



Tidtabellsplanering med simulering

Hans Sipilä

hans.sipila@abe.kth.se



Tidigare arbete

- Simulering av snabbtågstrafik Stockholm – Göteborg
 - Förändringar i tidtabellen som påverkar X2000
 - Hur påverkas punktligheten?
 - Simuleringar på sträckan Katrineholm – Hässleholm
 - Uppskattning av nivån på primärstörningar utifrån aggregerad data om avvikelser mot tidtabell
 - Test av metod för att modellera godstågens spridning mer realistiskt
 - Positiva och negativa avvikelser mot tidtabell
-



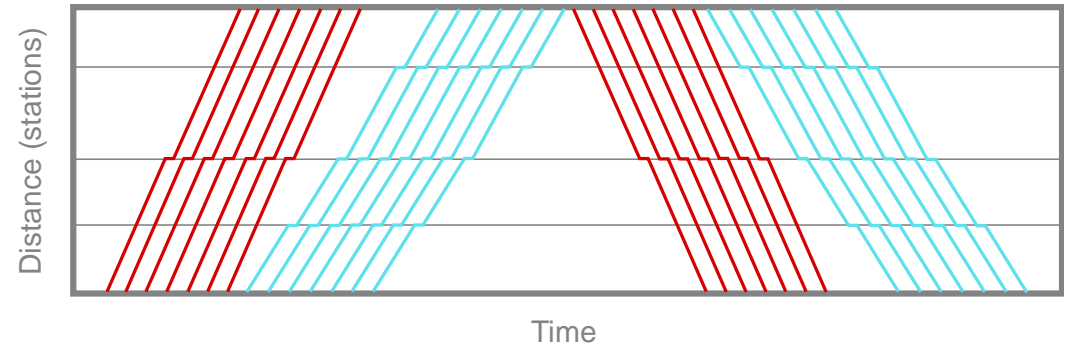
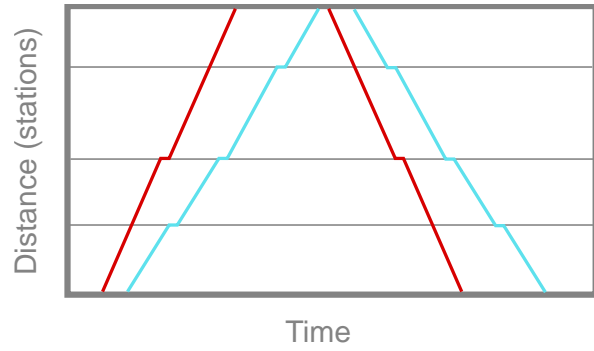
Generering av tidtabeller på enkelsspår

- Kombinatorisk ansats för definition av önskad trafik
 - Tåggrupper
 - Frekvens
 - Kombineras för startplatser samt riktningar
 - Antal kombinationer behöver begränsas
 - Tidsupplösning, möjliga tidsluckor
 - Headways, låsning av tåggrupper i vissa intervall
 - Sampling
-

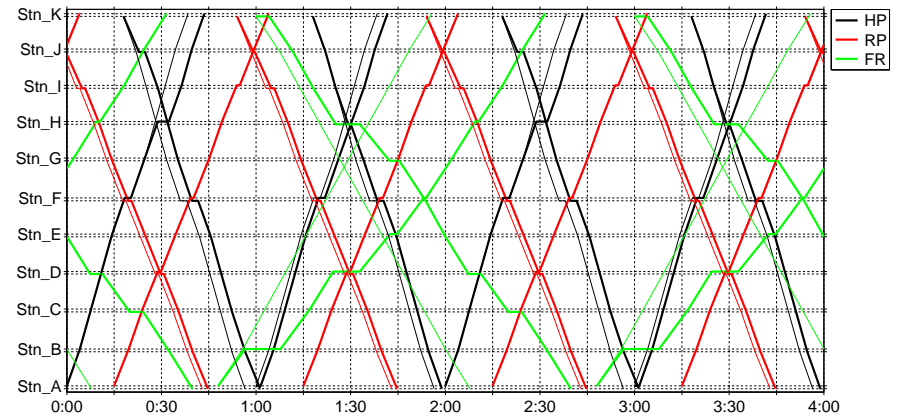
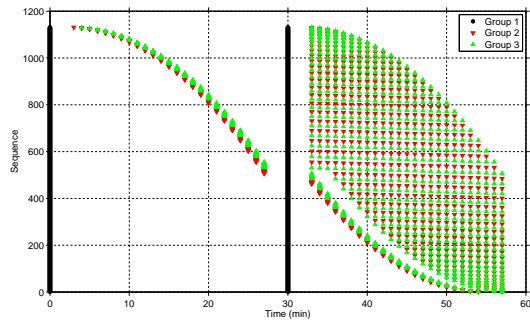
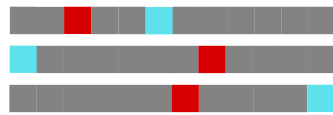


