



RI.  
SE

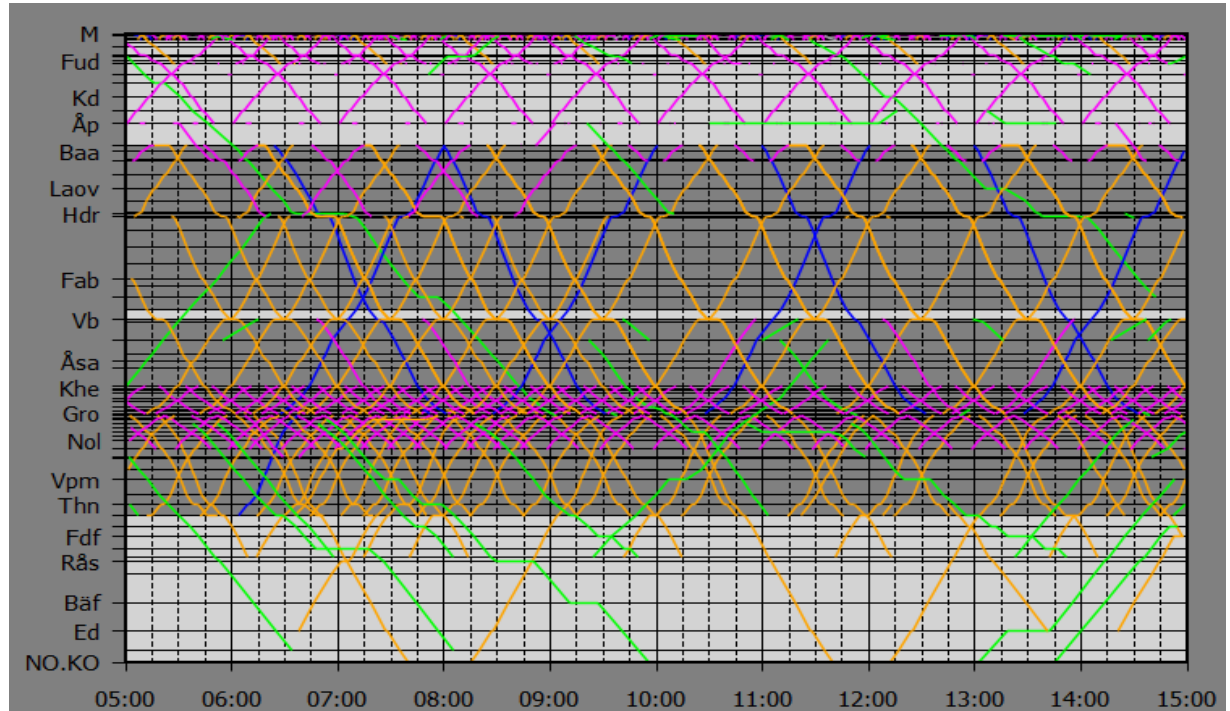
# Restkapacitet för gräns- överskridande ad hoc trafik

Johan Högdahl  
[johan.hogdahl@ri.se](mailto:johan.hogdahl@ri.se)

Hans Sipilä  
[mute@kth.se](mailto:mute@kth.se)

# Inledning

- Transportbehov ändras med kort varsel – finns det kapacitet för fler tåg?
- Koordineringsbehov för gränsöverskridande trafik
- Idag sker detta manuellt ("trial-and-error")



