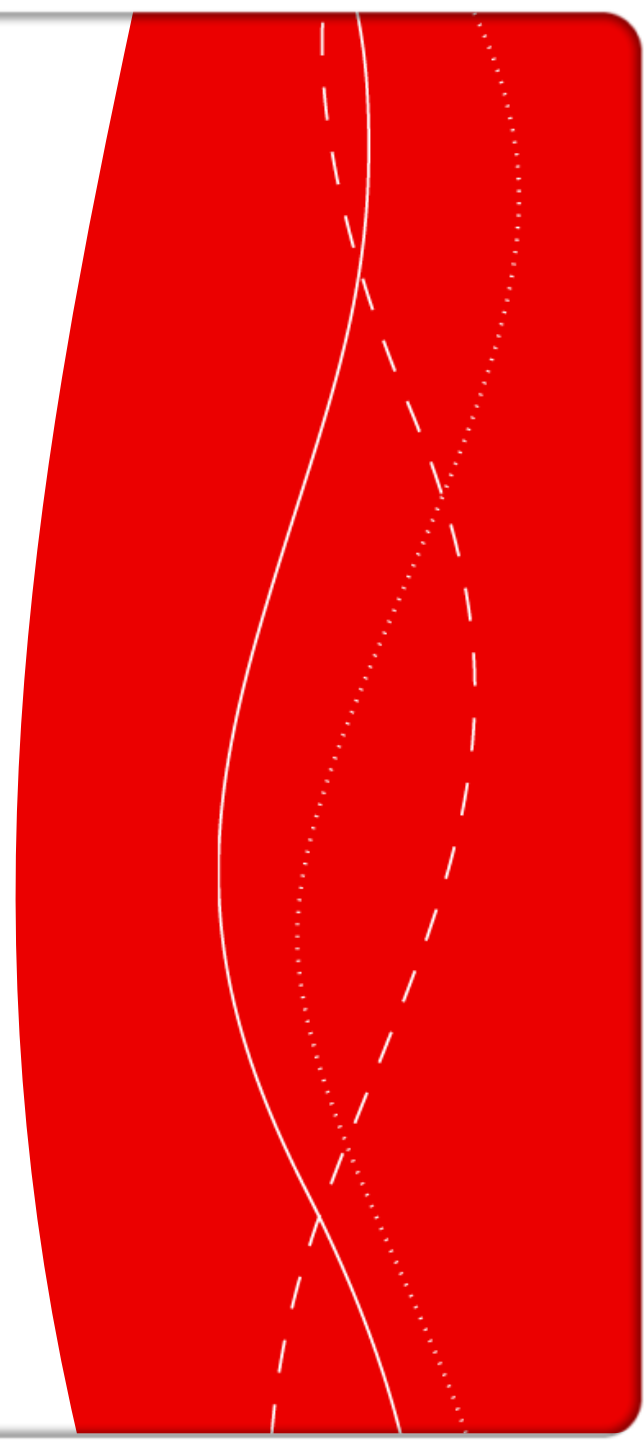




**Optimering och tidtabell-
läggning**
Förstudie

Jan-Eric Nilsson

PO Lindberg, Martin Aronsson



Utgångspunkter

- Det finns flera ansatser för att identifiera värdemaximerande lösningar på tidtabellägningsproblemet;
- ...dvs. problemet med att väga av olika önskemål om att få bedriva tågtrafik mot varandra i situationer då kapaciteten är otillräcklig.
- En sådan lösning föreslogs för 20-talet år sedan:
- Brännlund, U., P.O. Lindberg, J-E. Nilsson & A Nöu (1998). Railway Timetabling Using Lagrangian Relaxation. Transportation Science, Vol. 32, No. 4, November 1998.

Förstudiens syfte

- Att bedöma möjligheterna att ta det nu 20 år gamla arbetet vidare mot implementering.
- I förlängningen att bedöma om denna ansats fungerar bättre än andra metoder för att lägga tidtabeller.

