



RI.
SE

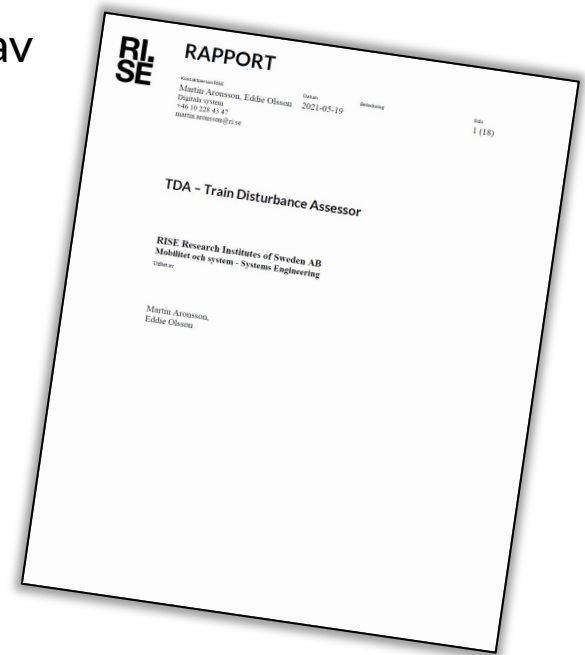
SATT Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden

Martin Aronsson
martin.aronsson@ri.se
2021-11-18

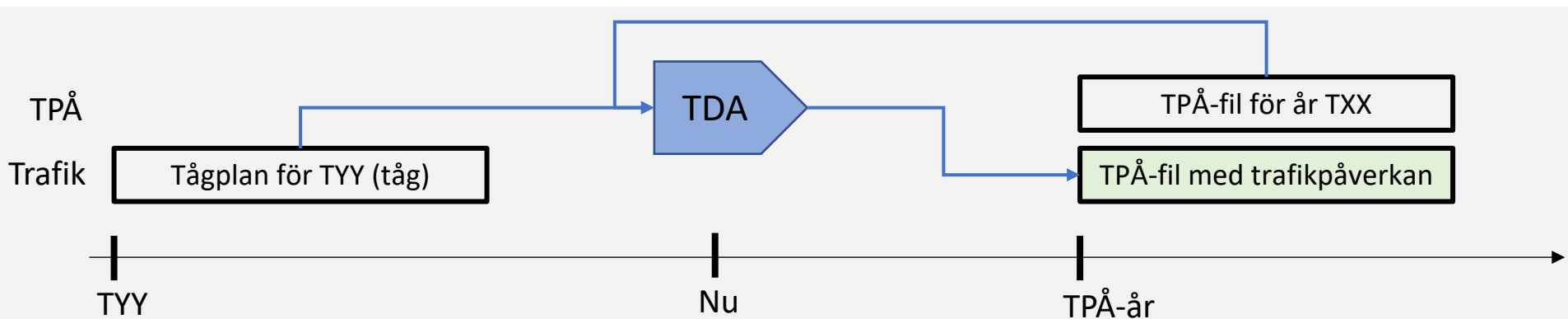


TDA, Train Disturbance Assessor

- Syfte: Utveckla programvaruprototyp för beräkning av påverkan på trafik givet kapacitetsrestriktioner
- Mål:
 - Exekverbar i Trafikverkets miljö
 - Visa ”vad som är möjligt med enkla medel”
 - Redovisa erfarenheter från implementationsarbetet
- Levererat
 - Programvaruprototyp implementerad i Java
 - Rapport



TDA tillämpning

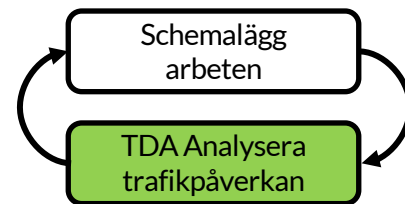


- TPÅ-år jämförs med en tidigare tågplan
 - "Ensa" trafikår och TPÅ-år till samma år
 - Speciell hantering av långhelger mm