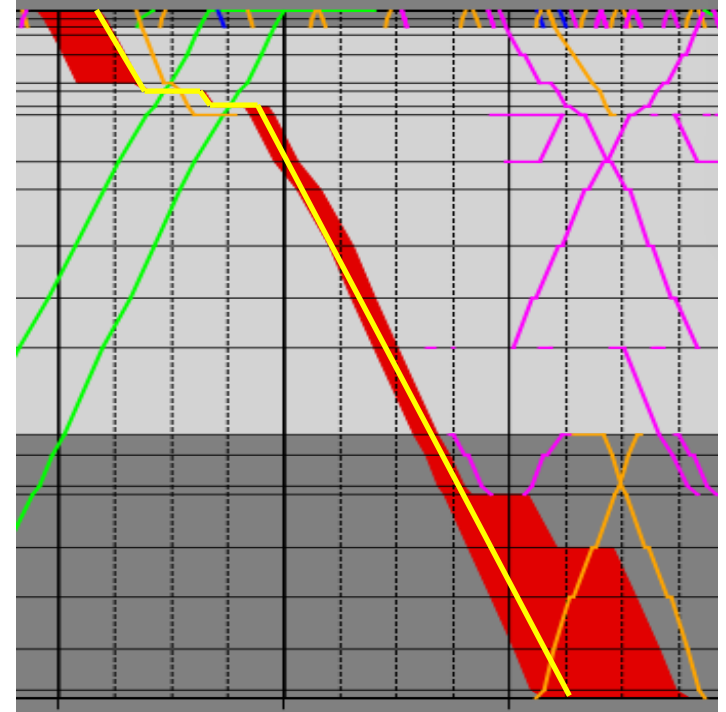
# Syfte och mål

## Syfte

Att stödja tidtabellskonstruktörer vid ad hoc-planering av långväga, gränsöverskridande trafik för att underlätta beslut och effektivare hantering.

## Mål

- Utveckla en metod för att visualisera restkapacitet i en given tågplan
- Generera tåglägen och utvärdera dessa med simulering
- Demonstrera metoden genom implementation i EFFÅ-demostatorn (som tagits fram i tidigare KAJT-projekt)

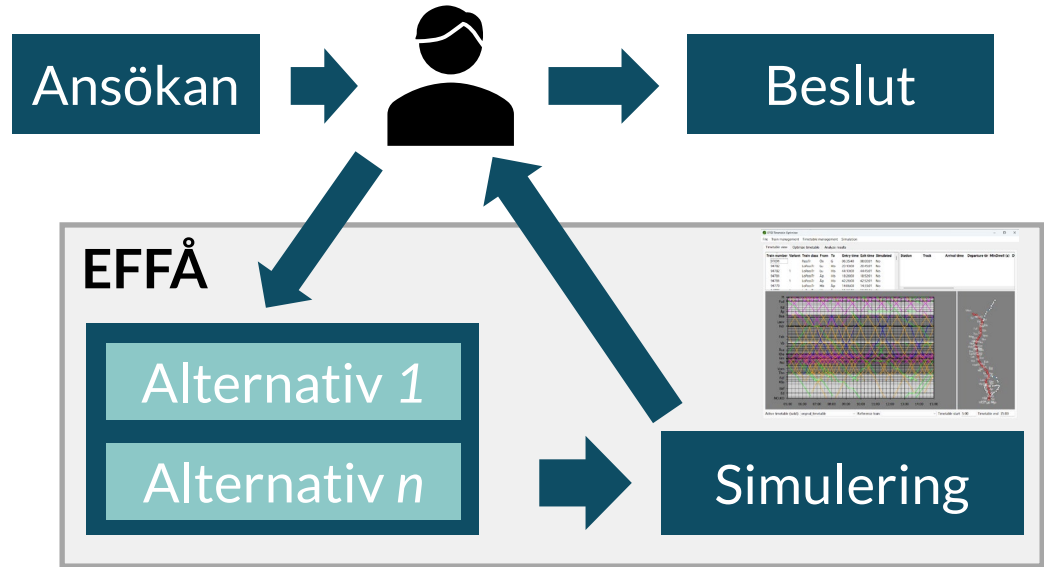


# Projektets ambition

- Visa **möjliga alternativ**, snarare än att leverera ett färdigt tågläge.
- Låta konstruktören undersöka effekten av olika val genom integrerad trafiksimulering

## Användningsfall

1. Söka och visualisera restkapacitet
2. Generera förslag på tåglägen
3. Simulera föreslagna tåglägen för att utvärdera dess robusthet



# Kapacitetssökning

## Problem

Hur kan vi schemalägga ett extra tåg?

## Indata

- Tidtabell
- Planeringsförutsättningar
- Gång- och uppehållstider

Användaren styr genom att sätta gränser för vad som är tillåtet och ev. indelning i delsträckor

**Add new train**

Train number: 10    Train category: Freight train    Train type: GR401509

From: Malmö Godsbangård    To: Kornsjø St

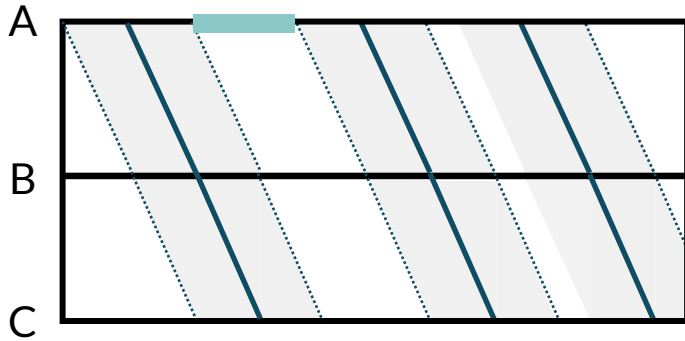
Min dwell time (s): 0    Max dwell time (s): 900    Min runtime allowance (%): 0    Max runtime allowance (%): 20

