

Optimal genindsættelse af aflyste tog linier

Julie J. Groth

Agenda

- Problem relevant viden om S-tog
- Drift og disponering hos S-tog
- Genindsættelse af tog linier
- Genindsættelsesmodellen
- Fremtidig udvikling
- Konklusion

Problem Relevant Viden om S-tog



1. Et stort antal linier krydser den centrale del af netværket
 2. Der er en begrænset togfølge i køreplanen
- Linier udgøres af kredsløb af mellem 4 og 10 tog afhængigt af den totale omløbstid
 - Der er depoter på endestationer og KH
 - Der er mandskabsdepot på KH



Tognumre

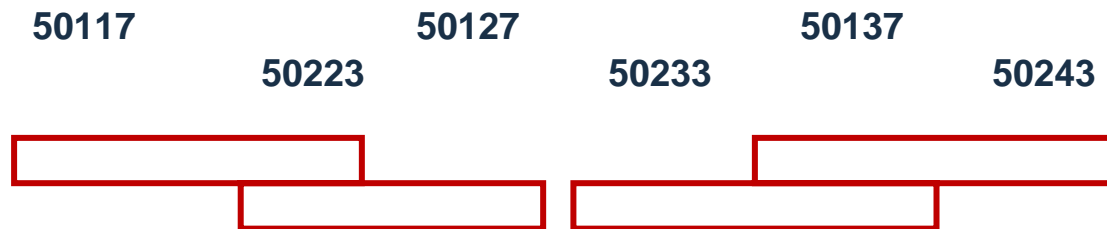
- Et tognummer er et femcifret tal og gives for hver endestationsafgang

Ex. 502 35

Linie og retning

Tidspunkt på dagen

Togsekvenser



- Togsekvensen for et tog angiver togets opgaver i løbet af en dag
- Et tog kan være dækket af forskellige (antal) tog enheder i løbet af dagen