Timetabling Problem - Notations

▪ Sets

- \mathcal{T} Set of time intervals $\{1, 2, \dots, t, \dots, T\}$
- \mathcal{B} Set of space blocks $\{1, 2, \dots, b, \dots, B\}$
- \mathcal{R} Set of train requests $\{1, 2, \dots, r, \dots, R\}$
- \mathcal{P}_r Set of paths of train request $r \in \mathcal{R}$
- $\mathcal{P} = \bigcup_r \mathcal{P}_r$ Set of all train paths

▪ Parameters

- k_b Capacity limit of space block b
- $d_{b,t}^p$ Capacity consumption of path p at time t and block b
- v_p Value of path p

▪ Decision variable

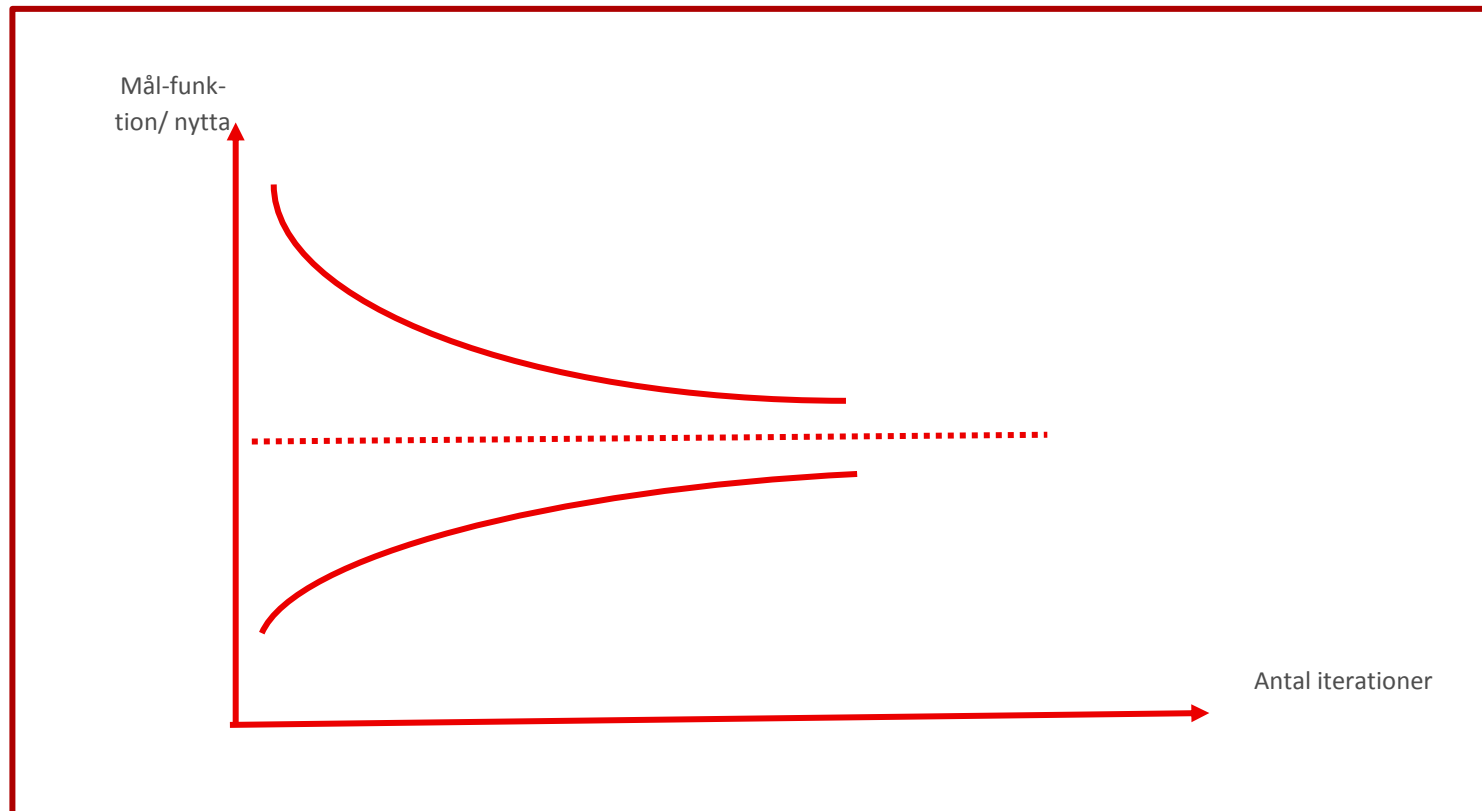
- $x_p \in \{0, 1\}$ Allocation state of path $p \in \mathcal{P}$