Station	ArrTime	DepTime	SchedDwe	MinArrTime	MaxArrTime	MinDepTime	MaxDepTime
Mgb						05:00:00	12:00:00
MGB1							
Al							
Ali							
Lma							
Fl							
Sie							
Fud							
Kg							
Tp							

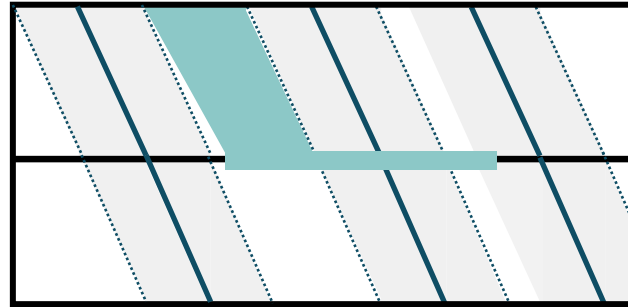
Buttons: Quick search, Add train, Clear schedule, Search, Stop search, Clear all, Close, Show all, Hide..., Schedule

# Kapacitetssökning – grundidé

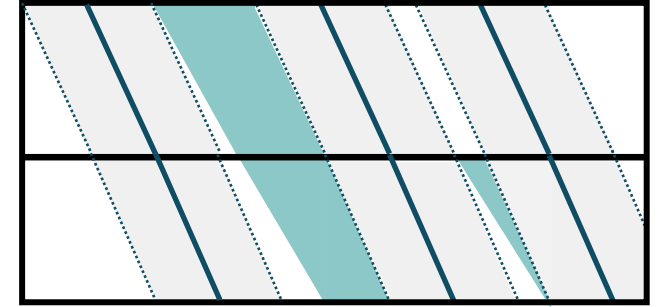
- Systematisk sökning efter ledig kapacitet genom att "skjuta" ett tidsfönster genom tidtabellen.
- Trädsökning – generera nya kapacitetssegment vid behov



Start med avgångstidsfönster i A → ett kapacitetssegment



Uppehåll möjligt i B → tidsfönstret växer men fortsatt ett kapacitetssegment

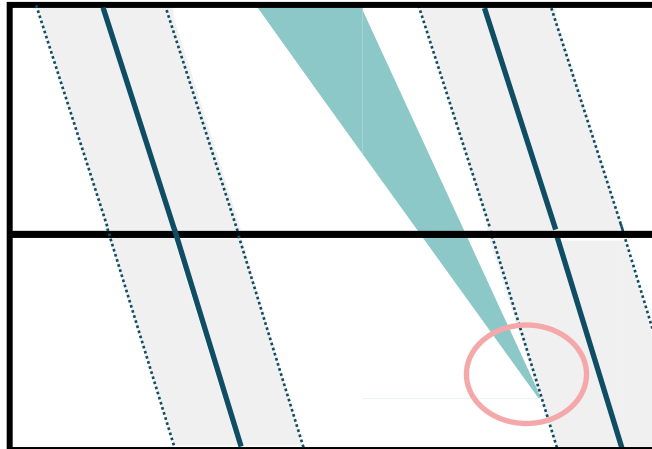


Antingen åker vi före eller efter tåget i mitten → två kapacitetssegment

# Kapacitetssökning – konflikthantering

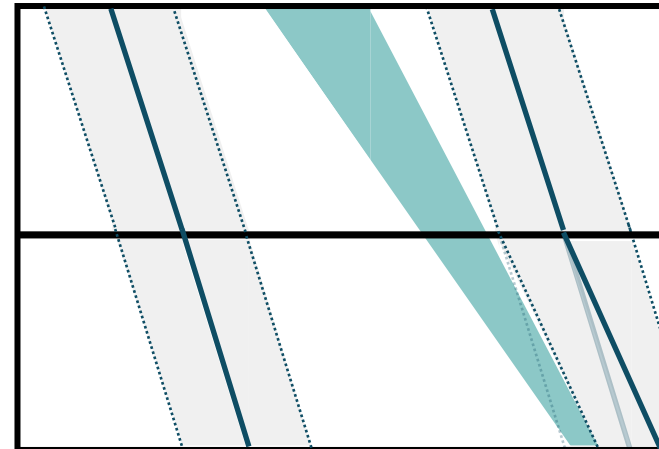
## Exempel på konflikter

- Ett snabbare tåg "hinner ikapp" kapacitetsegmentet eller tvärtom
- Tillräcklig headway saknas mellan två tåg
- Enkelspårsbegränsningar