Materieldisponeringssystem



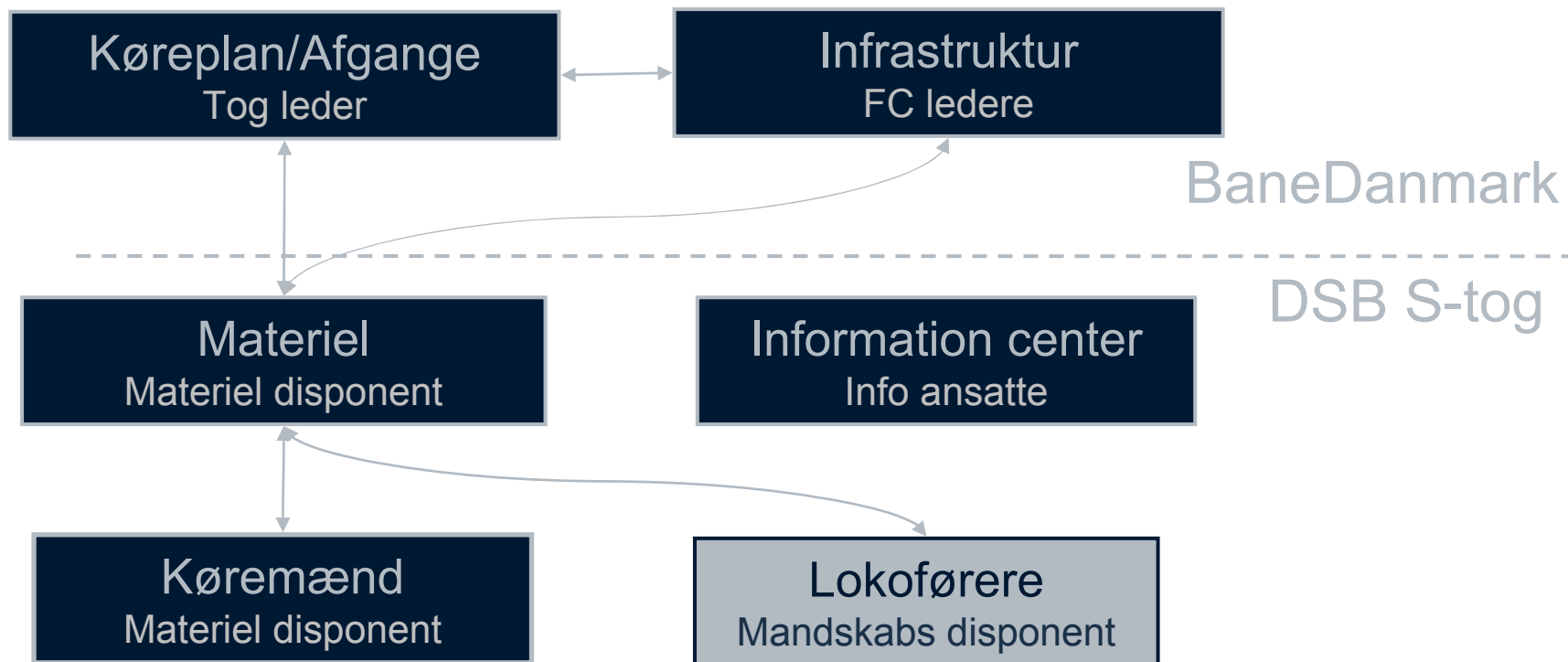
Drift hos S-tog, udtagning

- Genopretning håndteres ved at benytte diverse genopretningsstrategier
- Mandskab og materiel er ressourcer for genopretningsbeslutningerne.
- Ved større forstyrrelser kan udtages hele S-togs linier
- Udtagning sker på linie endestationer og KH – togene kører ofte til nærmeste depot

Drift hos S-tog, genindsætning

- Toglederen tager beslutning om genindsættelsestidspunktet
- Materieldisponenten beregner genindsættelsen
- Det er ikke nødvendigvis de samme tog fra før udtagningen, der sættes ind på de samme linier
- Selvom der er taget 4 tog ud på et depot kan det hænde at der sættes et andet antal tog ind

Disponerings Ressourcer og Ansvar



Genindsættelse af tog linier

Mål

At lave en lovlig og hurtig genindsættelse af tog på en bestemt linie givet et fastsat starttidspunkt for genindsættelse

Beslutningsvariable

$$x_{i,j,k} = \begin{cases} 1 & \text{Hvis tog } i \text{ indsættes i tidsinterval } j \text{ på depot } k \\ 0 & \text{Ellers} \end{cases}$$

Andre variable

Tognumre på hvert indsat tog, $Tognummer_{i,j,k}$

Start og slut variable for indsættelse på hvert depot

Genindsættelse af tog linier

Input ved opbygning af modellen for en specifik linie

Antal depot langs linien

Endestations/mellemliggende depoter

Antal tog på linien

Input ved hver kørsel

Antal tog, der skal indsættes fra hvert depot

Første tognummer, der kan bringe lokoførere ud til depoter ≡
Starttidspunktet for genindsættelsen

Genindsættelse af tog linier

En lovlig genindsættelse

Respekterer grænser på antal indsatte tog på hvert depot (k)

