



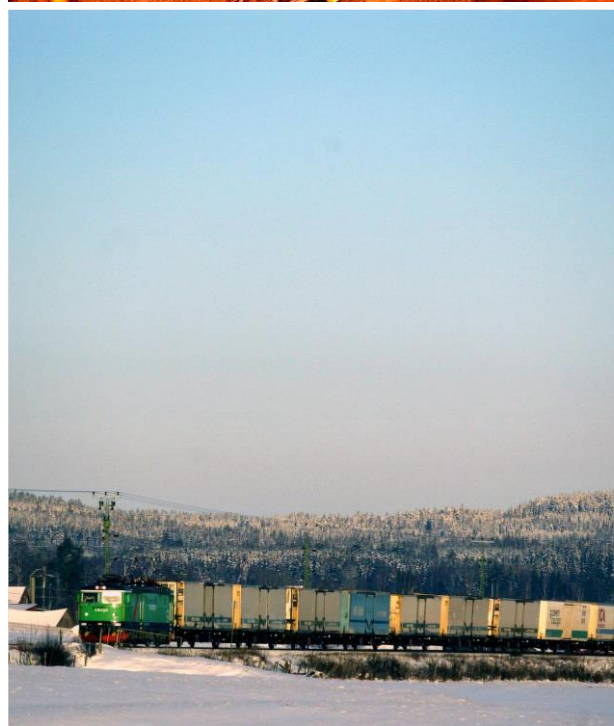
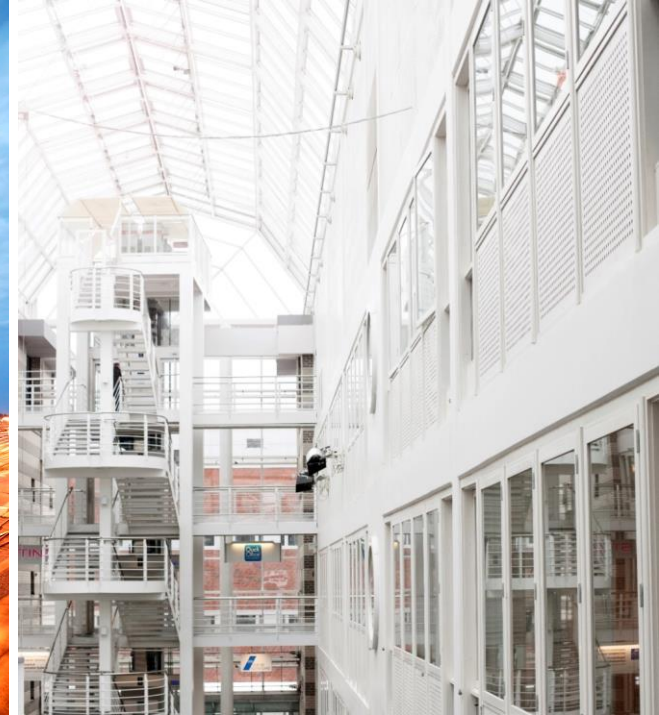
DYNAMISK PRISSÄTTNING AV SPÅRKAPACITET

Victoria Svedberg, Martin Aronsson, Martin Joborn,
Jan Lundgren



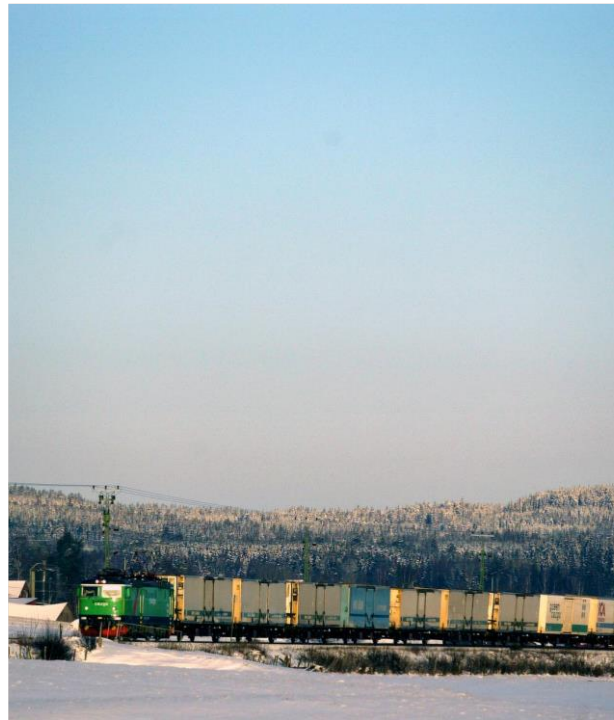
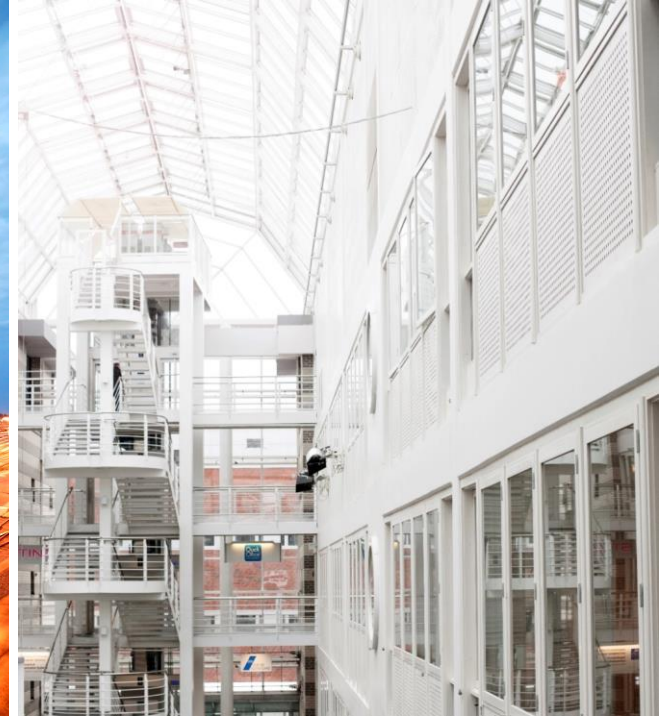
Research Institutes of Sweden