Indata

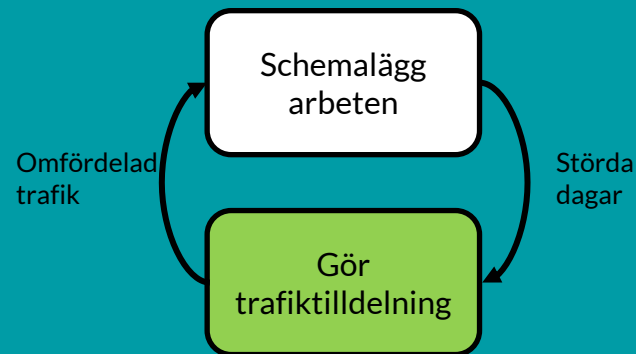
- TPÅ-fil export i Excel
 - Ett par kolumner adderade

- Utdata baserat på TYY
 - Antal påverkade tåglägen
 - Andel påverkade tåglägen
 - Fördelning på tågslag
 - Utgångs- och slutdestination för påverkade tåglägen
 - Påverkade huvudtågnummer



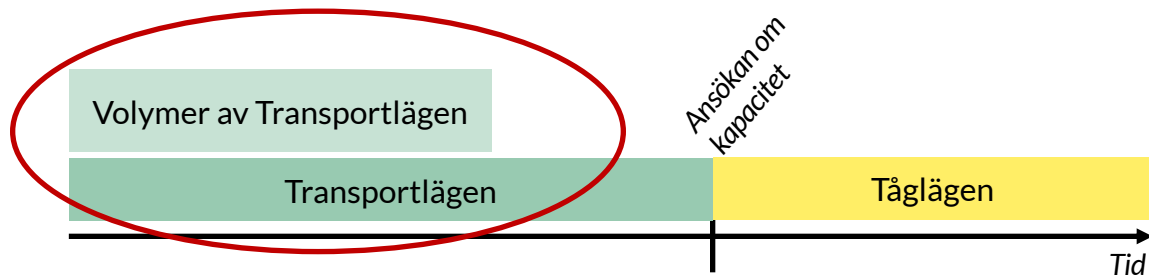
Syfte och mål med trafikflödesmodellen (TF)

- TF-nivå för att ta fram trafiktilldelning
 - Planera volymer av tåg som
 - är i linje med efterfrågan
 - respekterar TPÅ
 - beaktande alternativa vägar (t.ex. omledning)
 - stryka volymer som ev. inte kan realiseras
 - Diskreta tidsperioder
 - Snabb exekveringstid
 - Enkel att handha och förstå
 - Dvs i princip automatisk i loopen till höger



- Input
 - Tillgänglig kapacitets inkl. TPÅ
 - Trafikefterfrågan
- Output
 - Trafik fördelad över
 - Tid
 - Geografi (banor)
 - Så små avsteg från trolig efterfrågan som möjligt

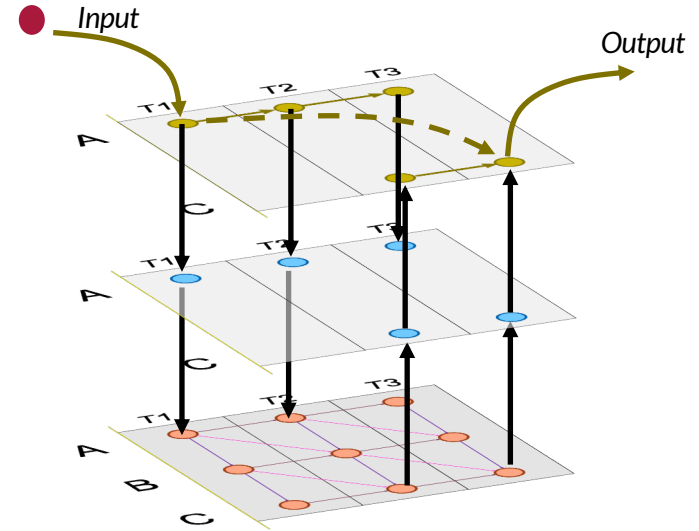
Volym av tåg, ej schemaläggning



- Före "Ansökan om kapacitet"
 - Inga tåglägen ännu sökta
Bortsett från PAP i godskorridor
- Planera TPÅ med hänsyn till trafikpåverkan
 - Måste ha "ombud" för kommande, sökt trafik
- Motsvarar produktionsmål i industri
 - Uppnä
 - Upprätthålla

- Tågläge
 - Juridiskt objekt
 - Tilldelad kapacitet till JF
- Transportläge
 - Objekt motsvarande tåglägen **innan** ansökan om kapacitet
 - "Suddigare ram"
 - Kan forma ett utbud
- Transporttjänsteklasser (TTK)
 - Transportlägen med samma grunddata
 - Utgångsttation
 - Slutstation
 - Ev via-stationer
 - STAX
 - Gångtidsintervall
 - ...