Generering av tidtabeller på enkelsspår

- Varje tågtyp har en nominell relativ tidtabell (malltåg)
 - Innehåller passageraruppehåll
 - Kan innehålla marginal i förhållande till minsta möjliga körtid
 - Kombinationer med starttider appliceras på respektive tåg (kopior av malltåg)
 - Simulering görs av ett antal kombinationer, en cykel motsvarar en kombination
-



Requested departure time Sequence





Generering av tidtabeller på enkelsspår

- Hur många kombinationer är meningsfullt att simulera?
 - Storlek på nätverk
 - Tid innan full trafik erhålls + tid vid full trafik tills inga tåg finns existerar (tåg i de perioderna utvärderas inte)
 - Antal repetitioner av perioder för att få ett tillräckligt tids spann för tidtabellslösning
 - Innan simulering innehåller varje tidtabell varierande antal konflikter
 - RailSys försöker köra tågen/lösa uppkomna konflikter
 - Prioriteter ej dynamiska
-

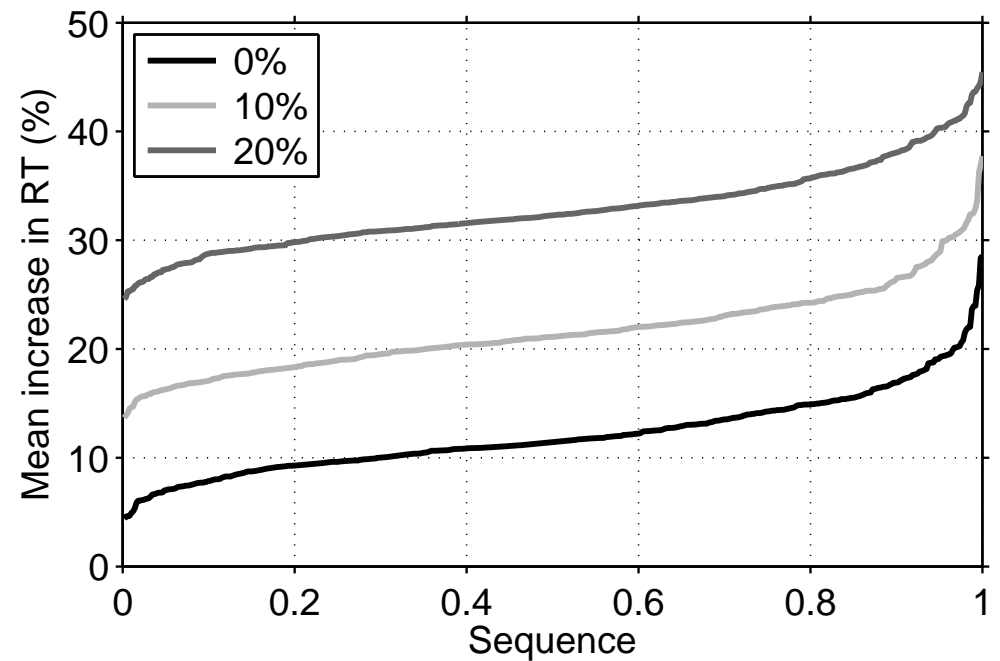
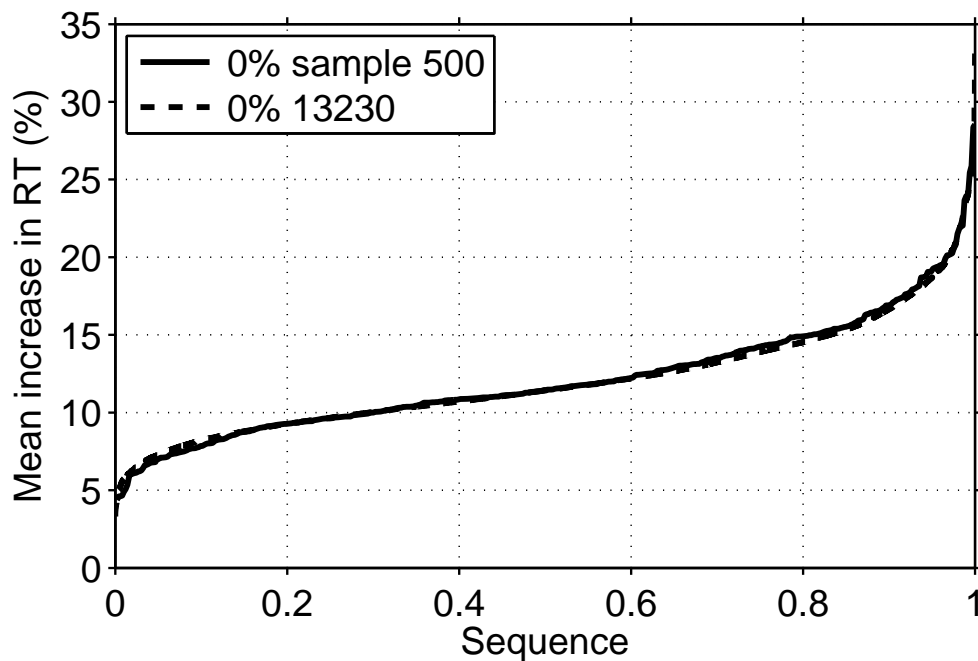