SICS RISE



Dynamisk prissättning av spårkapacitet

- Adhoc-processen
- Varför dynamisk prissättning?
- Utbud/Efterfrågan på spårkapacitet.
- Avtalstider
- Föreslagen Adhoc-process
- Testfall



Adhoc-processen

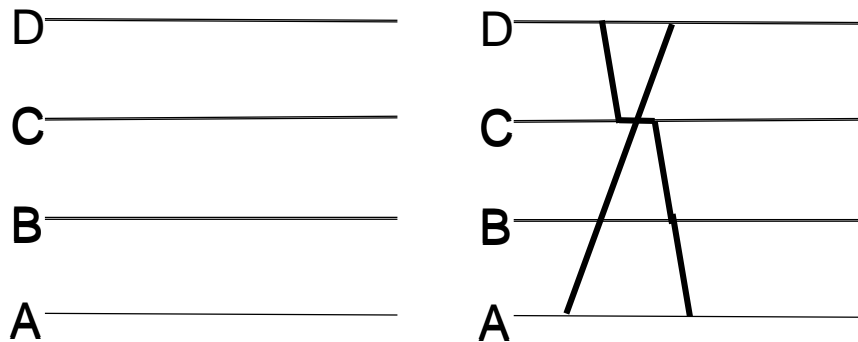


Adhoc-processen

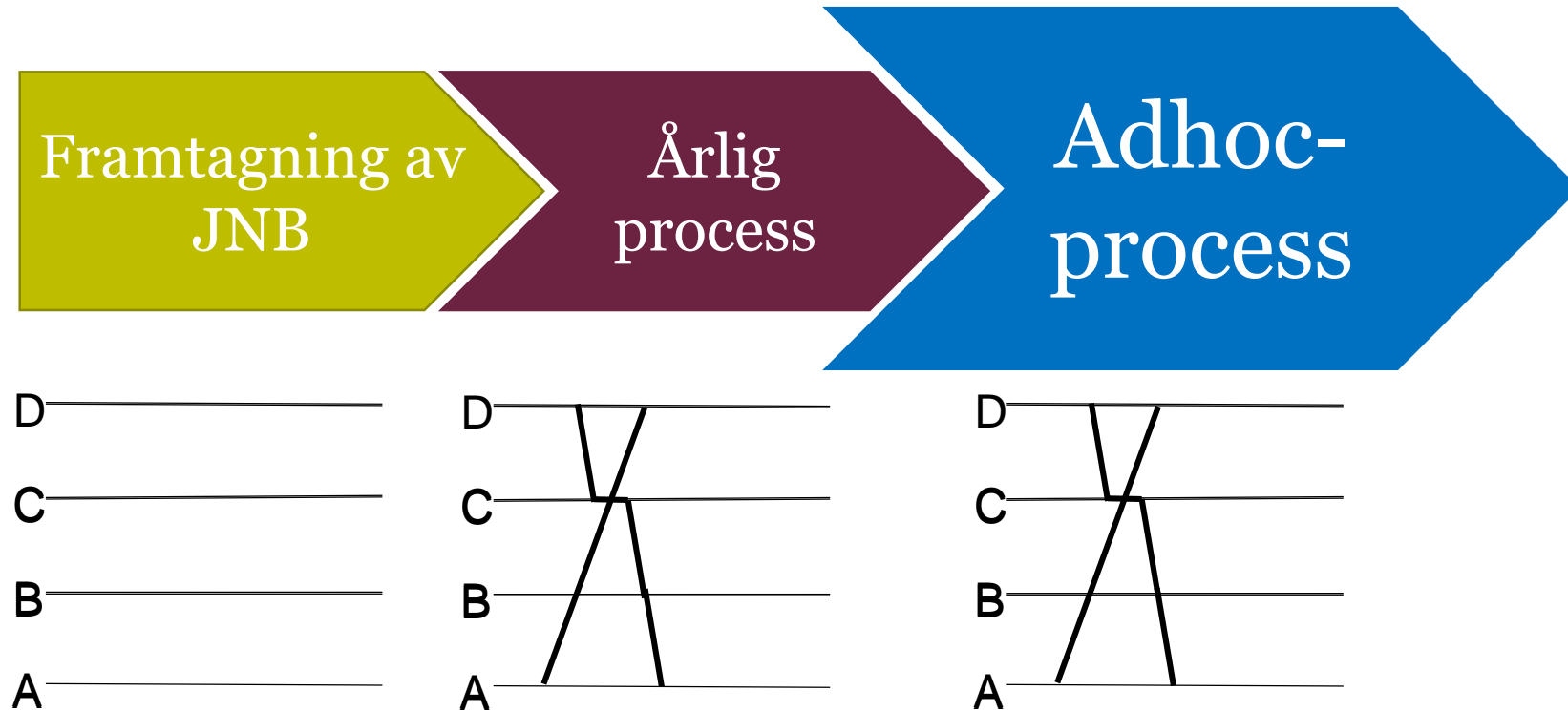


- D _____
- C _____
- B _____