Timetabling Problem - Model

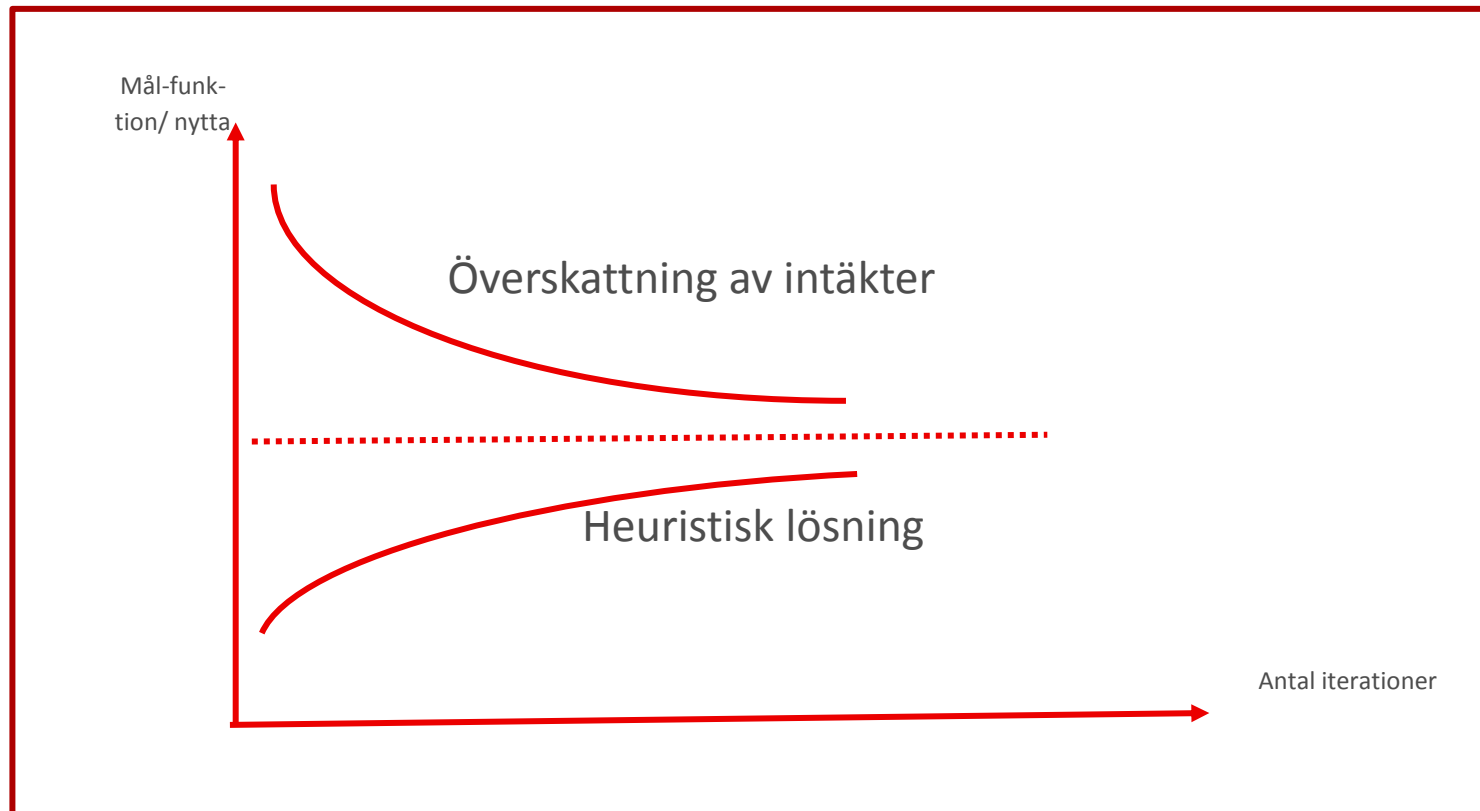
$$(TTP) \quad \left\{ \begin{array}{l} \max \sum_{p \in \mathcal{P}} v_p x_p \\ s. t. \left\{ \begin{array}{l} \sum_{p \in \mathcal{P}} d_{b,t}^p x_p \leq k_b, \quad \forall (b,t) \in \mathcal{B} \times \mathcal{T} \quad (i) \\ \sum_{p \in \mathcal{P}_r} x_p = 1, \quad \forall r \in \mathcal{R} \quad (ii) \\ x_p \in \{0,1\} \quad \forall p \in \mathcal{P} \quad (iii) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

