåg ganska lika (i median)



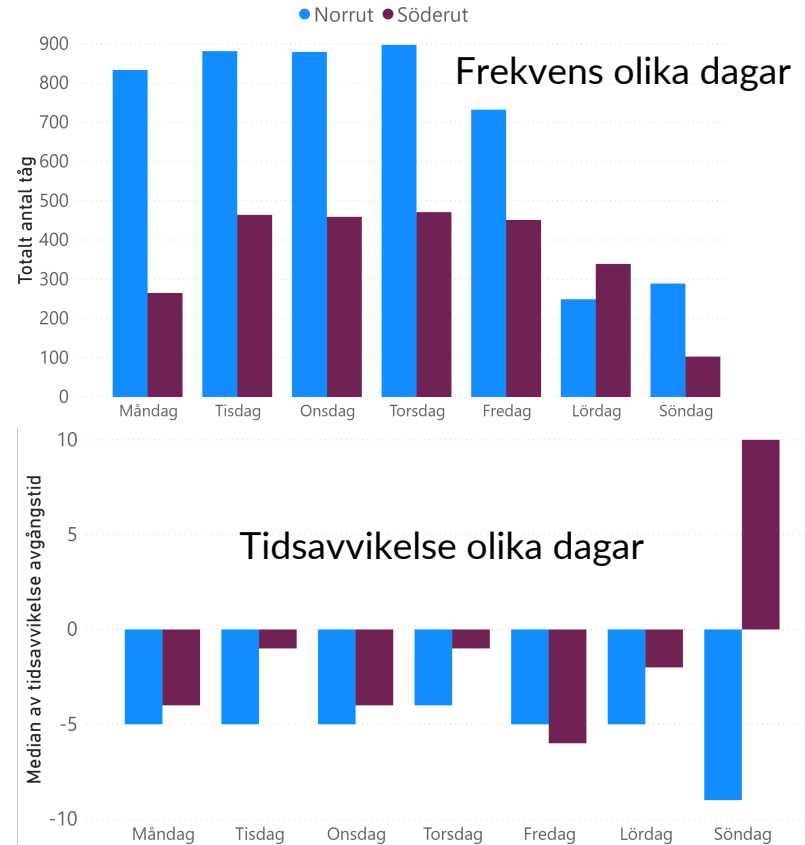
Tid på dagen

- Avgångstidens beroende av tid på dagen
- Tåg mellan kl 5-10 (och 17-18) senare än övrig tid
- Tåg mot Danmark vid 5-tiden "sticker ut"



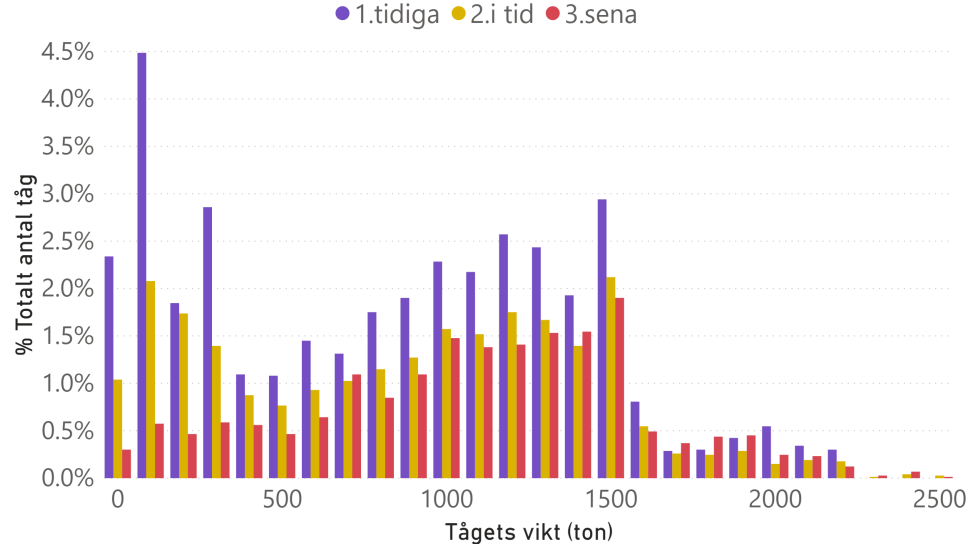
Veckodag

- Avgångstidens beroende av veckodag
- Ganska lika beteende olika dagar
- Söndagar är tåg både extra tidiga och extra sena!