- A _____

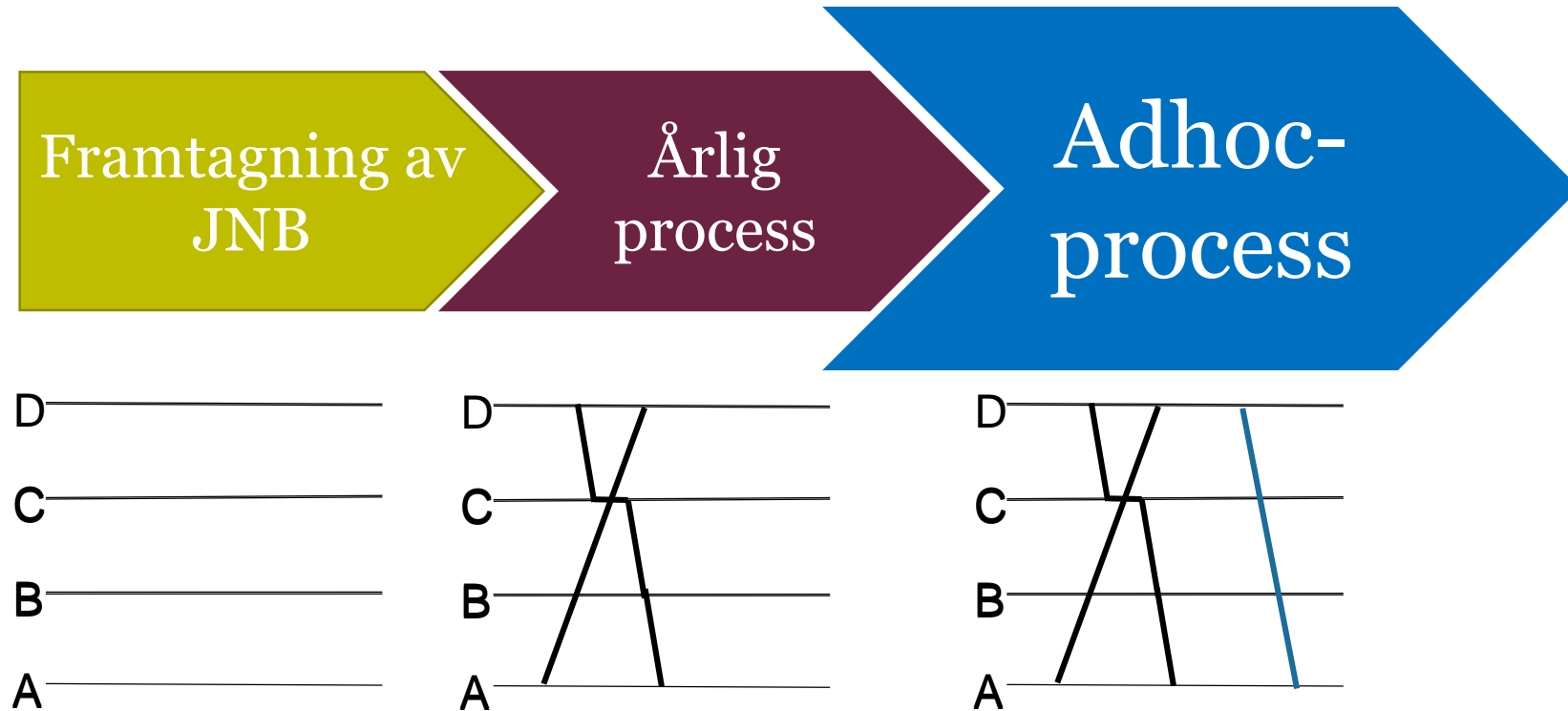
Adhoc-processen



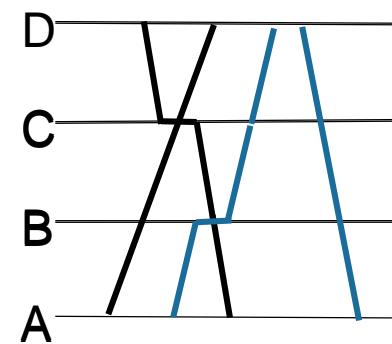
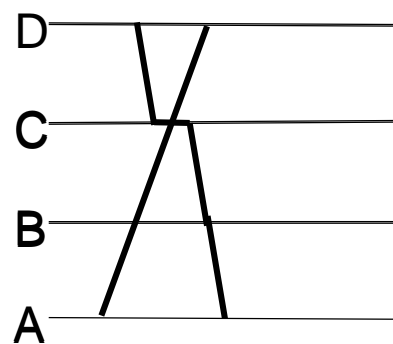
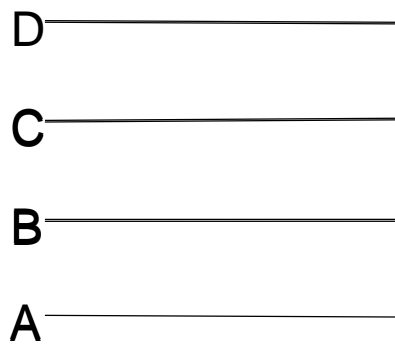
Adhoc-processen



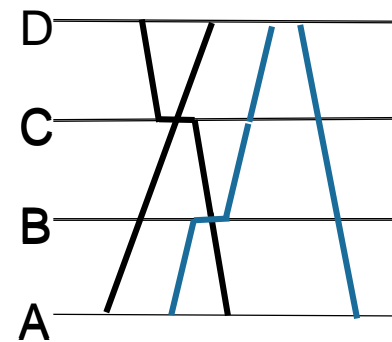
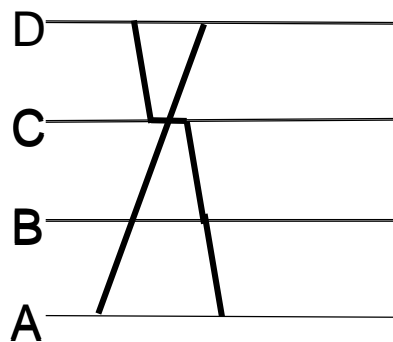
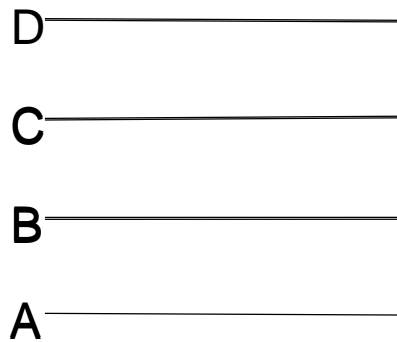
Adhoc-processen