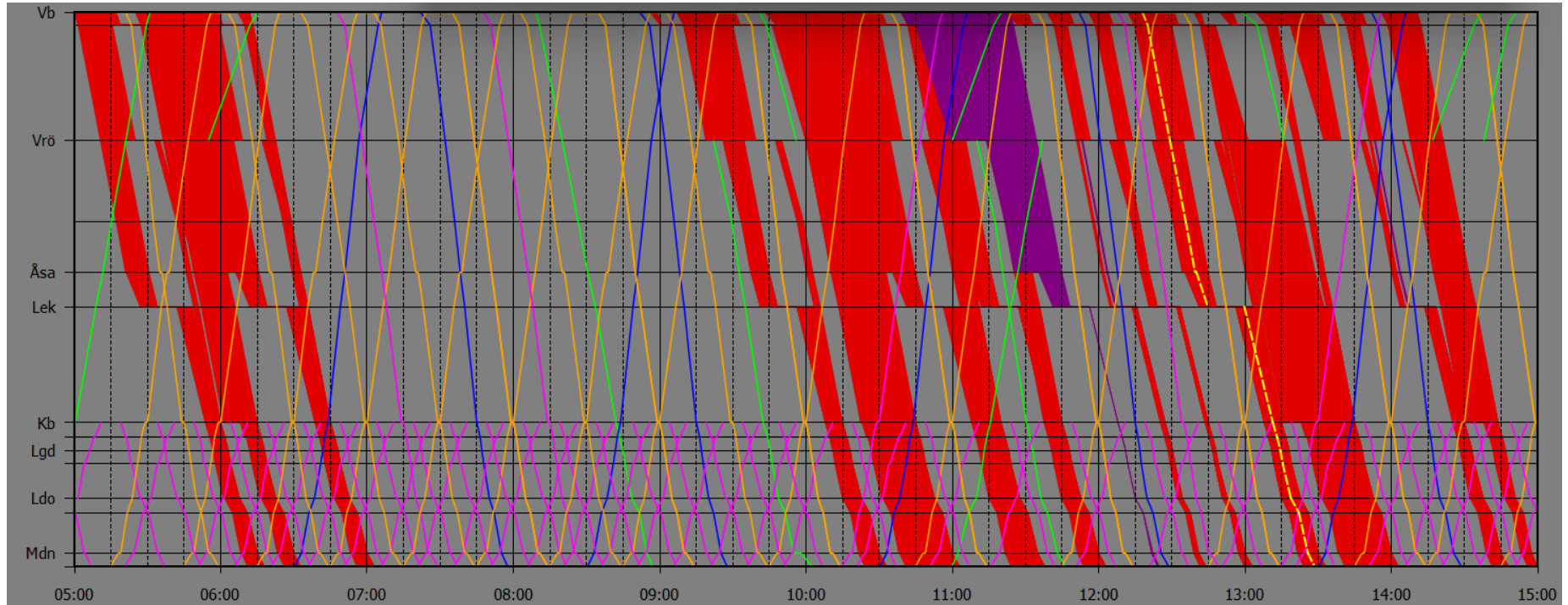


## Omplanering av konflikttåg

- Justera konflikttåget minimalt från beslutat tågläge
- Vid uppehåll: Max 3 min tidigare eller 2 min senare ankomst, max 3 min senare avgång.
- Icke-avtalstider kan ändras upp till  $\pm 10$  min



# Kapacitetssökning – utfall



# Utvärdering

- Valideringsevent med fem tidtabellskonstruktörer och två systemutvecklare
- Schemaläggning och simulering av godståg
  - Testfall 1: Göteborg till Skälebol
  - Testfall 2: Malmö till Alnabru
- Enkät