Tågets vikt

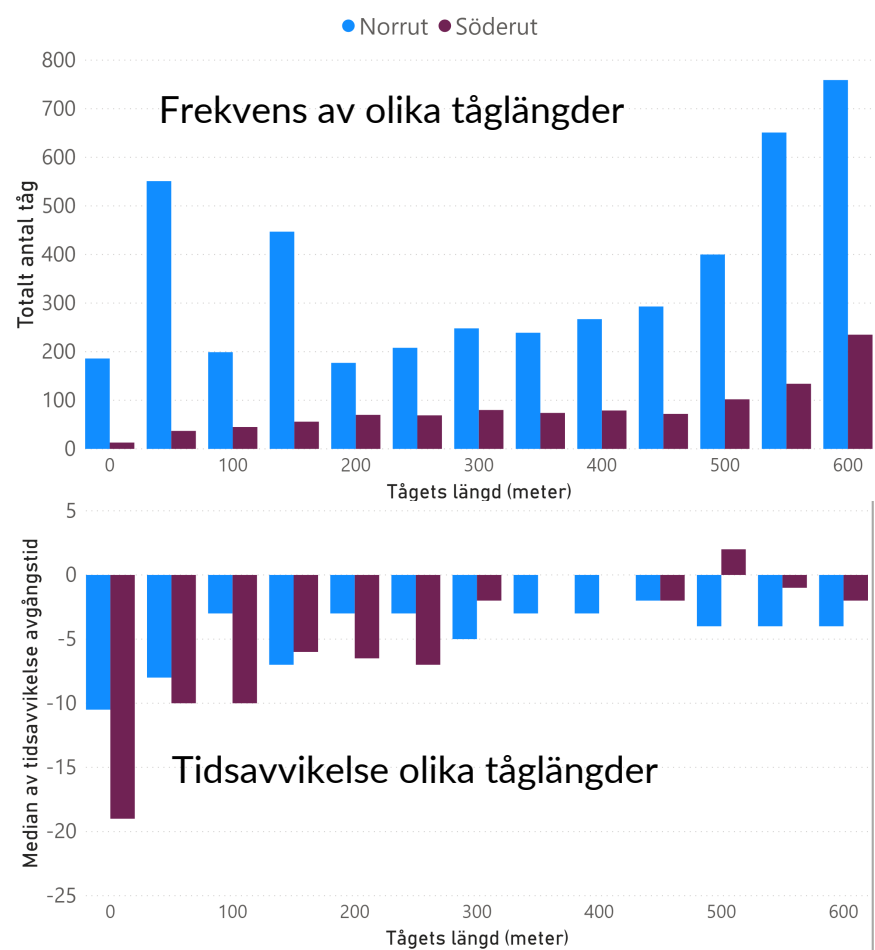
- Avgångstidens beroende av tågets vikt
- ”i tid” = tidstavvikelse inom -5 -- +5 min
- Lätta tåg avgår oftare tidigt och sällan sent
- Riktigt tunga tåg tyngre tåg förhållandevis ofta sena
- Liknande resultat för tåglängd och antal vagnar i tåg



Tidiga respektive sena tåg för olika tågvikter

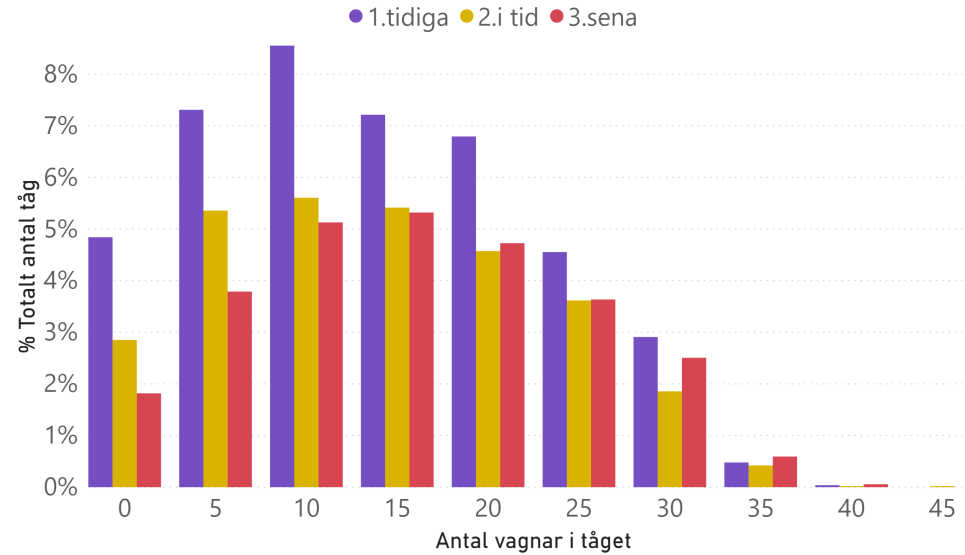
Tågets längd

- Avgångstidens beroende av tågets längd
- Ju kortare, desto tidigare (i princip)