Adhoc-processen

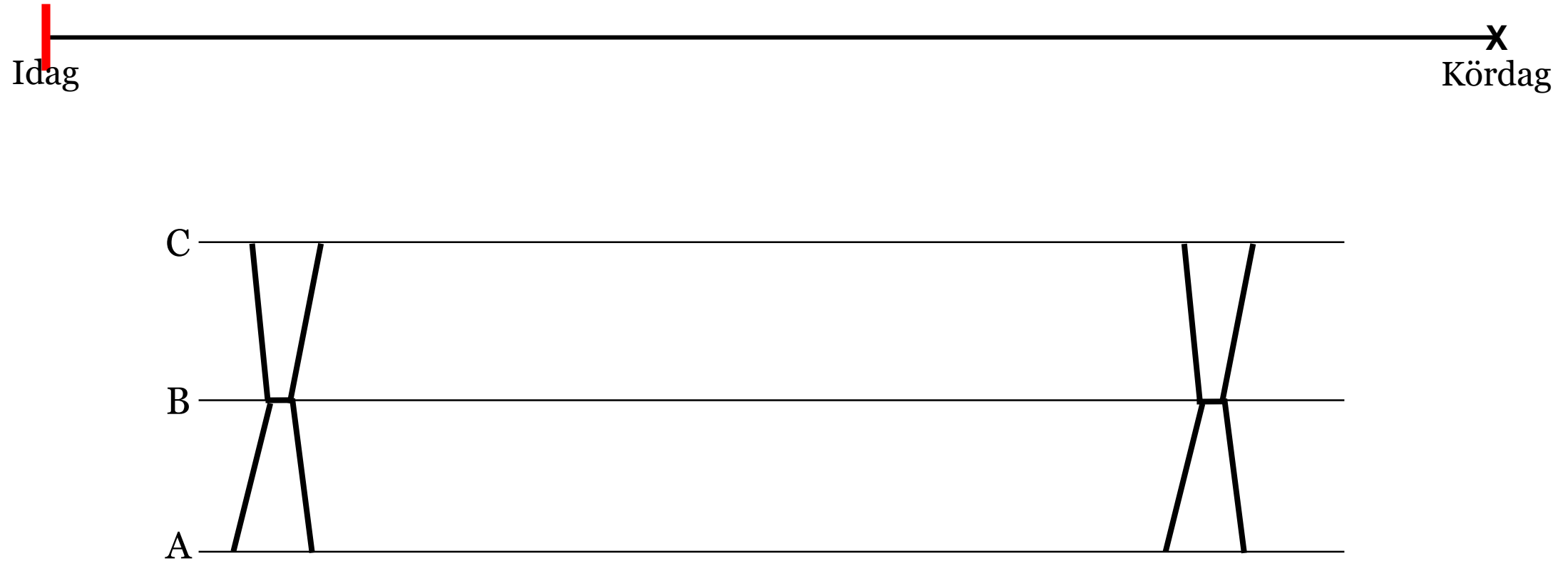


Adhoc-processen

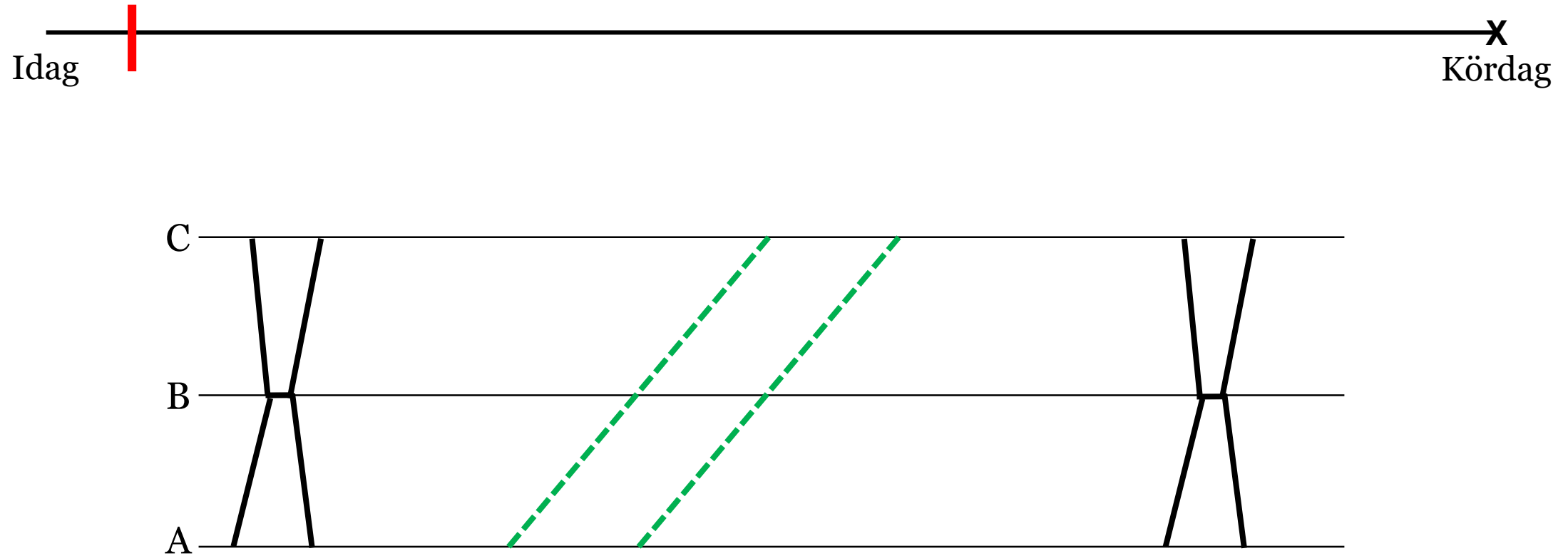


- First come first served.
- Nya ansökningar får inte ändra tidtabellen.