Från efterfrågan till flödesmodell: tre lager

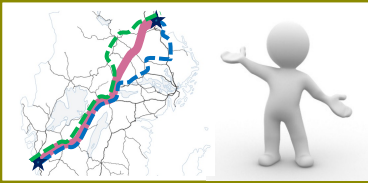


Resultat från beräkning: tre lager



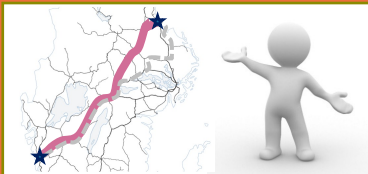
Efterfrågan

- Ev. inställda volymer
- Ev tidsförskjutna volymer



Metod

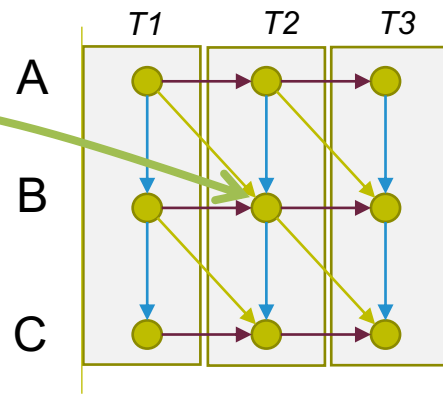
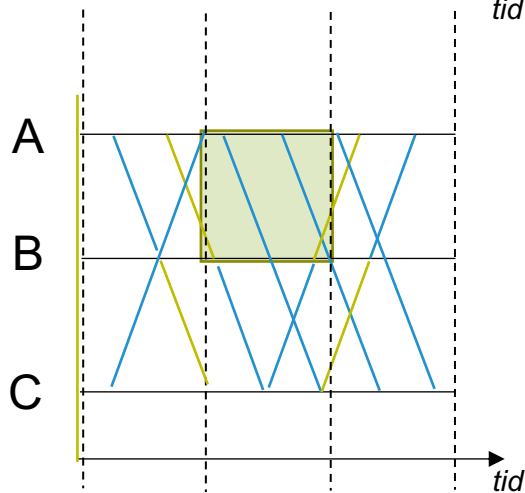
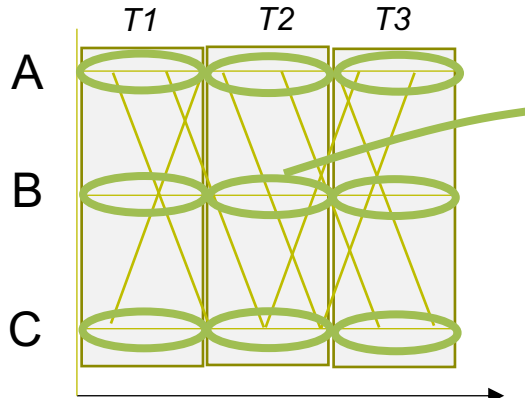
- Produktionsmetod
- Använda linjedelar



Trafikflöde

- Schemaläggning trafik till tidsperiod

Modell volymbereäkning av tåglägen från efterfrågan



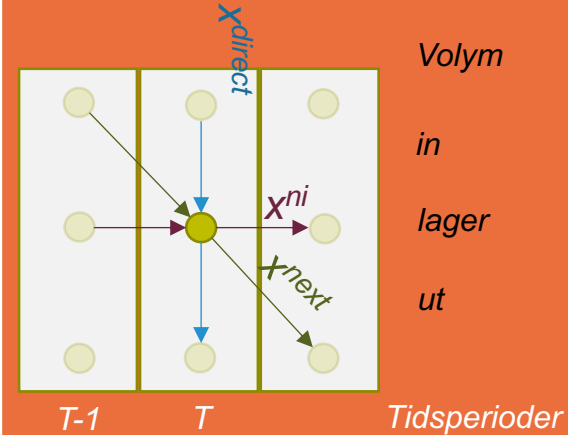
Kapacitet i "grön" area, per vara (OD-par)

$$x^{direct}[A \rightarrow B, T_i, route] + 0.5 * x^{next}[A \rightarrow B, T_{i-1}, route] + 0.5 * x^{next}[A \rightarrow B, T_i, route]$$