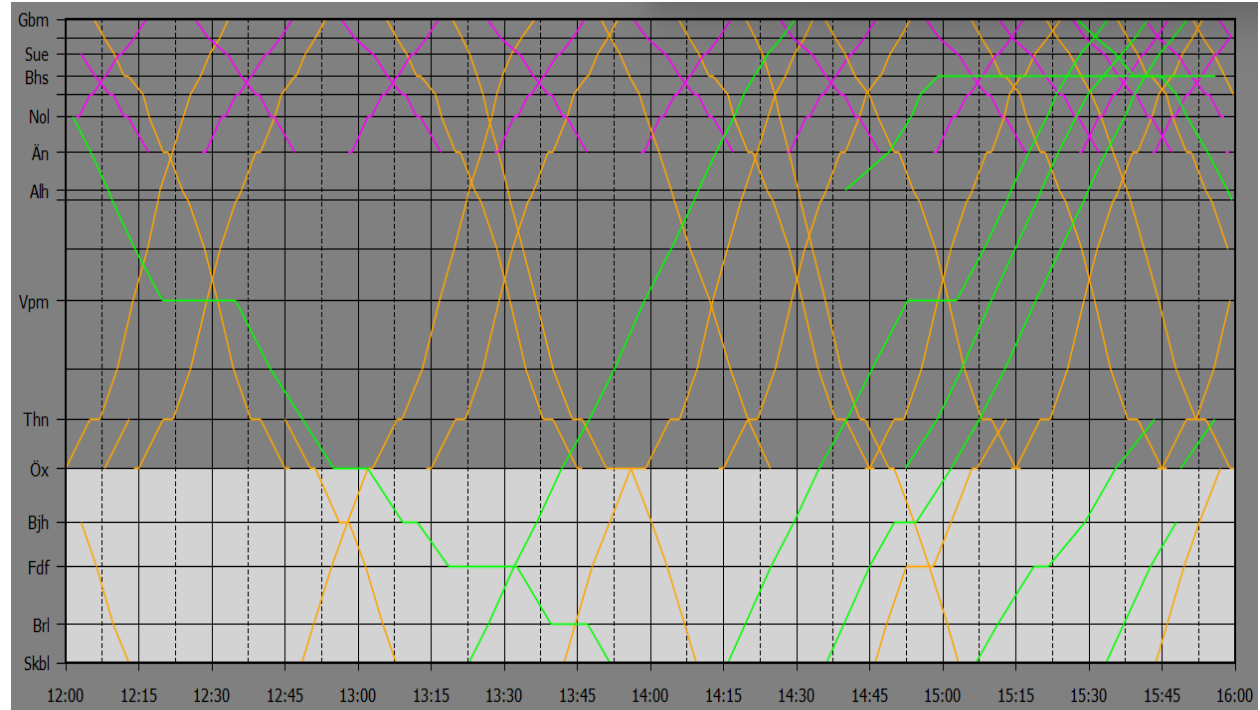


# Infrastruktur och tidtabell

- Utgått från Trafikverkets T22 RailSys-modell
- Norsk infrastruktur i RailML-format är konverterad (via olika script) till RailSys XML-format för infrastruktur.
  - Öppen data har använts
  - Arbete krävs även i RailSys för att få en fungerande modell: hopkoppling av linjedelar, stationsattribut, etc.
- Tidtabell (Ruteplan T22) från Jernbanedirektoratet/Bane NOR i RailML-format
  - Script för att läsa in RailML-data till objekt och därefter kunna ange geografisk avgränsning samt datum för att tillverka tidtabell i RailSys XML-format
  - Import av tidtabell på norsk sida till RailSys, hopkoppling av tåg vid Kornsjø