Antal vagnar i tåg

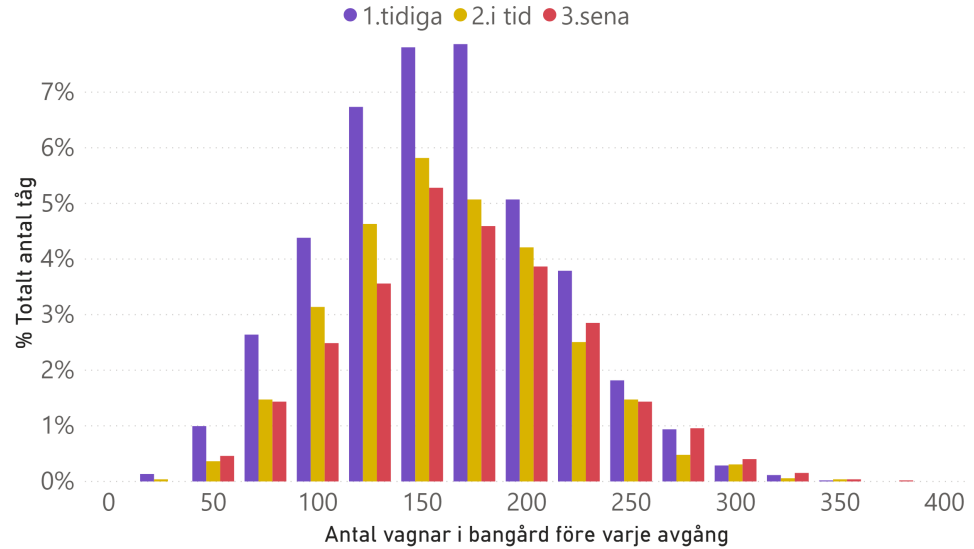
- Avgångstidens beroende av antal vagnar i tåget
- "i tid" = tidstavvikelse inom -5 -- +5 min
- Tåg med mindre än 15 vagnar förhållandevis ofta tidiga
- Tåg med mer än 27 vagnar förhållandevis sällan tidiga



Tidiga respektive sena tåg för olika antal vagnar i tåget

Antal vagnar i bangård

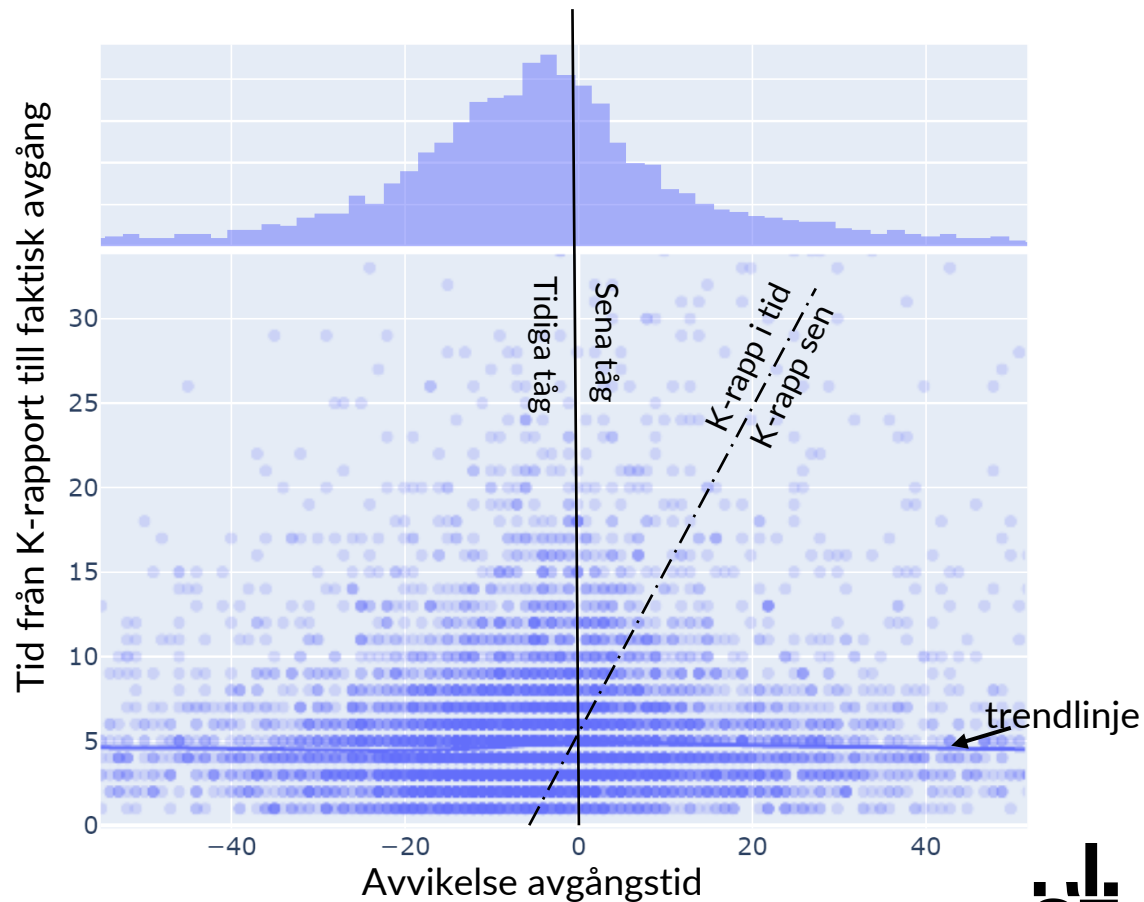
- Totalt antal vagnar på bangården
- ”i tid” = tidstavvikelse inom -5 -- +5 min
- Mindre än 175 vagnar ger oftare tidiga tåg
- Mer än 200 vagnar förhållandevis ofta sena tåg