Fallstudie, exempel

- Infrastruktur
 - Drygt 100 km enkelspår av hög standard
 - Huvudspår 200 km/h, sidospår 100 km/h
 - 9 mellanstationer + 2 yttre stationer
 - Linjeblock, ca 5 km
 - Tåggrupper
 - 200 km/h, ett planerat uppehåll
 - 180 km/h, tre planerade uppehåll
 - Snabbare tåget har viss prioritet över det långsammare
-

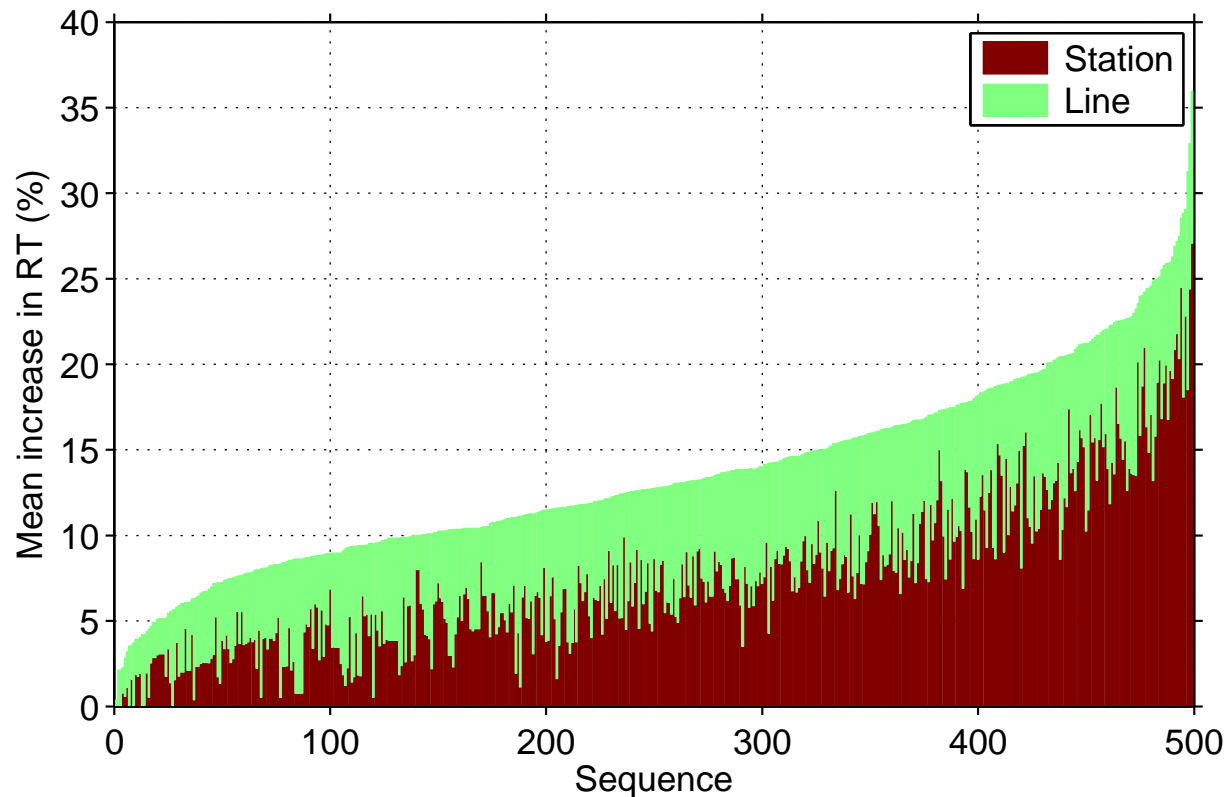
Utfall simulering

- Procentuell skillnad mot nominell (ostörd) körtid
- Utfall simulering, medelvärde för alla tåg (grupper)
 - 0, 10 och 20% körtidsmarginal relativt minsta möjliga
 - Del av marginal kan användas i simuleringar med störningar
- Gräns för tidtabeller som kan vara intressanta?