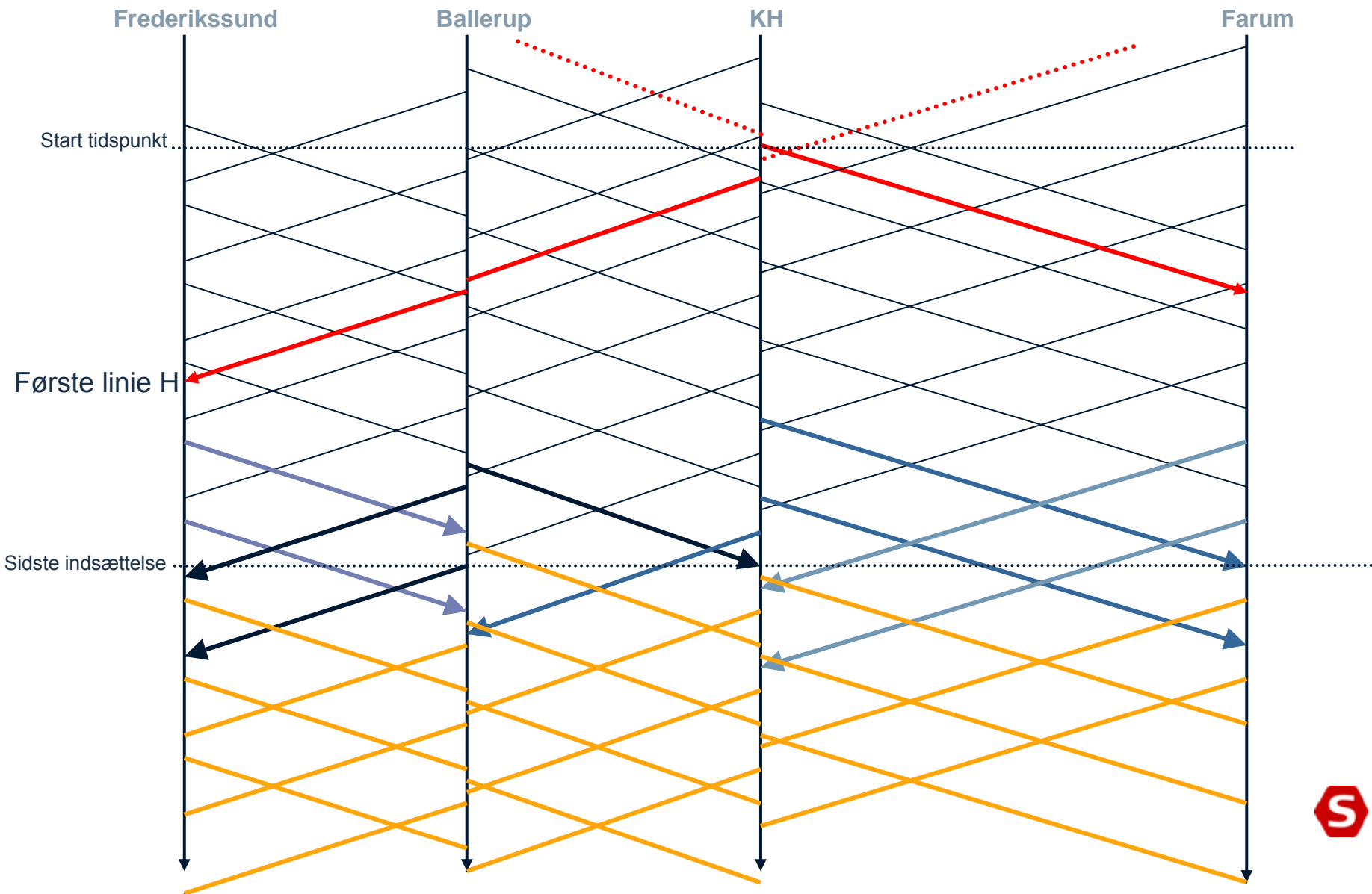
Indsætter hvert tog præcist en gang (i)

Indsætter i rækkefølge m.h.t. tidsintervaller (j)

På depoter

I mellem depoter

Genindsættelse af tog linier



Genindsættelses Modellen - 1

Min MaksTognummer, u.h.t.

$$\text{Tognummer}_{i,j,k} = (\text{FørsteTog} + \text{TogKonst}_k + j) \cdot x_{i,j,k}$$

Øvre grænse på #indsatte tog på depoter $\sum_{i,j} x_{i,j,k} = \text{DepotBound}_k$

Dækning af alle tog $\sum_{j,k} x_{i,j,k} = 1$

Maks. dækning af tidsintervaller og depoter $\sum_i x_{i,j,k} \leq 1$

Holder rækkefølge imellem depoter $x_{i,j,k} \leq in_{i,j,k}$

Genindsættelses Modellen - 2

Begrænsning på indsættelsesstart

$$x_{i,j,k} = 0, \quad \text{for } j < C_k$$

Begrænsninger på rækkefølge inden for depoter

$$start_k + \sum_{i,j} x_{i,j,k} - 1 = slut_k$$

$$start_k \geq C_k + 1$$

$$start_k \leq j + M \cdot (1 - x_{i,j,k})$$

$$slut_k \geq j - M \cdot (1 - x_{i,j,k})$$

De indsatte tog indsættes i rækkefølge mellem start og slut på hvert depot

Nuværende model

- Hver aflyste linies genindsættelse håndteres separat
- Beregninger er baseret på allerede kørende tog
- Modellen anvendes til at generere alle løsninger, som efterfølgende kan slås op i real tid

Fremtidig udvikling

- Håndtering af flere linier i hver genindsættelses-beregning
- Ændring af antallet af tog indsat fra hvert depot fra input til variable
- Variabel fordeling af tog indsat i hver retning på de mellemliggende depoter
- Valg af udtagningsplan v.h.a. genindsættelsesmodel

Konklusion

- Modellen kan anvendes i drift som i sin forudgående form
- Modellen er let at opdatere i fht. fremtidige køreplaner
- Det har været muligt at konstruere en model på et højt abstraktionsniveau, som stadig indeholder alle informationer nødvendige for anvendelse i drift
- Modellen er konstruerede ud fra de nuværende betingelse for genindsættelse, men kan let tilpasses ændringer

Spørgsmål?