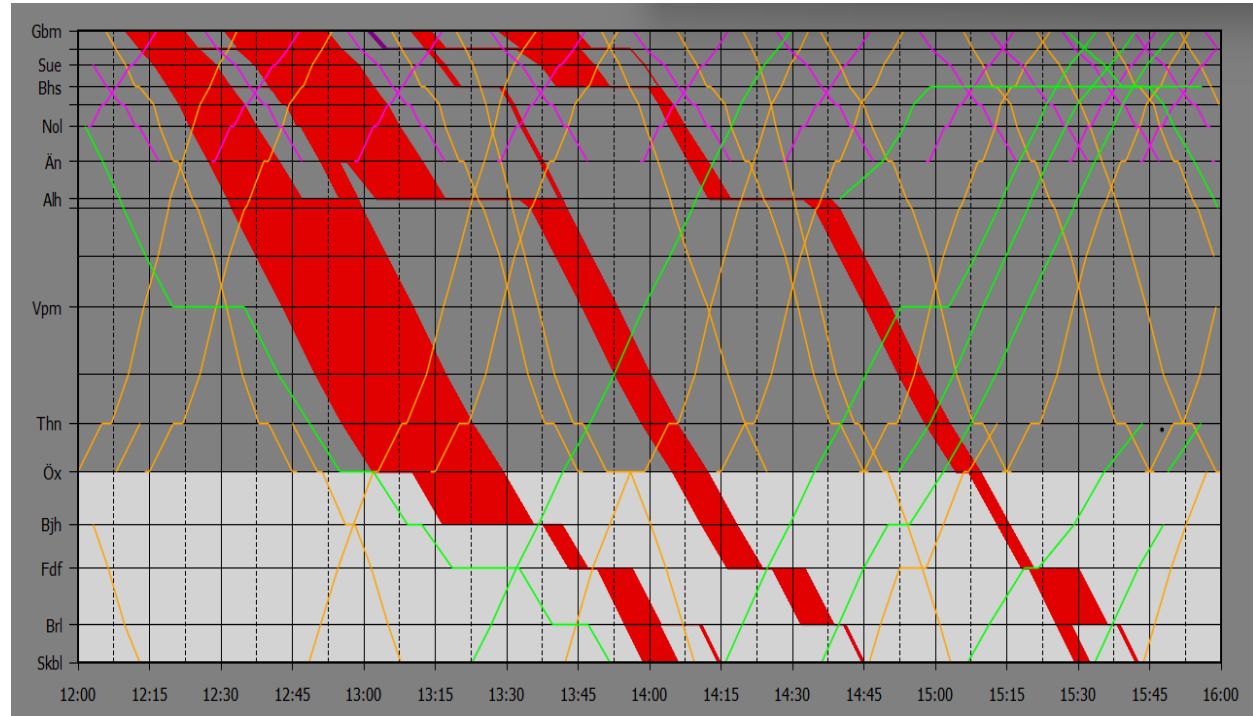
# Testfall 1: Göteborg till Skålebol

- Dubbelspår från Göteborg till Öxnered, därefter enkelspår norrut.
- Vi söker kapacitet för godståg mellan kl. 12 och 16
- Uppehåll kan göras på ca hälften av stationerna, max 30 min.



# Testfall 1: Göteborg till Skålebol

- Dubbelspår från Göteborg till Öxnered, därefter enkelspår norrut.
- Vi söker kapacitet för godståg mellan kl. 12 och 16
- Uppehåll kan göras på ca hälften av stationerna, max 30 min.
- **Resultat: 19 kapacitetssegment, varav ett kräver justering av annat tåg.**