Tidiga respektive sena tåg för olika antal vagnar på bangården

K-rapport och avgångstid

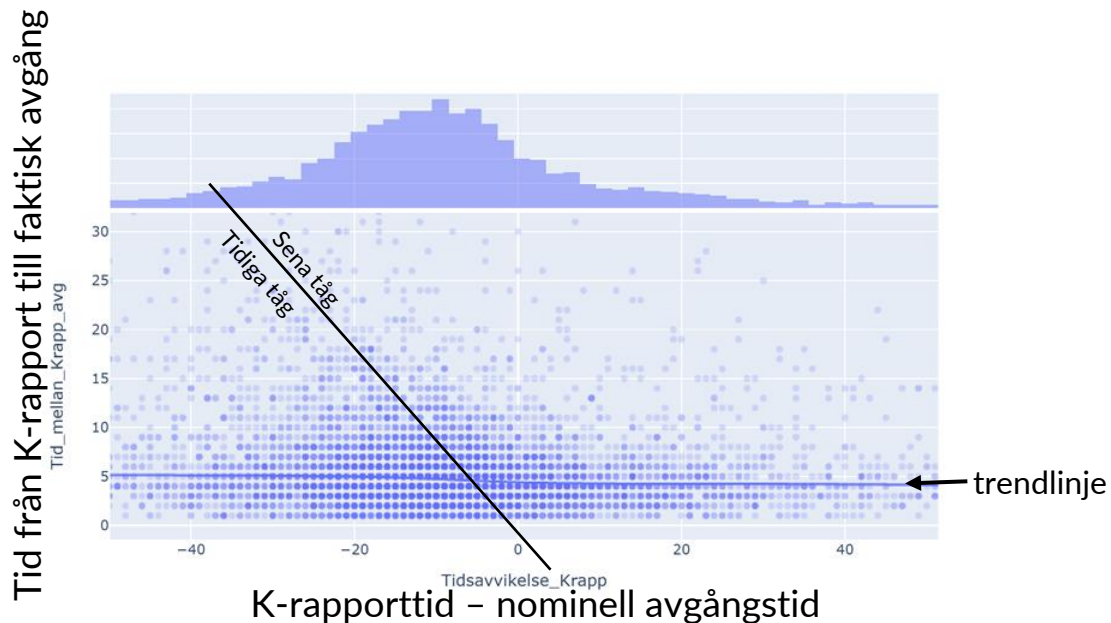
- Avgångstidens samband med k-rapporttid
- Diagram:
x: Avvikelse faktisk avgångstid
y: Tid från K-rapp till faktisk avgångstid
- Tid mellan k-rapp och avgång: ~5 minuter, både för tidiga och sena tåg
- Mycket starkt samband k-rapport-tid och avgångstid – både för tidiga och sena tåg
- Då K-rapp skiljer sig mycket från avgångstid kan det bero på situation utanför MGB (t.ex. trängsel på linjen)



Ju mörkare prickar, desto fler observationer

K-rapport och avgångstid

- Avgångstidens samband med k-rapporttid
- Diagram:
x: K-rapport till planerad avgångstid
y: K-rapp till faktisk avgångstid
- Tid mellan k-rapp och avgång: ~5 minuter, både för tidiga och sena tåg
- Mycket starkt samband k-rapport-tid och avgångstid – både för tidiga och sena tåg
- Då K-rapp skiljer sig från avgångstid kan det bero på situation utanför MGB (t.ex. trängsel på linjen)