- Linear programming model:
 - Objective function: timetable total revenues
 - Capacity constraints (i)
 - One chosen path for each train request (ii)
 - Binary type constraints (iii)

Intuitiv tolkning av ursprungligt tillvägagångssätt

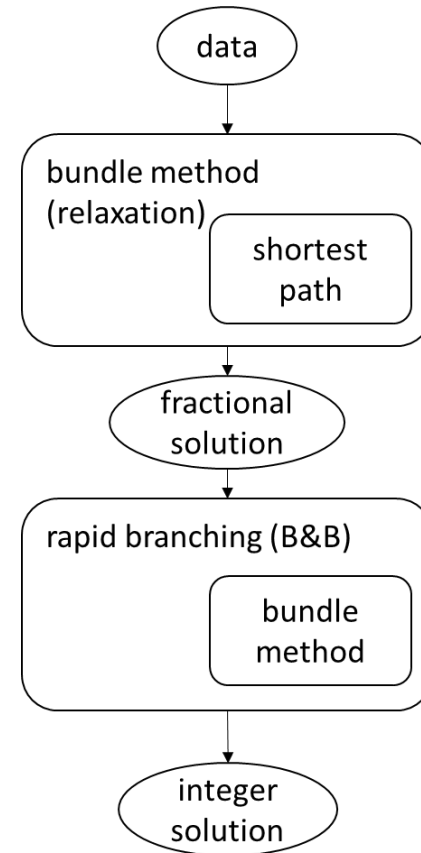


Intuitiv tolkning av ursprungligt tillvägagångssätt



Solution Approach - Overview

- Solution Approximation
 - Lagrangian Relaxation
 - Shortest Path Algorithm
 - Bundle Method
- Feasible Solution
 - Fractional Solution
 - Branch & Bound
 - Rapid Branching



Resultat

Parallellisering av billigaste-väg-beräkningarna

Projektarbete inom kursen *Parallel Computations for Large-Scale Problems*, KTH; Alain Kaeslin och Tobias Gurdan

Med stöd av information om Malmbanan har billigaste-väg-beräkningar (ca 100 önskemål om tåglägen i nätverk med närmare 200 000 noder) genomförts såväl oparallelliserat som parallelliserat.

Resultat; tidsåtgången för stora sub-problem minskar linjärt med antalet processorer.

Resultat (forts.)

Disaggregerad bundle-metod

Abderrahman Ait Ali; doktorandarbete - avslutas inom kort.

Rapid Branching

Examensarbete i Optimeringslära, KTH, Jerker Andersson.

För realistiska problem är Rapid Branching (RB) effektivare än standardiserade heltalslösare, trots att de senare består av kompilerad kod, medan RB är skriven i MatLab, som är interpreterande, vilket normalt gör en dylik kod avsevärt långsammare.

Praktiskt problem

- Indata avseende block och körtider är delvis felaktiga.
- Exempel: Ett tåg som går från stillastående till full fart till stillastående ser i underlagsdata ut att gå fortare än ett tåg som passerar samma sträcka utan stopp.
- Innebär att resultaten av optimeringen inte kan stämmas av mot ursprungligt utfall.

Slutsats

- Förstudien visar att det föreslagna förfarandet fungerar på avsett sätt.
- Vi har för avsikt att söka medel för en pilotstudie.