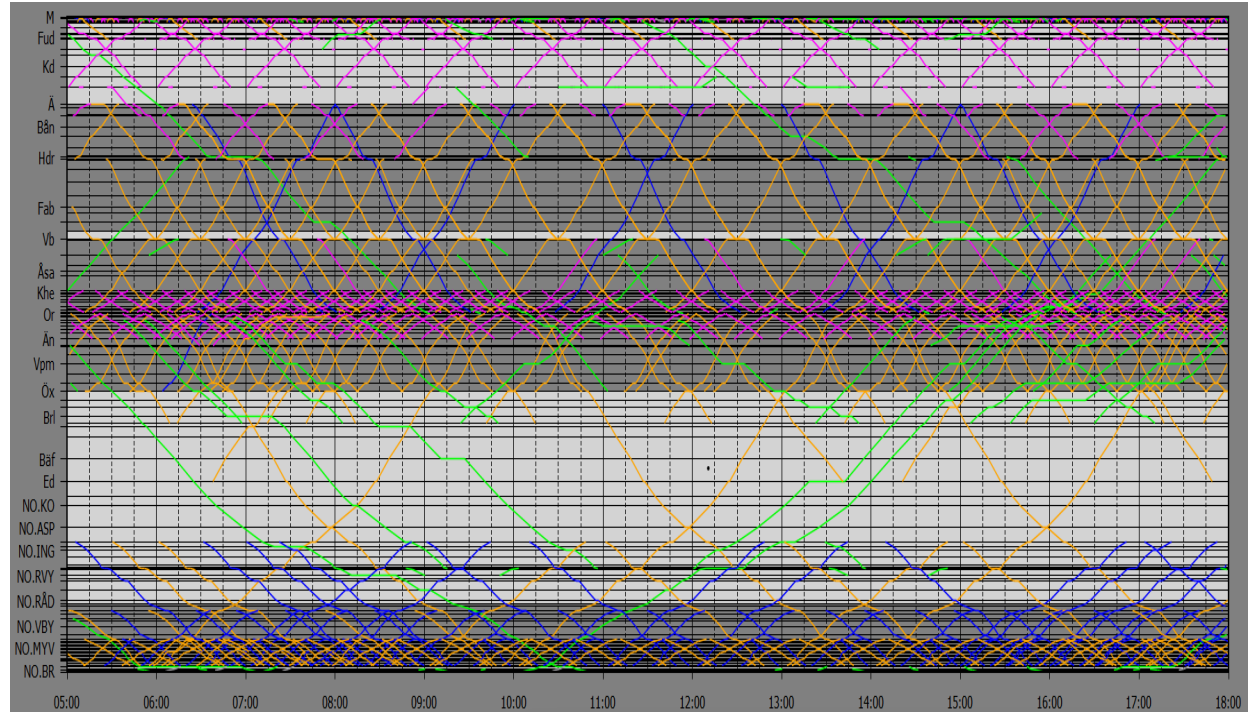
# Testfall 2: Malmö till Alnabru

- Söker tågläge från Malmö till Alnabru
- Önskad avgångstid: kl. 5-12.
- Önskad ankomsttid: senast kl. 18.
- Sökt tågtyp: Dubbelkopplad RC4, bruttovikt 1500 ton, STH 100 km/h.
- Inga krav på att stanna vid mellanliggande stationer, max uppehållstid 15 min.



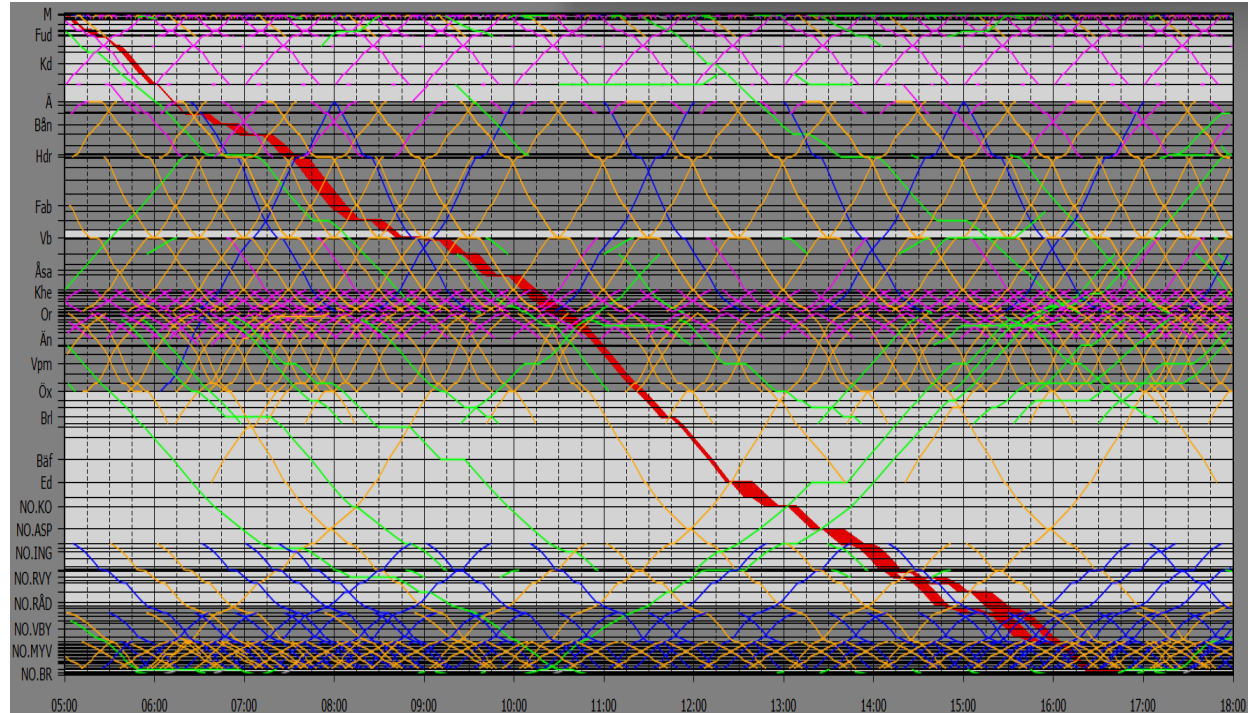
# Testfall 2: Malmö till Alnabru

- Söker tågläge från Malmö till Alnabru
- Önskad avgångstid: kl. 5-12.
- Önskad ankomsttid: senast kl. 18.
- Sökt tågtyp: Dubbelkopplad RC4, bruttovikt 1500 ton, STH 100 km/h.
- Inga krav på att stanna vid mellanliggande stationer, max uppehållstid 15 min.