Trafik in i och ut ur nod B

$$in \begin{cases} x^{ni}[B, T_{i-1}, route] + \sum_{Z:Z \rightarrow B} x^{next}[Z \rightarrow B, T_{i-1}, route] + \sum_{Z:Z \rightarrow B} x^{direct}[Z \rightarrow B, T, route] - \\ out \begin{cases} x^{ni}[B, T, route] - \sum_{Z:Z \rightarrow B} x^{next}[B \rightarrow Z, T, route] - \sum_{Z:Z \rightarrow B} x^{direct}[B \rightarrow Z, T, route] \end{cases} \end{cases}$$

BAS BYGGBLOCK

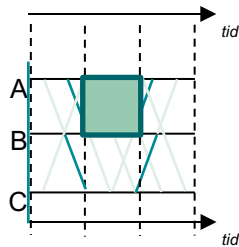
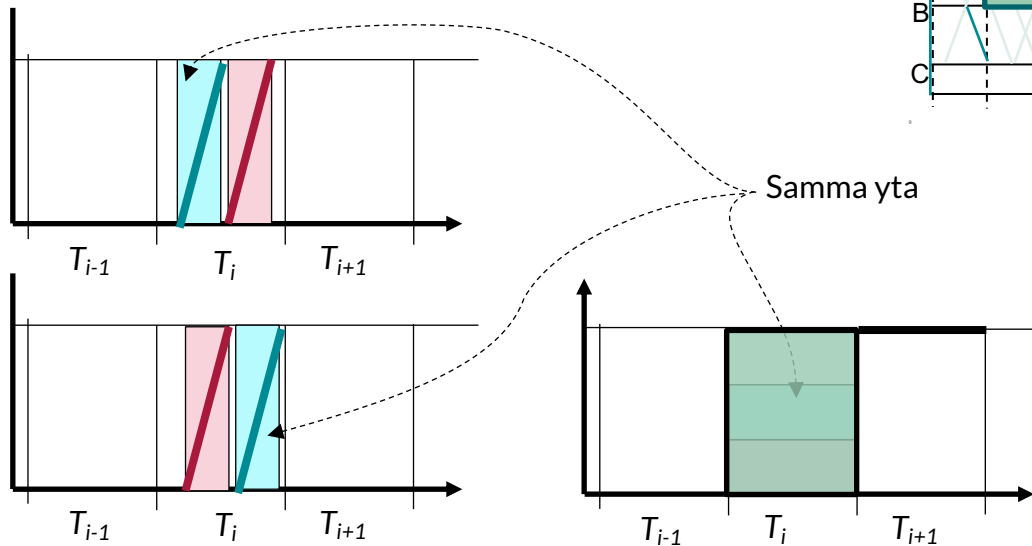


Flervaruflöde

$$\begin{aligned} & \min \sum_{cij} F(x_{ij}^c) \\ & \text{s.t.} \\ & \forall ij \sum_c x_{ij}^c \leq m_{ij} \\ & \forall ci \sum_j x_{ij}^c - \sum_j x_{ji}^c = b_i^c \\ & \forall ij c x_{ij}^c \geq 0 \end{aligned}$$

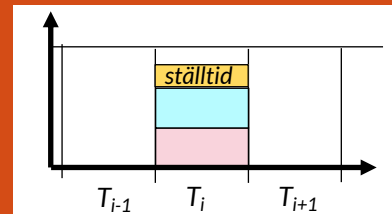
Not om kapacitet

Antal tåg per period, ordning okänd



- Kapacitet är antal tåg i varje period och bandel
- Kapacitetsrestriktion hanteras som sänkt tak