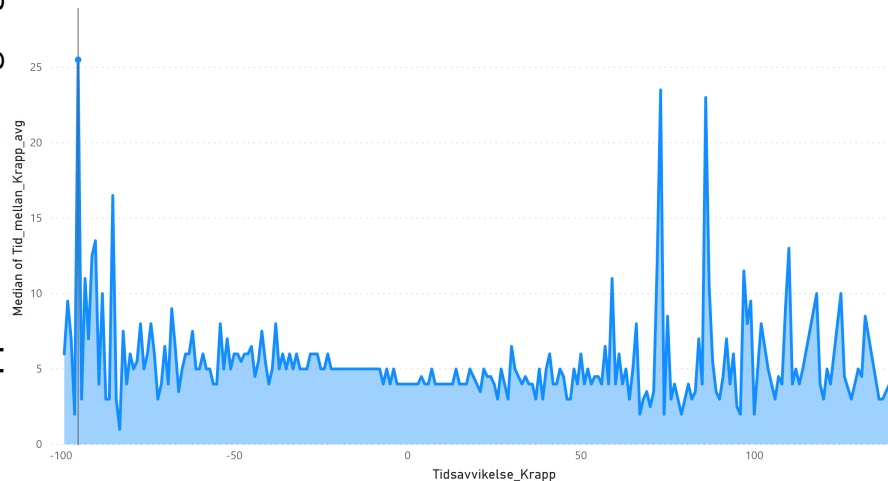


Ju mörkare prickar, desto fler observationer

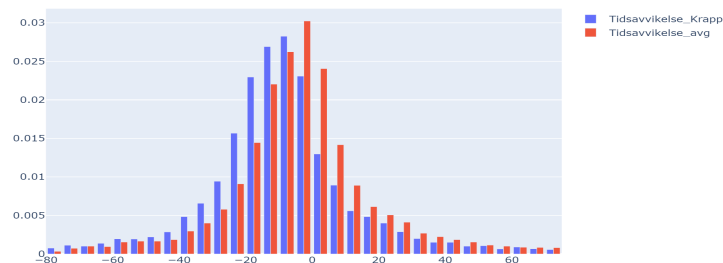
K-rapport och avgångstid

- Tid mellan k-rapp och avgång: ~5 minuter, både för tidiga och sena tåg
- Tåg avgår när tåg är klara (nästan alltid)...
- K-rapport-tid ”ser ut som” avvikelse avgångstid, fast några minuter tidigare

Tid från K-rapport till faktisk avgång



K-rapporttid – nominell avgångstid



Minsta ståtid för vagnar enligt tidtabellen

- Vagnars ståtid från planerad ankomsttid MGB till planerad avgång (enligt tidtabell)
- Minsta ståtid för vagnarna i varje avgående tåg
- Standard 2-5 timmar
- Kort ståtid ger sena avgångar



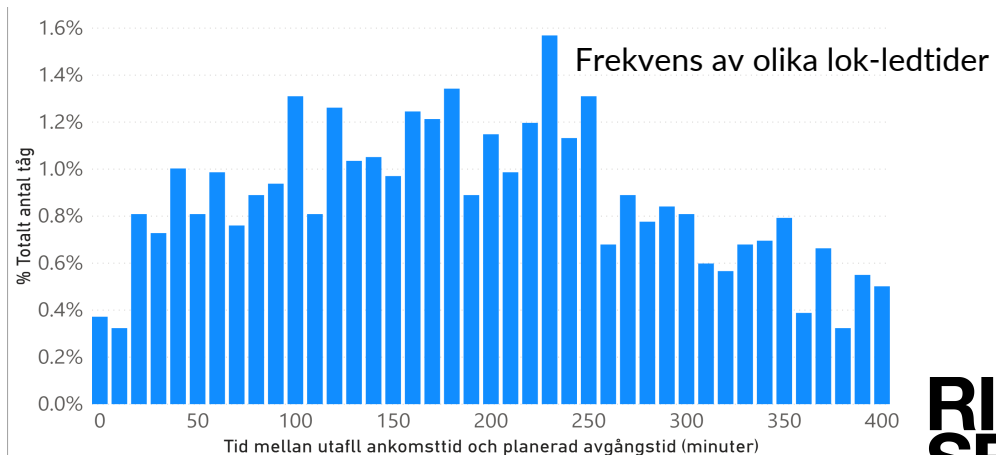
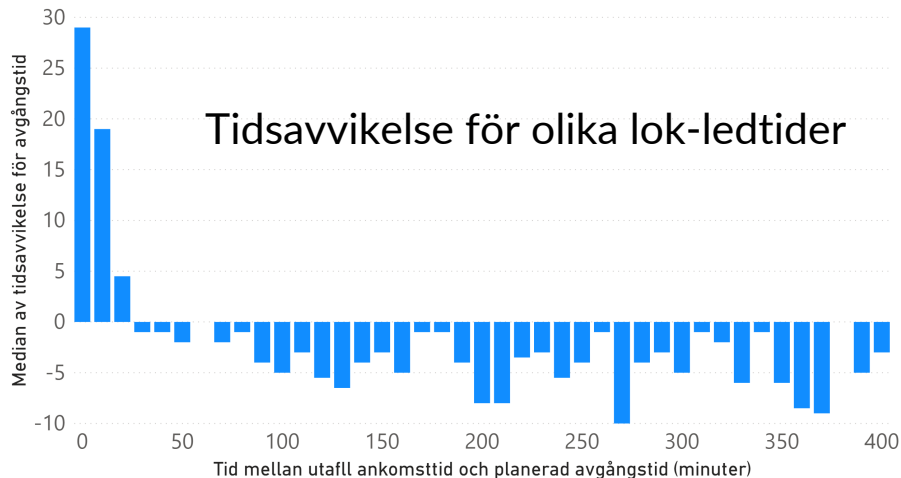
Minsta ståtid för vagnar enligt utfall ankomst