# Testfall 2: Malmö till Alnabru

- Söker tågläge från Malmö till Alnabru
- Önskad avgångstid: kl. 5-12.
- Önskad ankomsttid: senast kl. 18.
- Sökt tågtyp: Dubbelkopplad RC4, bruttovikt 1500 ton, STH 100 km/h.
- Inga krav på att stanna vid mellanliggande stationer, max uppehållstid 15 min.
- **Resultat efter ca 1 min: 9 alternativa kapacitetssegment.**



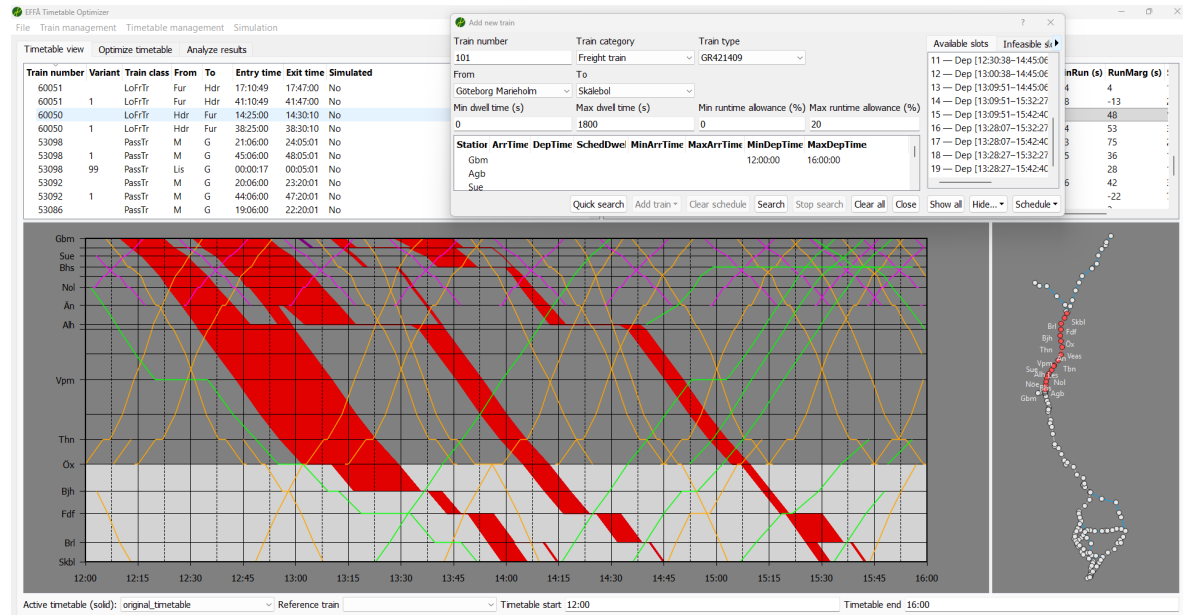
# Enkät svar

- Fem tidtabellskonstruktörer deltog, samtliga besvarade enkäten.
- Konstruktörerna var generellt sett nöjda med den framtagna metoden
- Användarnas behov bedöms i huvudsak tillgodosedda, med potential för vidare förbättring.
- Tidtabellskonstruktörerna har olika roller, vilket kan förklara splittringen på Fråga 4.

Fråga	Inte alls			Mycket väl
1. Hur väl förstår man vad som är problemet och vilka parametrar man kan/vill ändra på?			2 3	
2. Hur enkelt är det utifrån grafen att välja lösning för tåget?			4	1
3. Hur användbar är metoden att iterativt testa/ändra parametrar och delsträckor och köra modellen tills man hittar en bra lösning?		1 2	1	1
4. Hur väl motsvarar metoden era behov?		2	3	
5. Hur bedömer ni att ett fullt utvecklat beslutsstöd skulle underlätta och snabba på ad hoc-processen?			3	2

# Ytterligare kommentarer från valideringseventet

- Ansökningar om långväga trafik kan ta en hel arbetsdag – med verktyget kan dessa hanteras på 10-30 minuter.
- Alternativen är enkla att tolka, men verktyget svårt att använda – behov att förbättra användarvänlighet.
- Verktyget skulle kunna användas även för omledningar



# Slutsatser och utvecklingsbehov

## Sammanfattande slutsatser

- Metoden synliggör restkapacitet och kan underlätta koordinering
- Istället för att prova sig fram för att finna ett godtagbart tågläge kan det räcka att utvärdera ett antal konkreta alternativ.
- Robusthet och punktlighet kan vägas in tidigt genom simulering.

## Utvecklingsbehov

- Bättre modellering av stationskapacitet, spårlängder och fordonsrestriktioner.
- Hantering av tillfälliga kapacitetsnedsättningar och utvecklad hantering av enkelspår- och flerspårsträckor
- Prestanda och användarvänlighet