

# Utformning av servicefönster i Bergslagen med hjälp av optimering

KAJT höstseminarium, 2019-11-21

Tomas Lidén, LiU/VTI

Lars Brunsson, TrV

Arbetsgruppen:  
Pelle Edholm  
Fredrik Lundström  
m fl



LINKÖPING  
UNIVERSITY

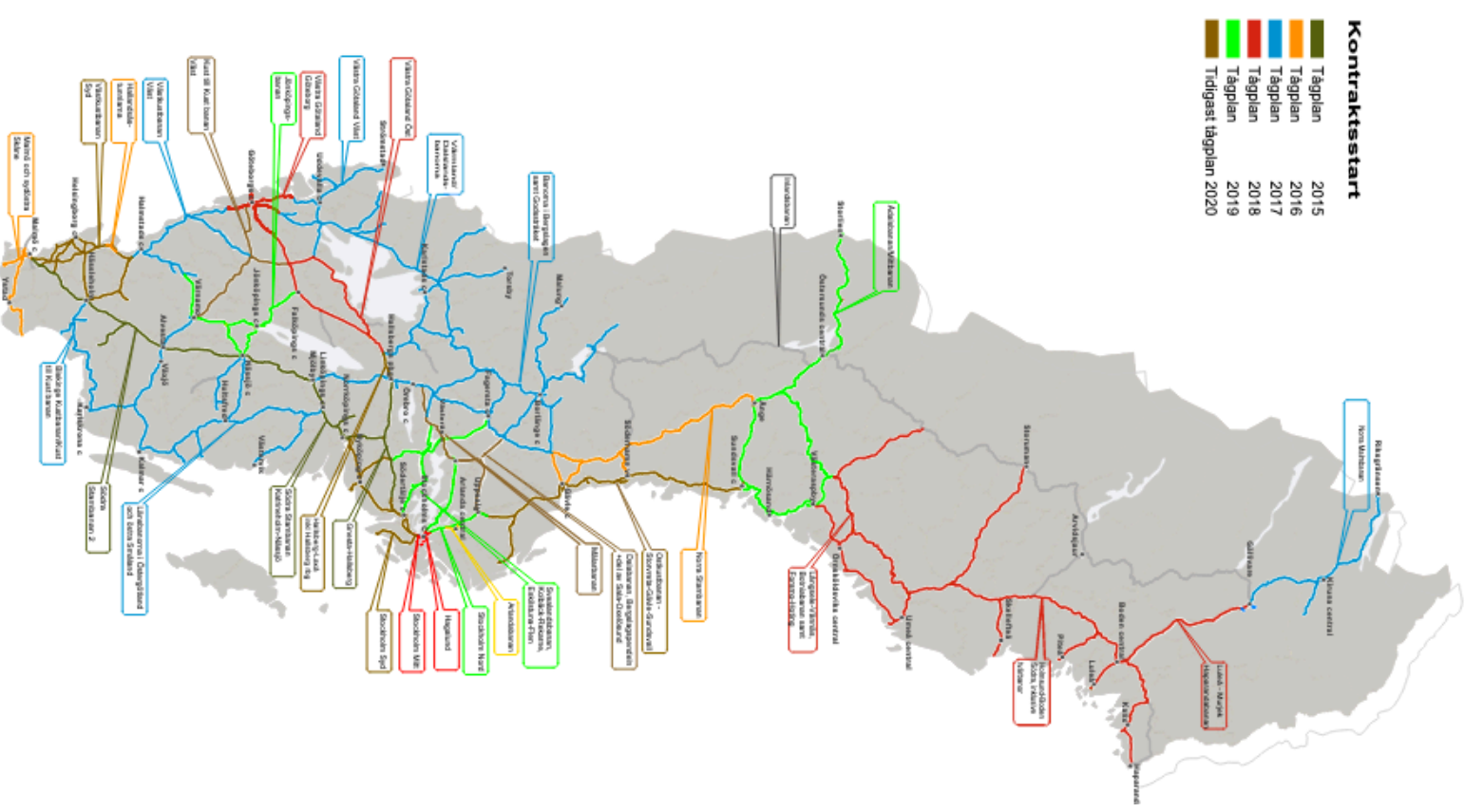
VTI



TRAFIKVERKET

# Bakgrund

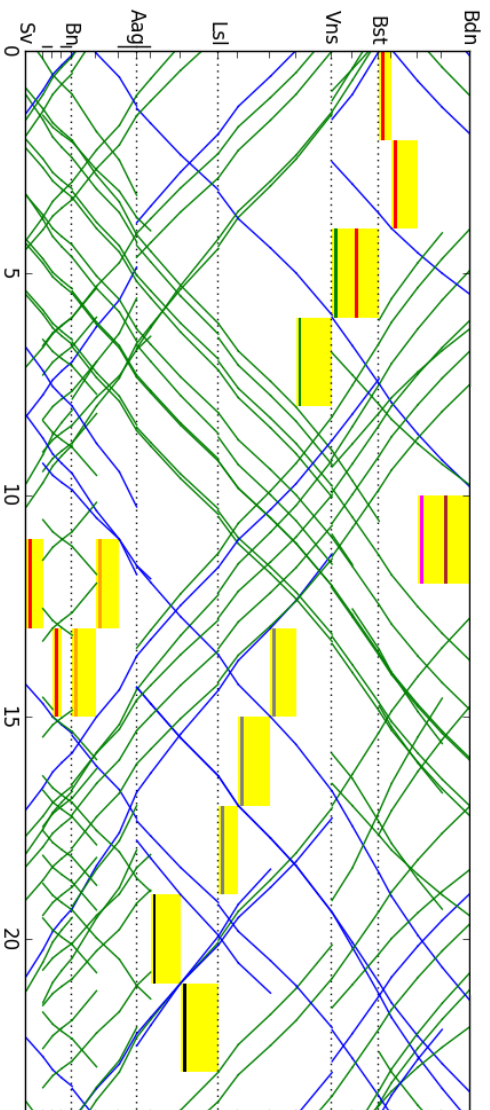
- Servicefönster införs sedan T15
  - Löpande fönster eller banarbetsveckor
- Tidigare forskning
  - Utveckla optimeringsmetod
  - Fallstudie Norrland  
löpande fönster
- Pågående studie
  1. Bergslagen  
banarbetsveckor: 4 x 4 timmar
  2. Stockholm, pendeltågsområdet  