Uppdelning i väntetid på stationer och förlängning av körtid mellan stationer

- Låg nivå på stationsdel: "väl" planerade möten (och förbigångar)
- Linjedel: bidrag från acceleration och bromsning



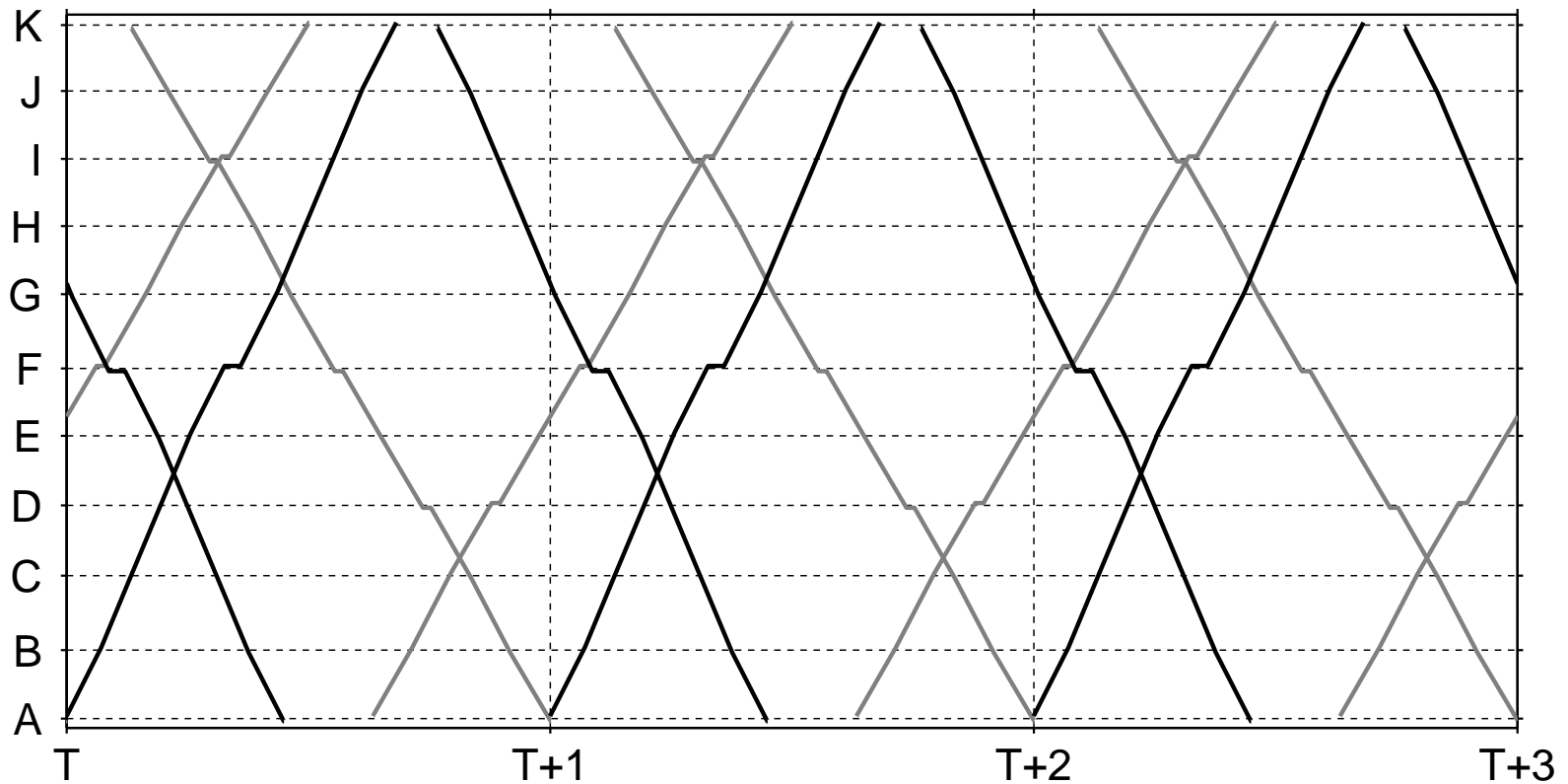


Simulering med störningar av valda tidtabeller, exempel

- Ur en mängd på knappt 500 väljs tidtabeller för fortsatta simuleringar
 - 100 lägsta avseende medelvärden på procentuell körtidsförlängning, gemensamt värde för 4 grupper (2 grupper båda riktningar)
 - Simuleringarna delas upp i ett antal set
 - Ökad tålighet mot deadlocks
 - Ordningen slumpas innan tidtabells- och störningsfiler skrivs (XML)
 - Start- och uppehållsstörningar används (ej linje här)
 - Start: andel 50%, exp, $\mu = 180s$, max = 600s
 - Uppehåll: tidigare använda lognormal fördelningar
-

