

Opstellen van treinstellen

John van den Broek
gebaseerd op: Lentink (2006)

2 februari 2007
Nationale Wiskunde Dagen



Belangrijke onderdelen van de rangeerplanning

1. toewijzen van binnenkomende aan vertrekkende treinstellen
2. opstellen van treinstellen (deel 2 workshop)
3. routeren van treinstellen over de infrastructuur (deel 1 workshop)
4. planning voor het rangeerpersoneel



Doel: Selecteer posities van treinstellen/combinaties van treinstellen op opstelreinen zodanig dat:

1. spoortoewijzing aan alle voorwaarden voldoet.
2. het opstarten van de dienstregeling 's morgens zo vlot mogelijk verloopt (robuustheid)
3. er zo veel mogelijk treinstellen opgesteld kunnen worden.



Een spoortoewijzing is toegelaten als:

- de toewijzing niet tot kruisingen lijdt
- de totale lengte van de treinstellen kleiner is dan de lengte van het opstelspoor
- alle treinstellen daadwerkelijk toegelaten zijn op het hun toegewezen opstelspoor → wel/geen bovenleiding

Een *Kruising* op een opstelspoor treedt op als een treinstel i de aankomst of het vertrek van treinstel j blokkeert.



Andere doelstellingen

- minimaliseren geschatte routeringskosten
- minimaliseren aantal zaagbewegingen
- minimaliseren aantal splitsingen van treinstellen afkomstig van dezelfde trein
- minimaliseren van sporen waarop meerdere typen treinstellen geparkeerd staan



Eenzijdige opstelsporen \rightarrow Last-In-First-Out (LI-FO)

Tweezijdige opstelsporen.



Aannames

- Binnenkomende treinstellen zijn reeds aan vertrekkende treinen toegewezen.
- Treinstellen kunnen in beide richtingen bewegen
- Treinstellen van hetzelfde type kunnen gecombineerd, maar niet uitgewisseld worden



Blok

Een *blok* is een verzameling treinstellen die in dezelfde trein een station binnenkomen en vertrekken en daarom ook tezamen opgesteld moeten worden



Probeer een opstelplan te maken voor de binnenkomende materieeleenheden. Doe dit zodanig dat treinstellen die 's ochtends in dezelfde trein vertrekken ook op hetzelfde spoor opgesteld staan.

Sporen 3 en 4 mogen niet voor opstellen gebruikt worden!!!



Notatie/Parameters:

- S = verzameling opstelsporen
- B = verzameling van blokken die opgesteld moeten worden
- T_s = verzameling van potentiële toewijzingen aan spoor $s \in S$.
- T_{sb} = verzameling van potentiële toewijzingen aan spoor $s \in S$ die blok b bevatten.
- f_{st} = de kosten van toewijzing t aan spoor s .
- d = een boete als een blok aan geen enkel spoor toegewezen wordt.



De beslissingsvariabelen

- $x_{st} = \begin{cases} 1 & \text{als toewijzing } t \in T_s \text{ gebruikt wordt voor spoor } s; \\ 0 & \text{anders} \end{cases}$
- $N_b = \begin{cases} 1 & \text{als blok } b \text{ niet op een spoor } s \in S \text{ geplaatst wordt} \\ 0 & \text{anders} \end{cases}$



$$\min \quad \sum_{s \in S} \sum_{t \in T_s} f_{st} x_{st} + d \sum_{b \in B} N_b$$

$$\text{o.d.v.:} \quad \sum_{s \in S} \sum_{t \in T_{sb}} x_{st} + N_b = 1 \quad \forall b \in B$$

$$\sum_{t \in T_s} x_{st} \leq 1 \quad \forall s \in S$$

$$x_{st} \in \{0, 1\} \quad \forall s \in S, \forall t \in T_s$$

$$N_b \in \{0, 1\} \quad \forall b \in B$$

CPLEX krijgt startoplossing die bepaald wordt met kolom generatie.



Enschede:

- 13 opstelsporen waarvan lengte tussen 55 en 650 meter
- 11 vrije sporen
- 2 LIFO sporen
- 18 blokken
- rekentijd ongeveer 1 seconde
- alle blokken kunnen opgesteld worden



Zwolle:

- 19 opstelsporen waarvan lengte tussen 110 en 400 meter
- 12 vrije sporen
- 7 LIFO sporen
- ruim 50 blokken
- rekentijd enkele minuten
- alle blokken kunnen opgesteld worden



Links

www.spoorwegmuseum.nl

www.creativepuzzels.nl

www.creativepuzzels.nl/spel/speel1/ishihama/train.htm

www.sporenplan.nl