(under uppstart)



# Modell, indata, arbetsmetod

# Optimeringsmodell

## Schemalägger tåg, fönster och UH-resurser



### Hanterar

- Nätverk, vägval
- Gångtider, uppehåll
- Fönsteralternativ
- Kapacitetsutnyttjande
- Arbetstidsregler

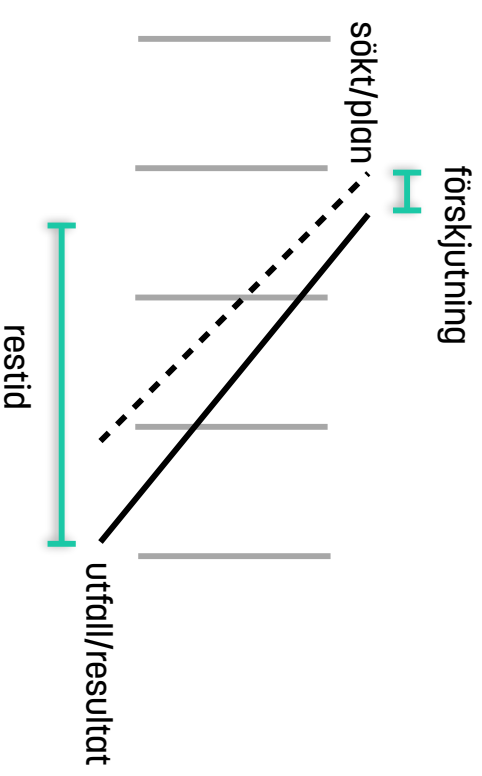
### Saknar

- Konfliktreglering
- Omlopp

Originalmodell - Lidén and Joborn (2016), TRC, doi: [10.1016/j.trc.2016.11.016](https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.11.016)  
Resurser - Lidén et al (2018), JRTPM, doi: [10.1016/j.jrtpm.2018.02.001](https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2018.02.001)