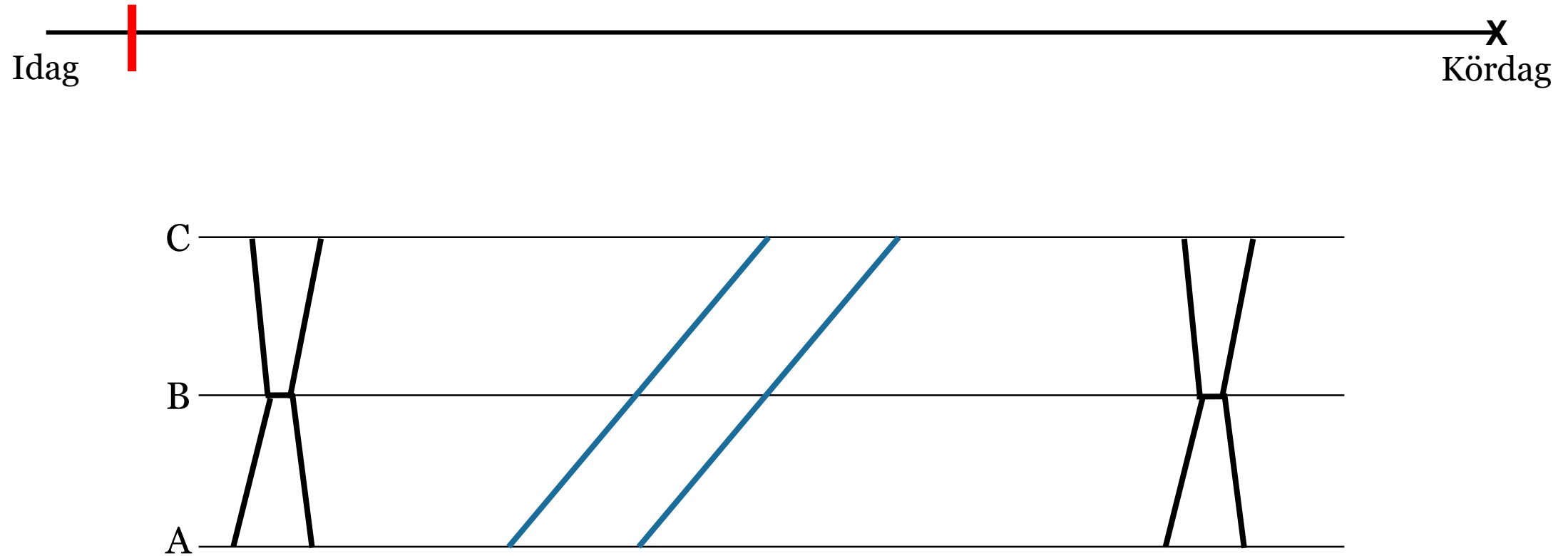
Adhoc-processen



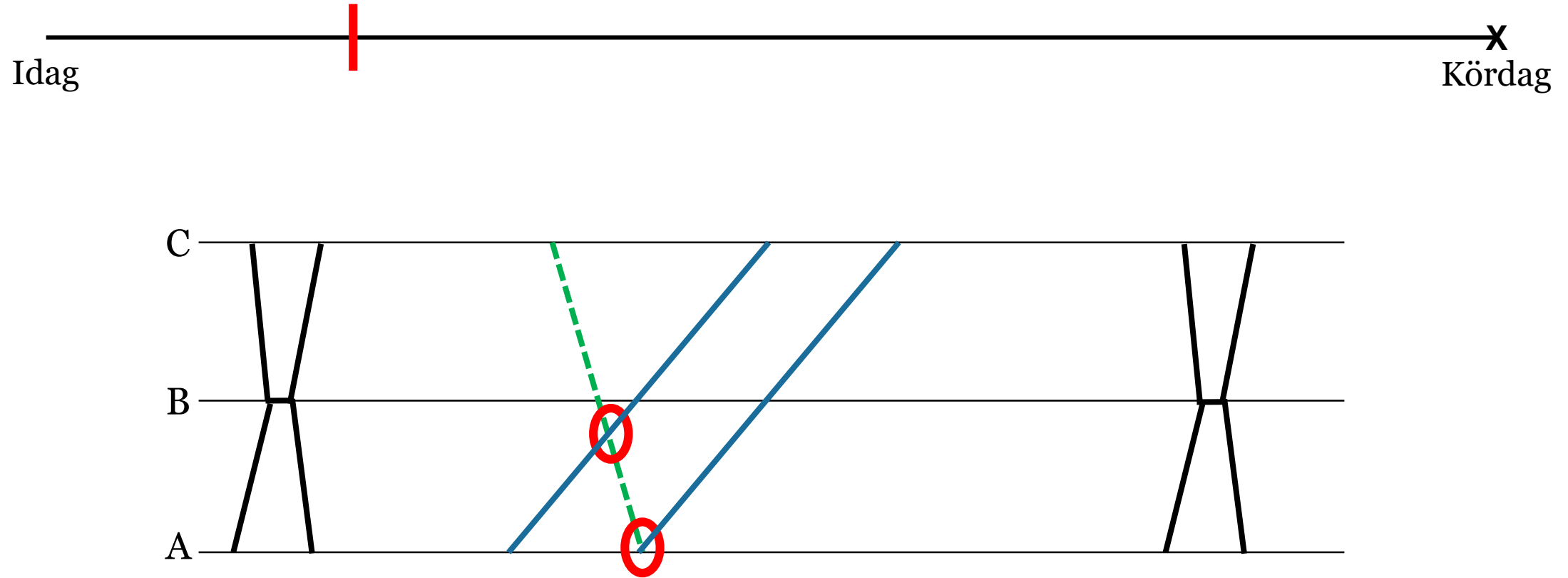
Adhoc-processen