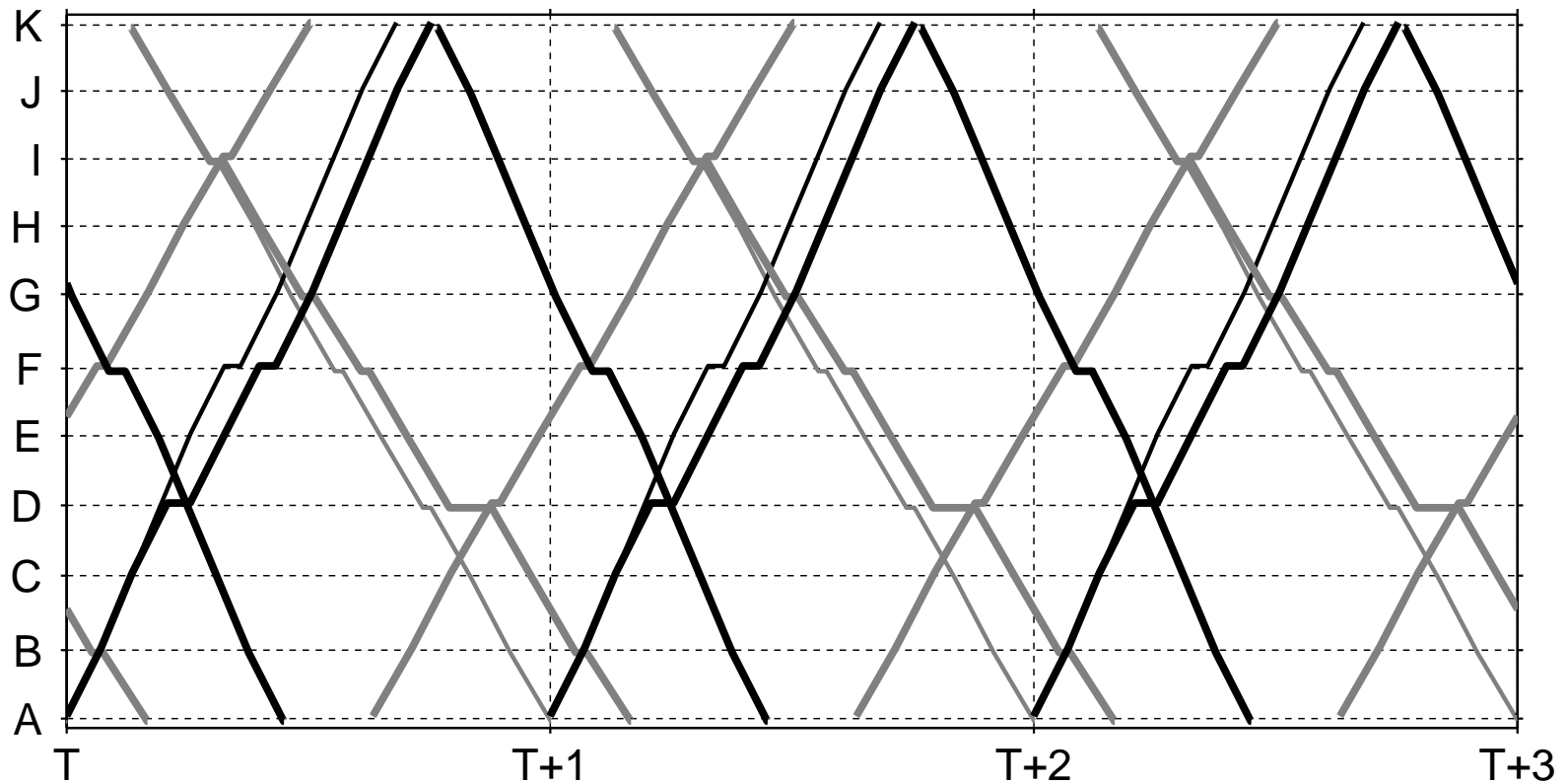
Exempel nominell tidtabell

- Efterfrågade starttider (kombinationer)