# Kostnader

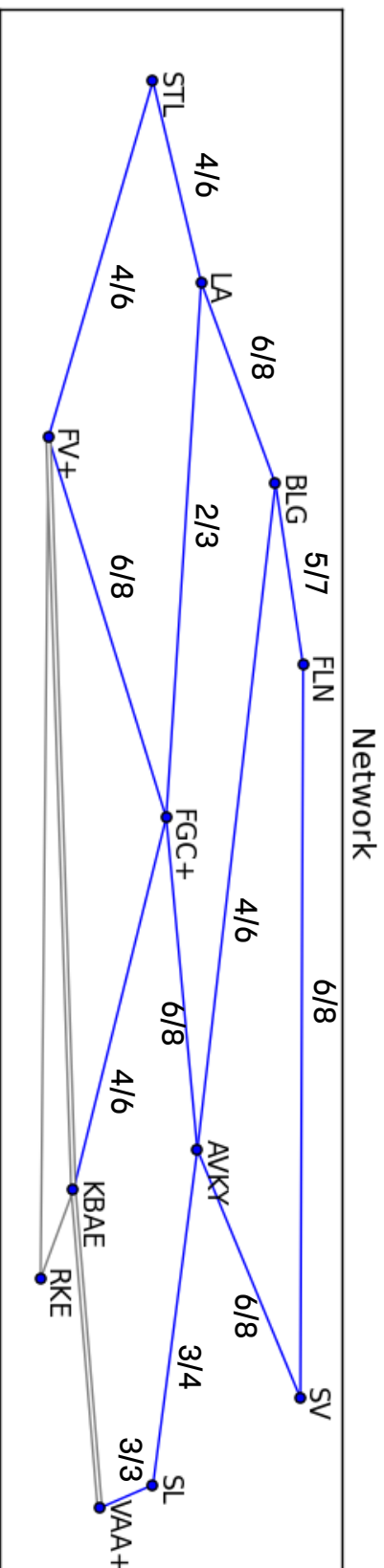
- Tåg
  - Ruttval / inställt
  - Restid
  - Förskjutning
- Servicefönster
  - Arbetstid
    - Timkostnad
  - Setup (per fönster)



# Kostnadsfaktorer

	Billigt UH	Dyrt UH
Tågkörning per timme		
Inställt tåg (resande)	1 [jmf ASEK: 2 500 kr/h]	
Alternativ rutt (goods)	2-10 0.5	
Förskjutning från önskad avgång, per timme		
- Resandetåg	999	
- Godståg (normala/Cargonet)	0.1/1.0	Tågfönster +/- 2h
Arbetskostnad per timme och arbetslag	0.5 [= 1 250 kr/h]	4 [= 10 000 kr/h]
Setup-tid per servicefönster	1 h	2-4 h natt, 0 h dag
Påslag, obekvämt arbetstid		
- Kväll, 18-22		+ 25%
- Natt, 22-06		+ 60%
- Helg (lördag, söndag)		+ 100%