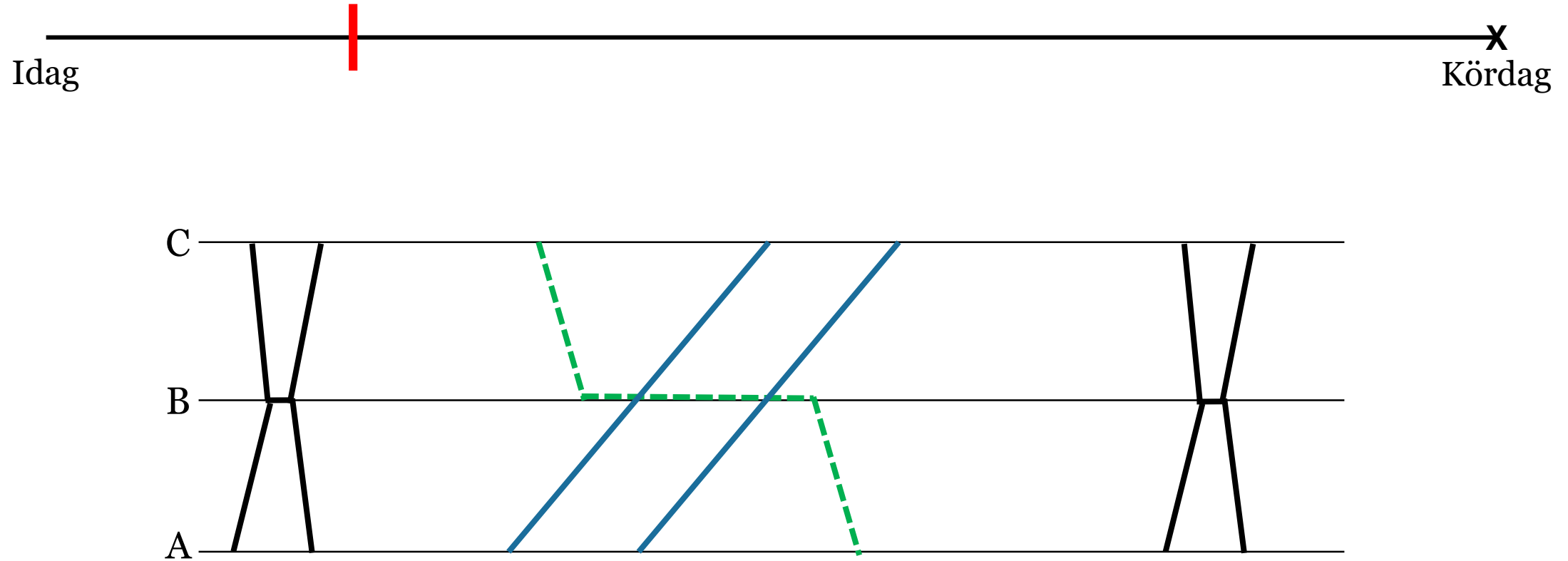
Adhoc-processen



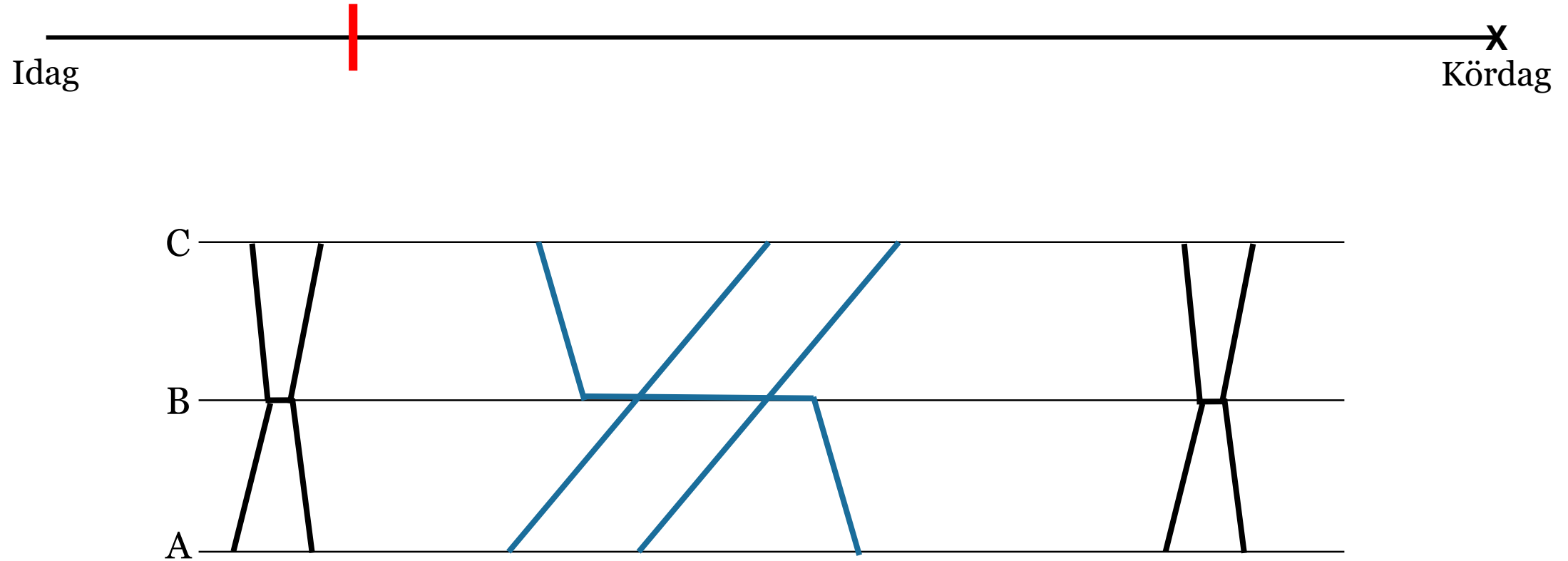
Adhoc-processen



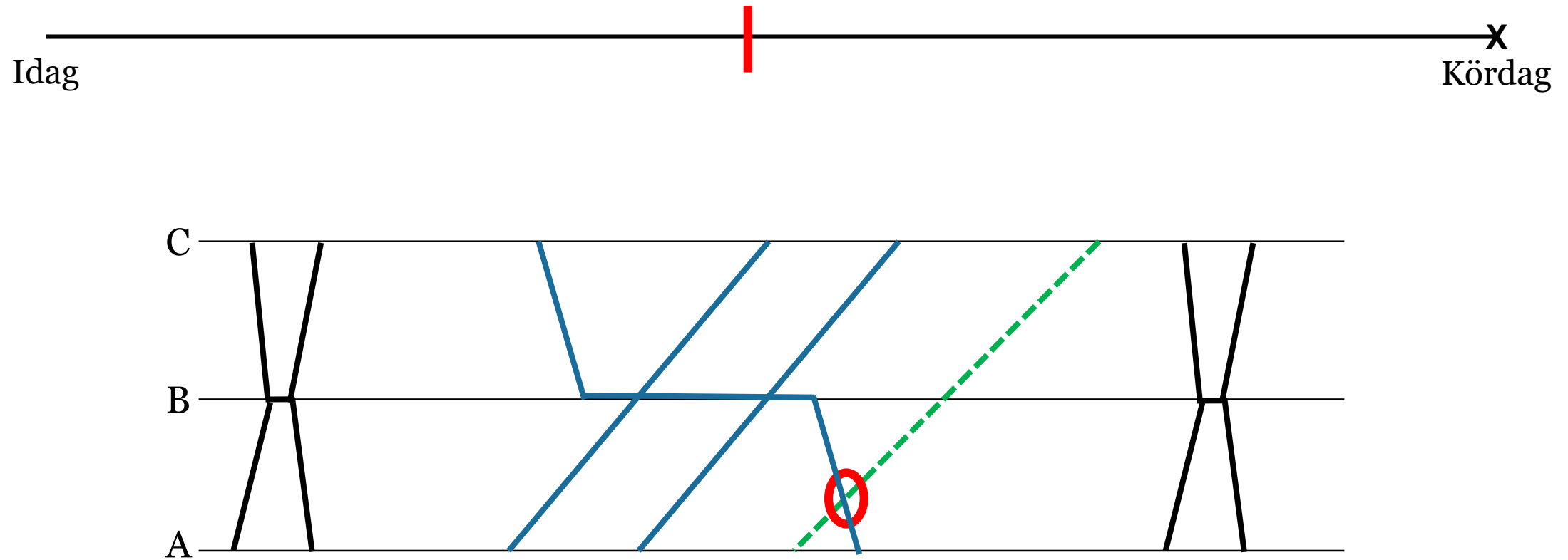