- EJ konflikthanterad



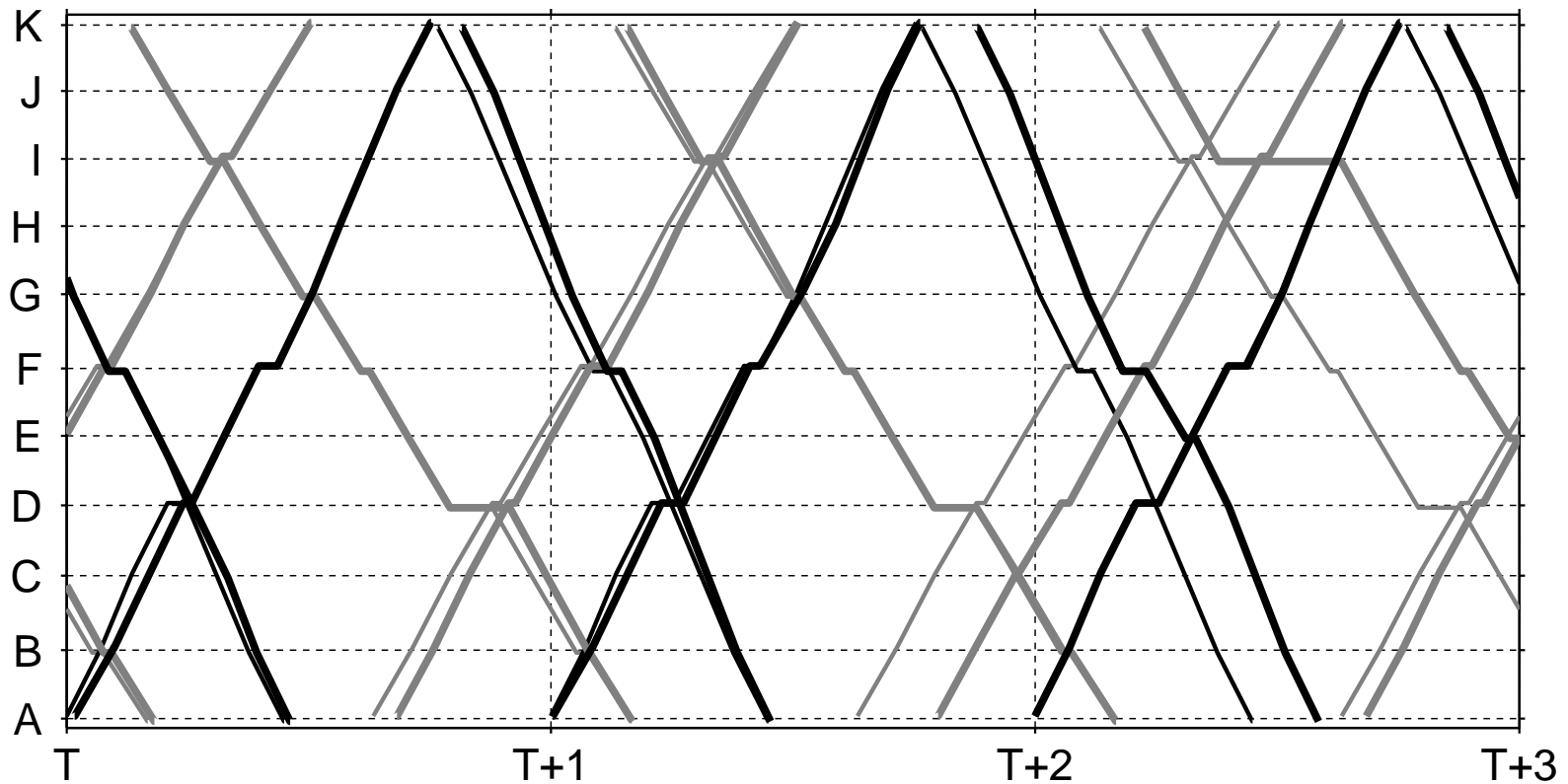
Simulering, resultat för en nominell tidtabell