- Vagnars ståtid från "verklig" ankomsttid MGB till avgång enligt tidtabell
- Minsta ståtid för vagnarna i varje avgående tåg
- Standard 2-5 timmar
- Kort ståtid ger sena avgångar



Ledtider för lok

- Tid från faktisk ankomst till MGB till planerad avgång
- Korta ledtider ger senare avgångar



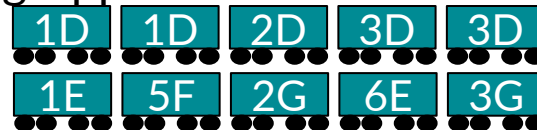
Samtidiga tåg på bangården

- Antal samtidiga tåg = antal avgående tåg på R+I+U-grupp (med avseende på vagnarnas bokning i avgående tåg)
- Ger mått på hur komplex rangering är
- Många samtidiga tåg kräver extra sortering

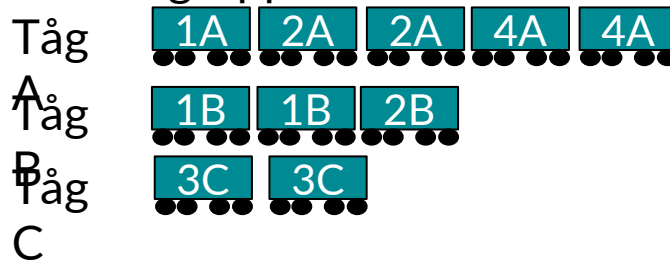
I-gruppen



R-gruppen



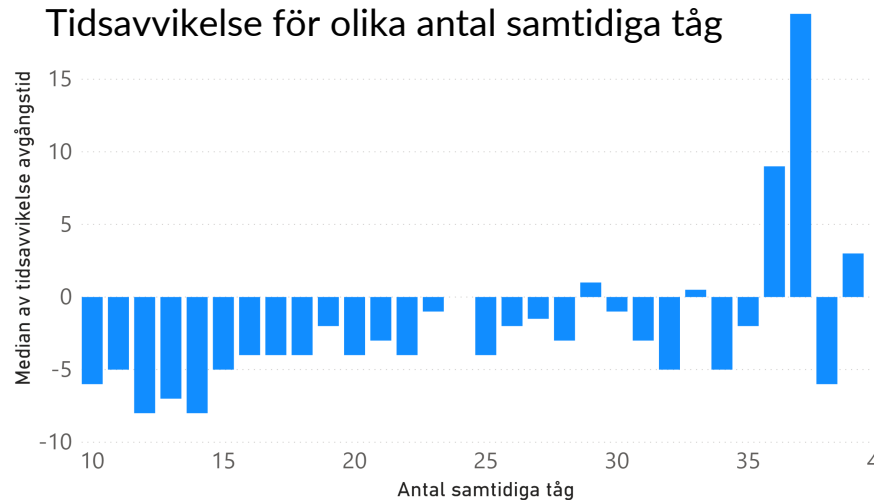
U-gruppen



Antal samtidiga tåg =
7 (A,B,C,D,E,F,G)