Adhoc-processen



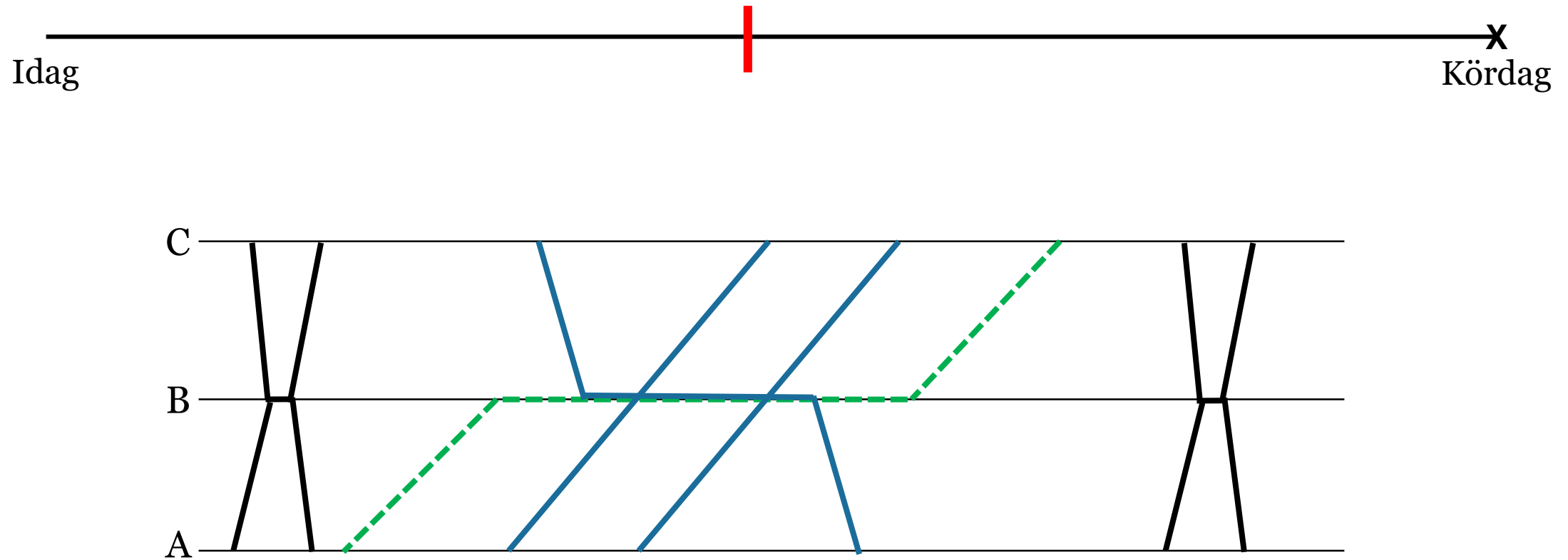
Adhoc-processen



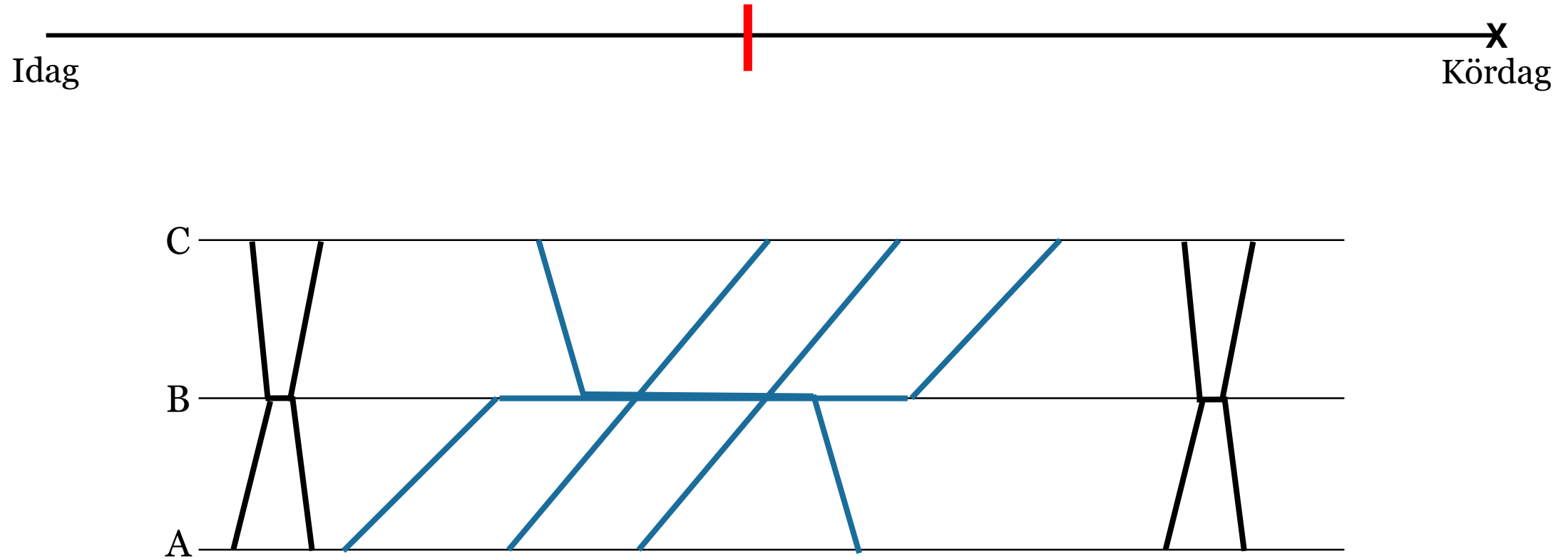