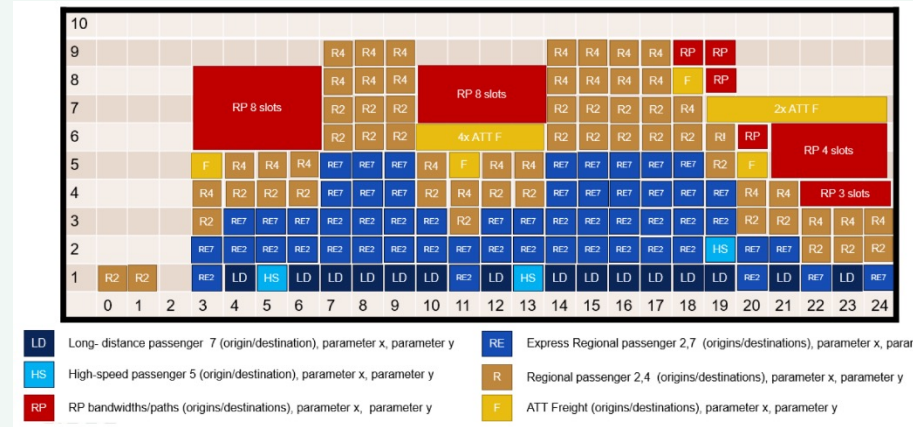
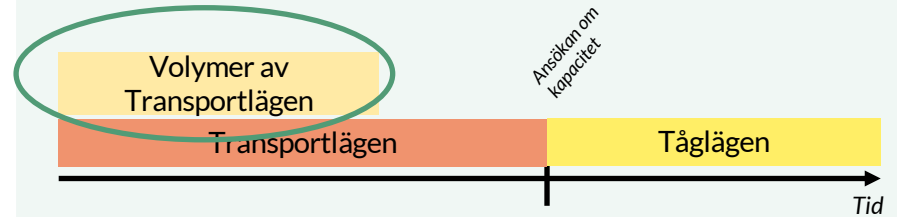
- Ändring av riktning (enkelspår)
 - Hanteras med kapacitet för ställtider
 - Liknande planering som "industrin"
- Ändring av hastighet
 - Likaså ställtider



- HUR detta skall mer exakt göras är föremål för uppföljningsprojektet SATT-TF

Koppling TTR kapacitetsmodell

- Syftet med TTRs kapacitetsmodell
 - Ange möjlig segmenterad produktion
Liknar industrins taktiska planering t.ex. 24 mån. innan produktion
 - Volymer av trafik över diskreta intervaller och bandel
- Vägval och flöde
 - Underlag för volymer av tåg
 - Per bandel och tidsperiod
 - Avstängningar (TPÅ/TCR)
 - Minimerar avsteg från identifierad
 - Efterfrågan
 - Kvalitetskrav

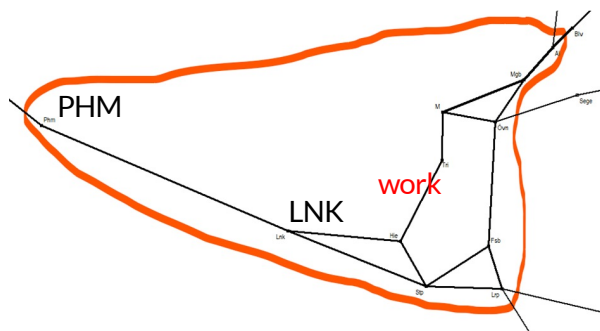


Test case TTR

MVP 6, Danmark-Sverige-Norge

- Malmö, Öresundsbron
- En dags trafik, 2 tim tidsperiod
- 3 tågtyper
 - 28 efterfrågade relationer
 - 1136 tåg i efterfrågan

- Trafikvolym per 2 tim tidsperiod
 - Nominal vs begränsad kapacitet
- Exekveringstid < 10 s

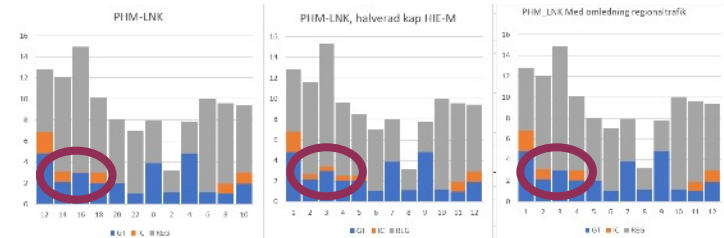


Nominal

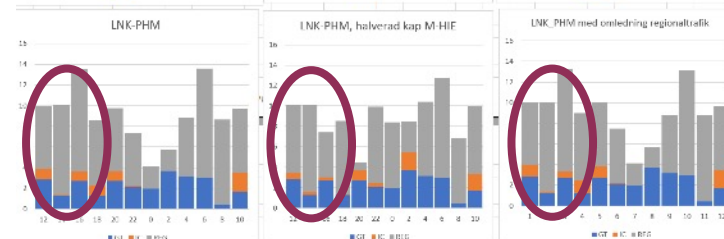
Reduced cap.