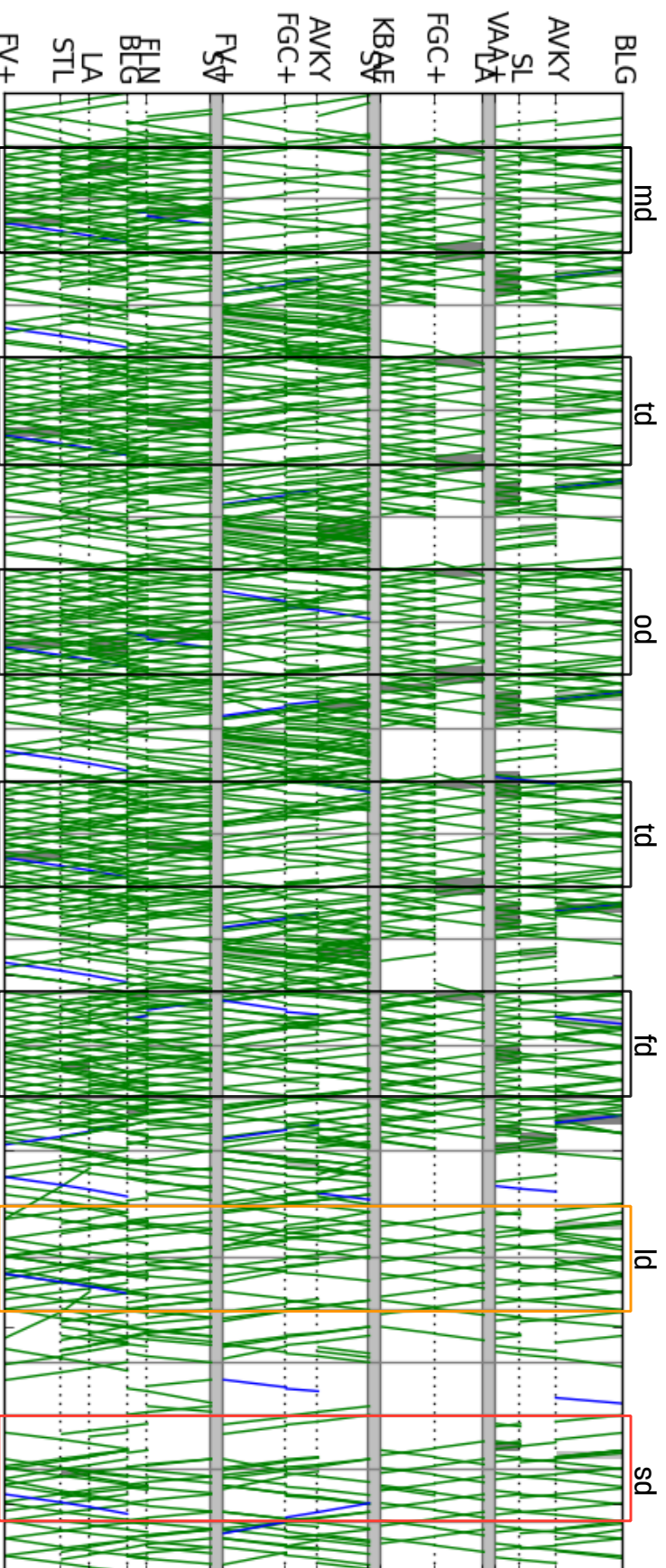
# Nätverk



- Kapacitet: max antal tåg per timme
- Enkelriktat / dubbelriktat

# Trafik

- T19, oktobervecka
- Med kapacitetsgränser och tillåtna alternativrutter
- 1500 tåg
- Trafikkostnad (referens)
- 2696.42 (~1h 48m per tåg)





# Arbetsmetod

- Grundkörning
  - Inga fönster
  - Justera kapacitetsgränser och kostnadsfaktorer
  - -> Referenskostnad
- Fönster på individuella sträckor
  - Lämpliga justeringar  
(tillåta strykningar, omdirigeringar, högre helgkostnad, kopplade tåg)
  - -> minsta ökning av trafik kostnad
- Gruppera ihop delsträckorna
  - -> fönsterupplägg, uppskattad ökning av trafik kostnad

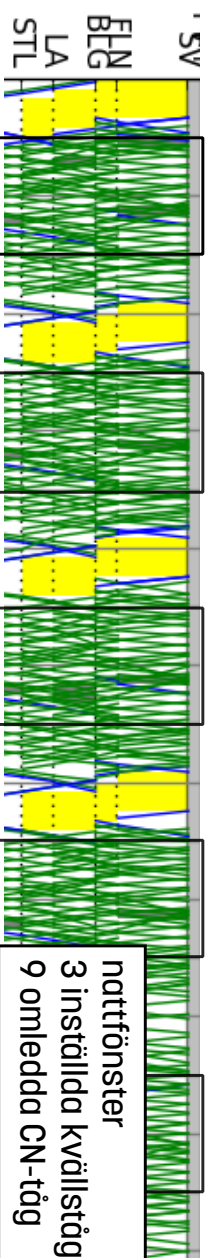
# Dessutom

- Undvik helgtider
- Jämför lösningar för billigt och dyrt UH
  - Billigt: Litet arbetslag (2-3 pers), ingen specialutrustning
  - Dyrt: 1-2 större arbetslag (5-10 pers), specialmaskiner (spårriktning mm)
- Analysera effekt av lägre helgkostnader