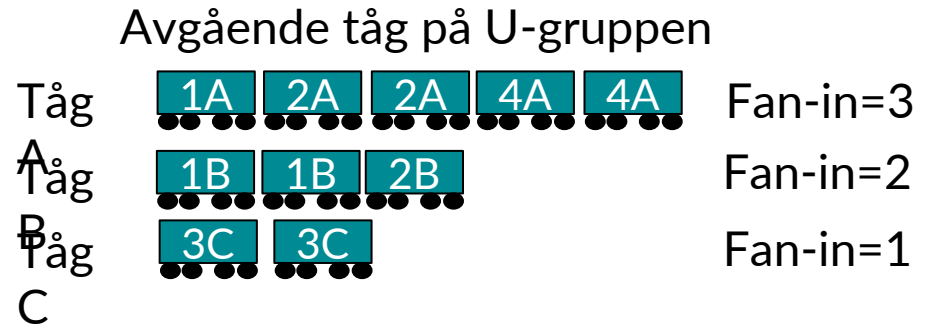
Samtidiga tåg på bangården

- Antal samtidiga tåg typiskt mellan 15-30
- Få samtidiga ger i viss mån tidigare avgångstid
- > 35 samtidiga tåg ger försening
- men -
sällsynt och kan bero på försening (t.ex. problem på linjen)



Fan-in

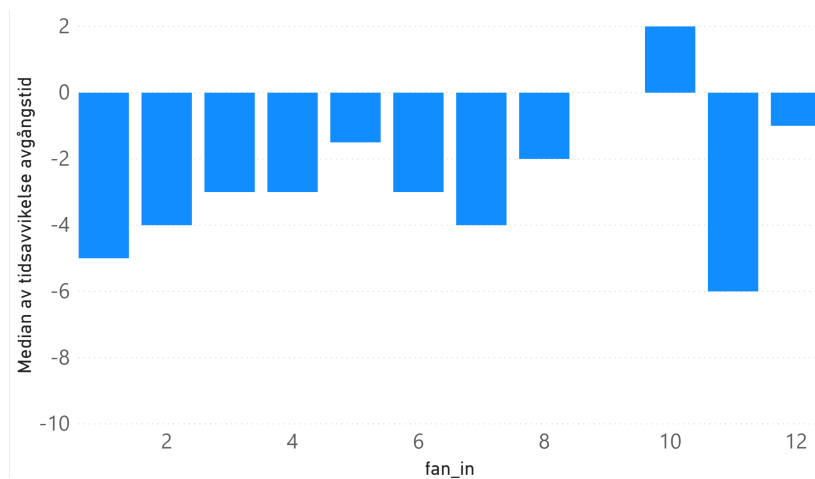
- Fan-in = antal ankommande tåg som bidrar med vagnar till ett avgående tåg
- Ger mått på hur komplex rangeringen är



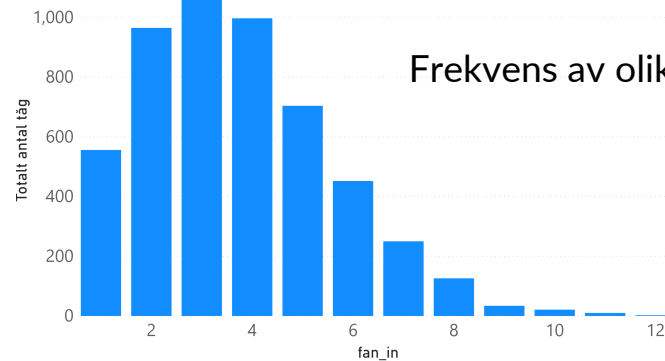
Fan-in

- Fan-in storlek 1-6 vanligast
- Liten fan-in ger lite tidigare avgångstid

Tidsavvikelse för olika fan-in



Frekvens av olika fan-in



Korrelation och prediktion

Statistik och Machine Learning



Korrelationsmatrix

- Korrelation: statistiskt mått på hur olika faktorer samvarierar
- Undersökt korrelation mellan tidsavvikelse för avgångstid och alla andra faktorer
- Stark korrelation mellan k-rapporttid och avgångstid
- Svag korrelation mellan avgångstid och övriga parametrar

ML-baserad korrelation

Machine Learning kan visa hur alla faktorer samtidigt påverkar avgångstiden. Kan användas för att skapa prediktion för tidsavvikelse för avgång.