- Efterfrågade starttider kan ej nödvändigtvis uppfyllas
- Konflikt hanterad



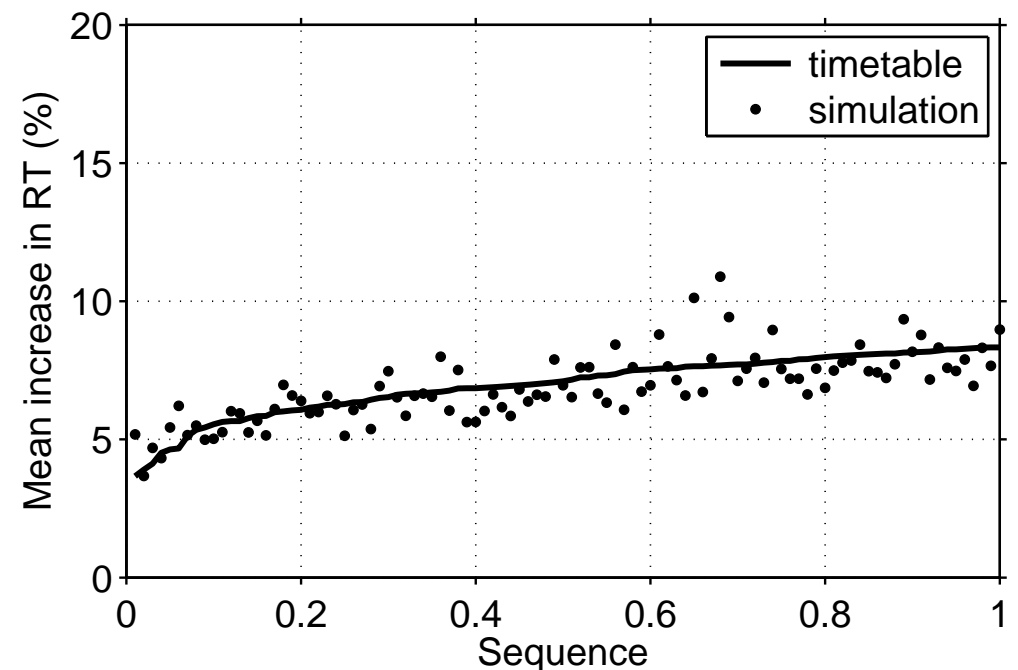
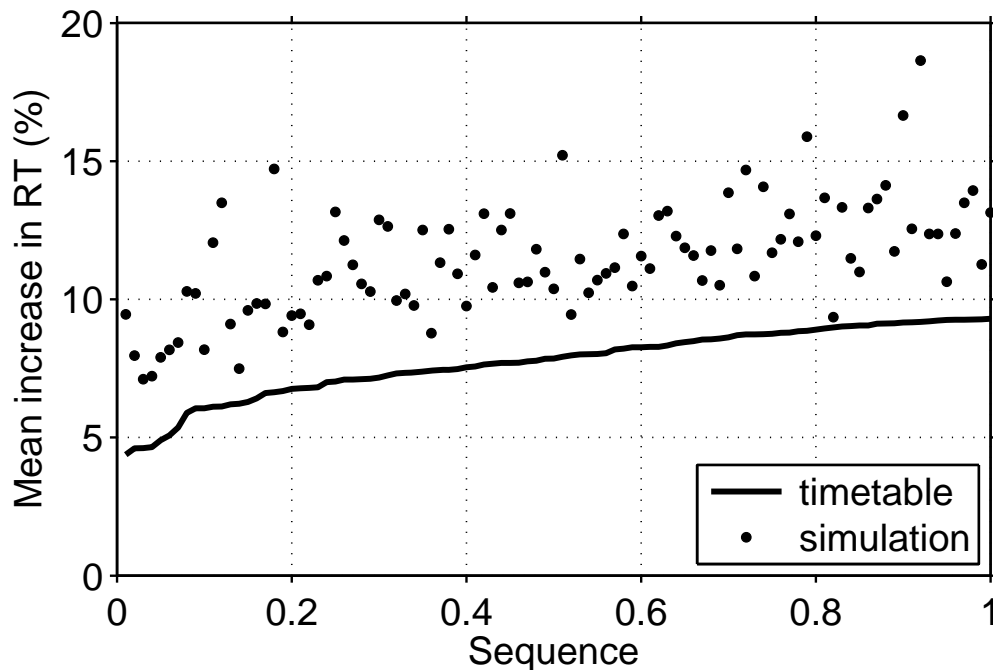
Simulering av tidtabellsförslag med störningar (exempel)

- "Tillräckligt" antal repetitioner
- Utvärderas mot ett eller flera prestationsmått