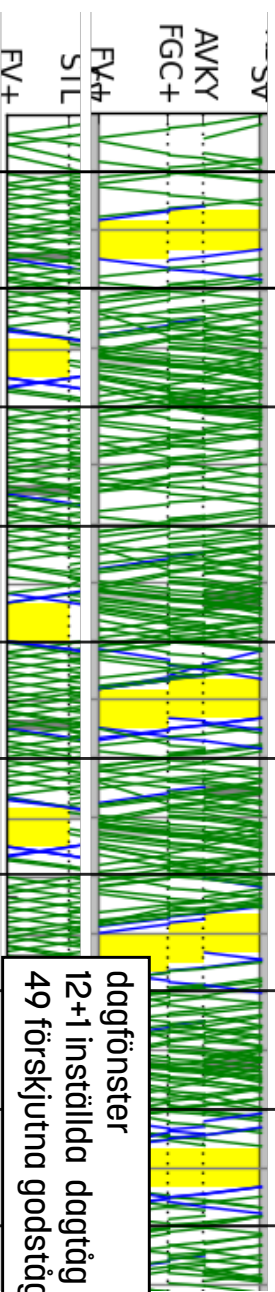
# Resultat

# Låg UH-kostnad: grupperat på 3 veckor

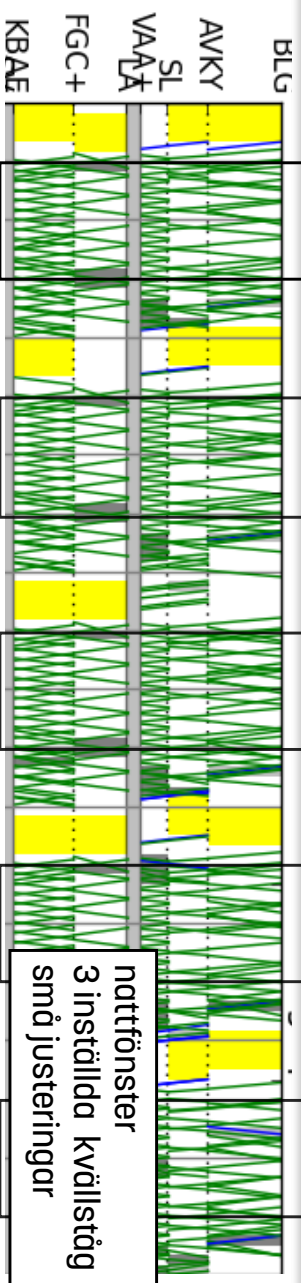
V1: Sv-Stl  
+17.89 (0.7%)



V2: Stl-Fv-Sv  
+7.78 (0.3%)



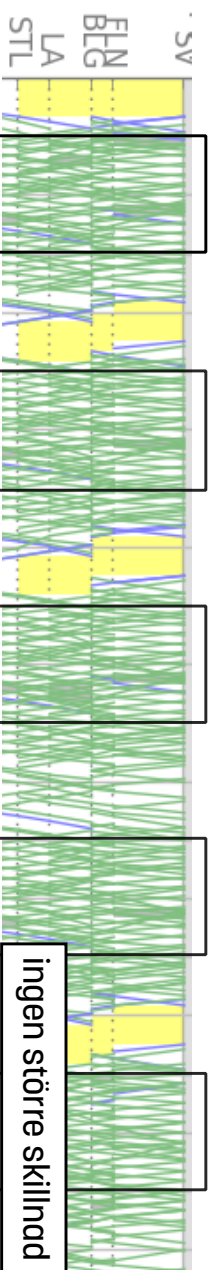
V3: Blg-Sl, La-Kbä  
+1.85 (<0.1%)