Första experiment: Trädbaserad ML-modell ger mått på hur olika faktorer påverkar prediktion av avgångstiden



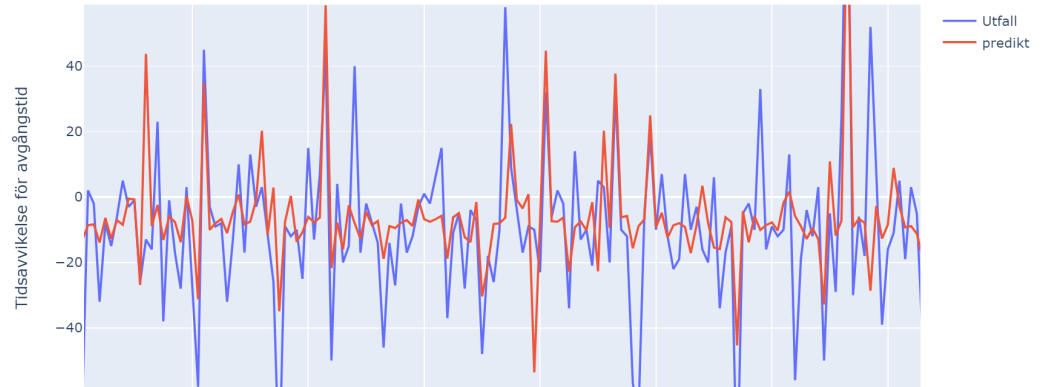
Predicera tidsavvikelse för avgång

Första experiment

I diagrammen blålinje är utfallsdata och rödlinje är predicerade värde

Redan med första modelexperiment kan vi få bra prediktion av en del avgångstider.

Prediktionsmodellen och därmed resultat kan förbättras med mer kompeletterande data liksom väder, linje, banunderhåll och personal)



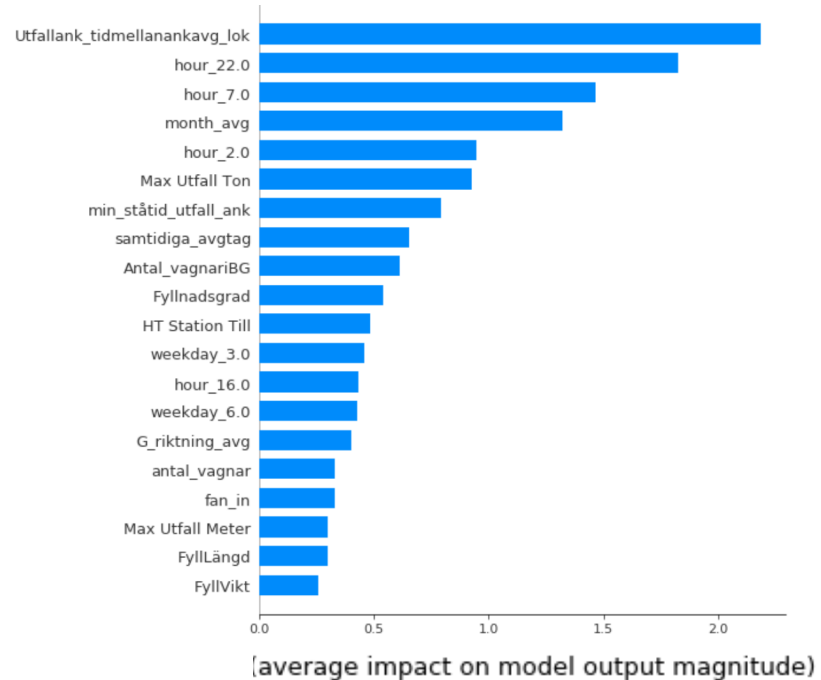
Faktorer som påverkar på avgångstid: preliminärt resultat

Rankning av faktorer som mest påverkar avgångstid

Störst påverkan på avgångstid (prel):

- Ledtid för lok – tid från ankomst MGB till avgång
- Tidpunkt på dygn
- Tågvikt
- Vagnars ståtid på bangården

(Resultat kan ändras när prediktionsmodellen förbättras)



Slutsatser

Faktorerens påverkan på avgångstid på MGB

Avgångstid och påverkande faktorer vid MGB

- Undersökta faktorer:
Destination, Tågtyp, Veckodag, Tid på dagen, Riktning (norr/söder), K-rapport-tid, Tågets vikt, Tågets längd, Antal vagnar i tåg, Antal vagnar på bangård, Antal samtidigt tåg på bangård, Storlek på "fan-in", Ståtid på bangård, Ledtid för lok
- Vissa faktorer tydligare samband (fetstil ovan), andra mindre tydliga
- Analysverktyg för detaljstudier (om någon är intresserad)
- Stark statistisk korrelation mellan k-rapporttid och avgångstid, flesta andra faktorer svaga korrelationer
- Machine learning: Indikerar vilka faktorer som påverkar. Kan vara lovande för att indikativt prediktera avgångstid.

Martin Joborn

martin.joborn@ri.se
070-570 99 92

Zohreh Ranjbar

zohreh.ranjbar@ri.se
070-627 85 98