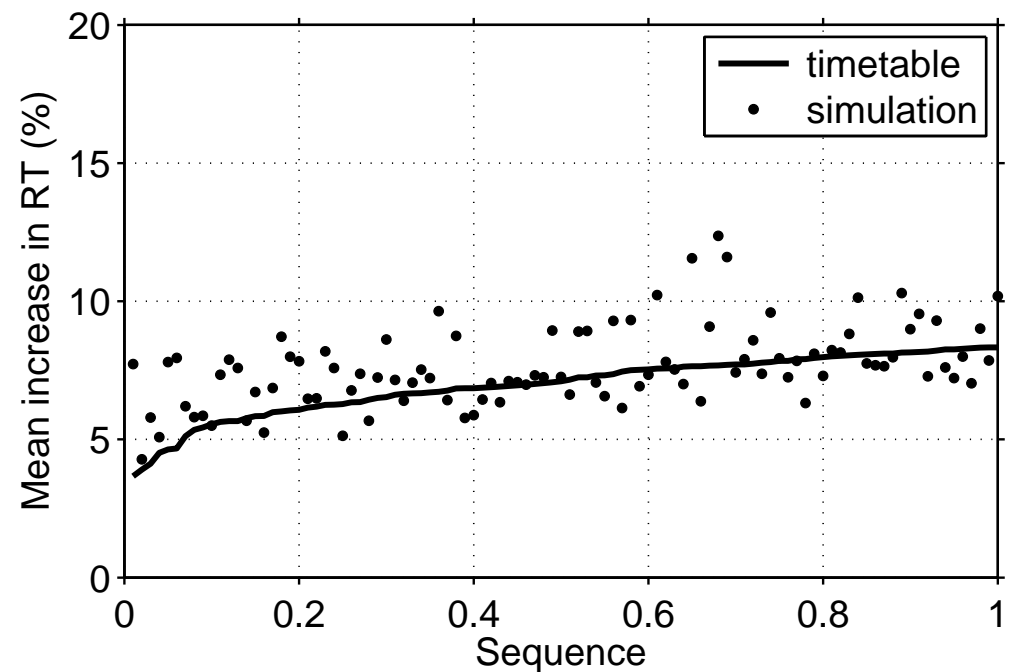
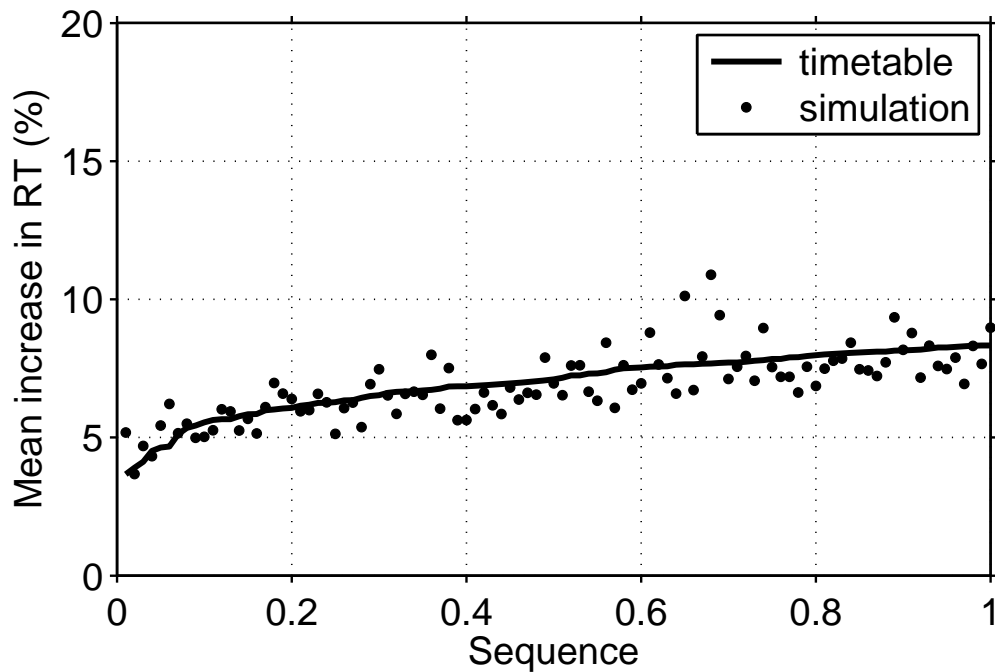
Resultat, exempel

- Normerade mot nominell körtid
- Sorterade mot ursprunglig kurva (100 tidtabeller)
 - 70% av körtidsmarginal kan användas för att köra ikapp
 - Fall med 0% respektive 10% inbyggd marginal



Ökning av störningar, fall 10%

- Vänster
 - Start: andel 50%, exp, $\mu = 180s$, max = 600s
- Höger
 - Start: andel 70%, exp, $\mu = 300s$, max = 600s





Några slutsatser från fallstudie

- Kan fungera för att utvärdera ett större antal tidtabeller med liknande egenskaper avseende trafikvolym
 - Ingen metod för att hitta "alla" eller "den bästa" tidtabellen
 - Kan ge ett tillräckligt urval av tidtabeller, både bra och dåliga
 - Sampling nödvändig för realistiska problem med flera startstationer och många tåggrupper
 - Flertal tidtabeller blir ej perfekt cykliska, kan användas som ett utvärderingsmått
 - Utvärdering av subgrupper i förhållande till varandra
-



Några slutsatser från fallstudie

- Stora trafikvolymmer och/eller mer komplexa konfliktsituationer på enkelspår känsliga för deadlocks i RailSys
 - Tidtabeller med ofta förekommande deadlocks kan tas bort i simuleringar med störningar
 - Simulering och utvärdering på flera tidtabeller kan ge en mer rättvisande bild av t.ex. kapacitetssituationen på en linje jämfört med att simulera en tidtabell
-