Rerouting

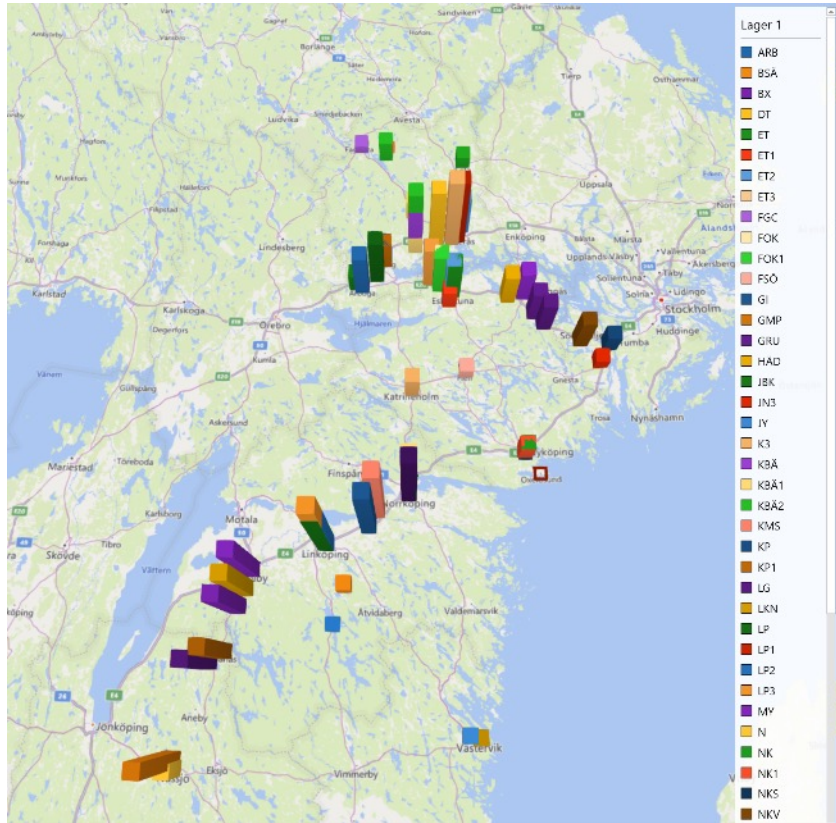
PHM-LNK



LNK-PHM



Test



Test baserad på T18

- 2 timmars tidsperiod
- Klassning i GT, IC, REG
- 104 relationer
- 638 tåg
- 126 länkar
- Lösningstid: under 1 sekund
Modelleringsverktyget tar 44 sekunder på sig att generera problemet, lösaren under en sekund.



RI.
SE

Tack!

Martin Aronsson
martin.aronsson@ri.se
2021-11-18



Sammanfattning / slutsatser

- Nått längre än förväntat
 - Två-nivå-modell hanterar skillnaderna mellan banarbeten och trafikflöden
 - Fungerande MIP-modell för banarbeten men inte kopplat ihop trafik- och banarbetsmodellerna
 - Mycket lovande flödesmodell för trafiken, även fristående
 - Redan stort intresse från TTR / Sverige
 - Undersökt dynamisk trafiktilldelning för tåg → flera intressanta möjligheter
 - Prototyp för belastningsverktyg
 - Fem matiga rapporter



Fortsatt arbete

Två fortsättningsprojekt

- SATT-BP (VTI/Tomas L)
Koppla ihop övre & undre nivå; större testfall; modell för flerårig planering
- SATT-TF (RISE/Martin A)
(Täckande) tjänstekatalog för tåglägen; Utveckla kapacitetsbegreppet för "bandel"; Bidra till MVP 6 i TTR (kapacitetsmodell / visualisering); Del i ihopkopplingen med "övre nivå"



TACK!

Frågor?

Kontakt

- Joel Sultan: joel.sultan@trafikverket.se
- Tomas Lidén: tomas.liden@vti.se
- Martin Aronsson: martin.aronsson@ri.se