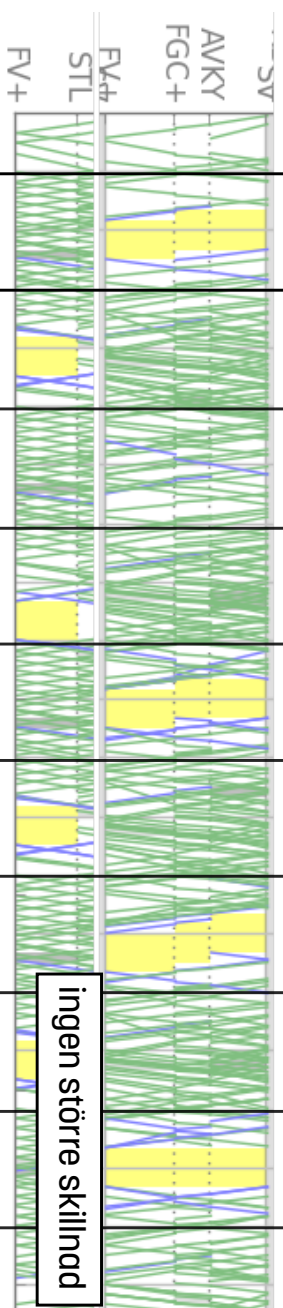
Total trafik kostnad: +27.52 (0.3%)

# Hög UH-kostnad (10 kkr/h)

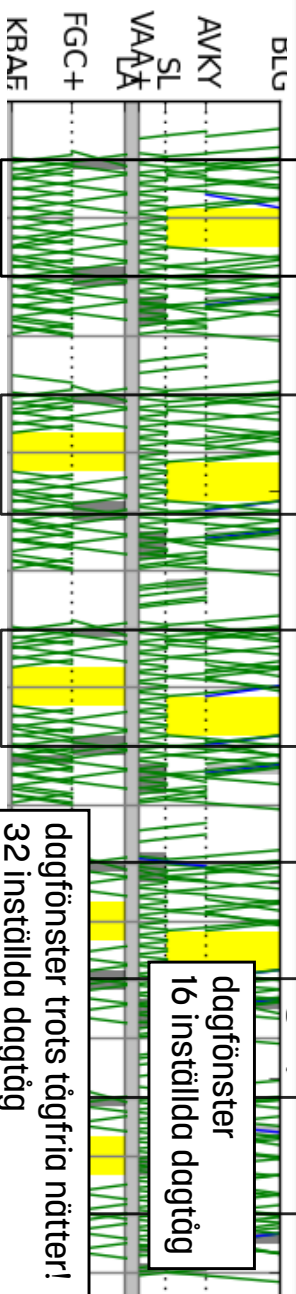
V1: Sv-Stl  
+18.57 (0.7%)



V2: Stl-FV-Sv  
+7.84 (0.3%)



V3: Blg-Sl, La-Kbä  
+202 (7.5%)



Total trafik kostnad: +228 (2.8%)

trots hög inställesekostnad  
12.5 - 15 kkr per tåg

# Tillåta helgfönster

- Dagtid < kväll/natt, lö < sö
- Låg UH-kostnad
  - 15 fönster till helgtid, 3-4 från natt till dag
  - Trafikpåverkan minskar med 9.33 (1/3 rel, 0.1% abs)  
Fönsterkostnaden något högre
- Hög UH-kostnad
  - 14 fönster till helgtid, 9 från natt till dag
  - Trafikpåverkan minskar med 34.4 (1/6 rel, 0.4% abs)  
Färre inställda tåg  
Fönsterkostnaden sjunker markant
- -> Helgregler / kostnader är hämmande

# Slutsatser

- Lösbart
- Korta lösningstider, kan användas interaktivt
- Sammanvägda paketeringar går bra
- Billigt UH
  - Lösningar stämmer med praxis
- Dyrt UH
  - Fördelaktigt med dagtider, trots tåg fria nattider!
    - Pga stor marginalkostnad dag->natt (+56 kkr)
- Helg regler hämmar

# Övriga erfarenheter

- Annorlunda arbetssätt
  - Modellen schemalägger
  - Styra med kostnader och villkor
  - Utvärdera på nyckeltal
- TrV synpunkter
  - På rätt väg (färdigt verktyg kan ge bra hjälp)
  - Bra att involvera entreprenör
  - Värdera tåg olika på olika banor
  - Hur hitta rätt värden / inställningar



# Projekt: UHF

Finansierat av TrV via KAJT

2019-02 – 2020-06

[www.liu.se](http://www.liu.se)