Adhoc-processen



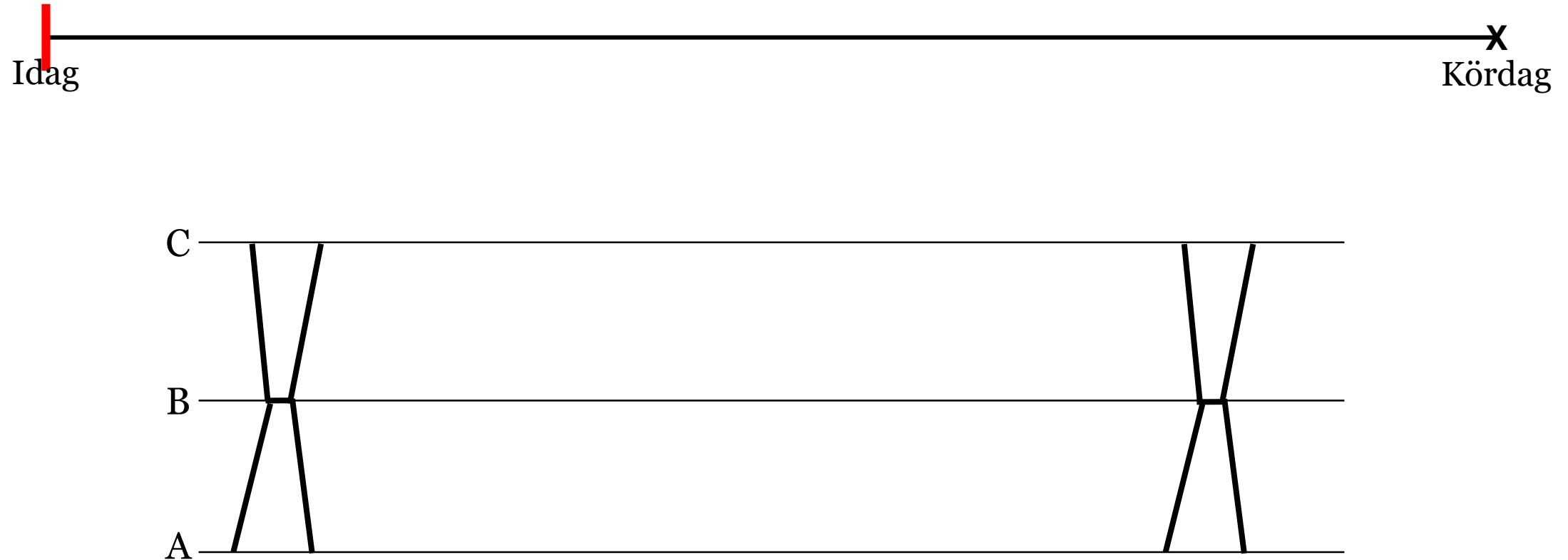
Adhoc-processen



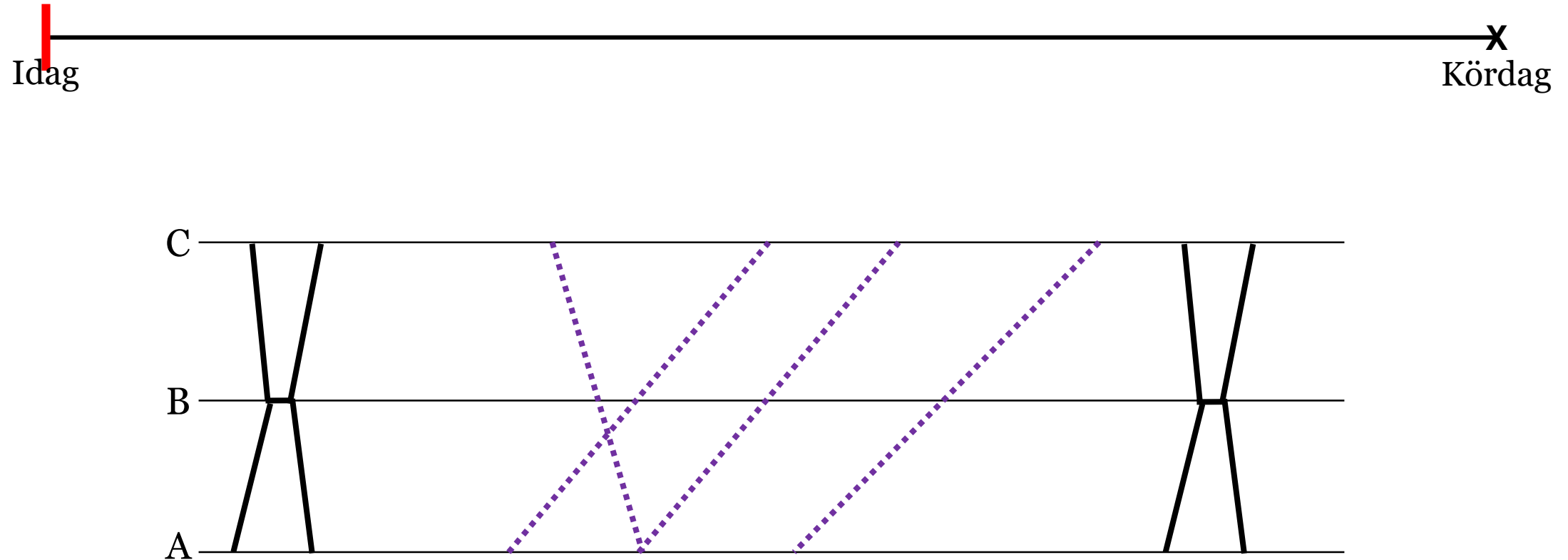
Adhoc-processen



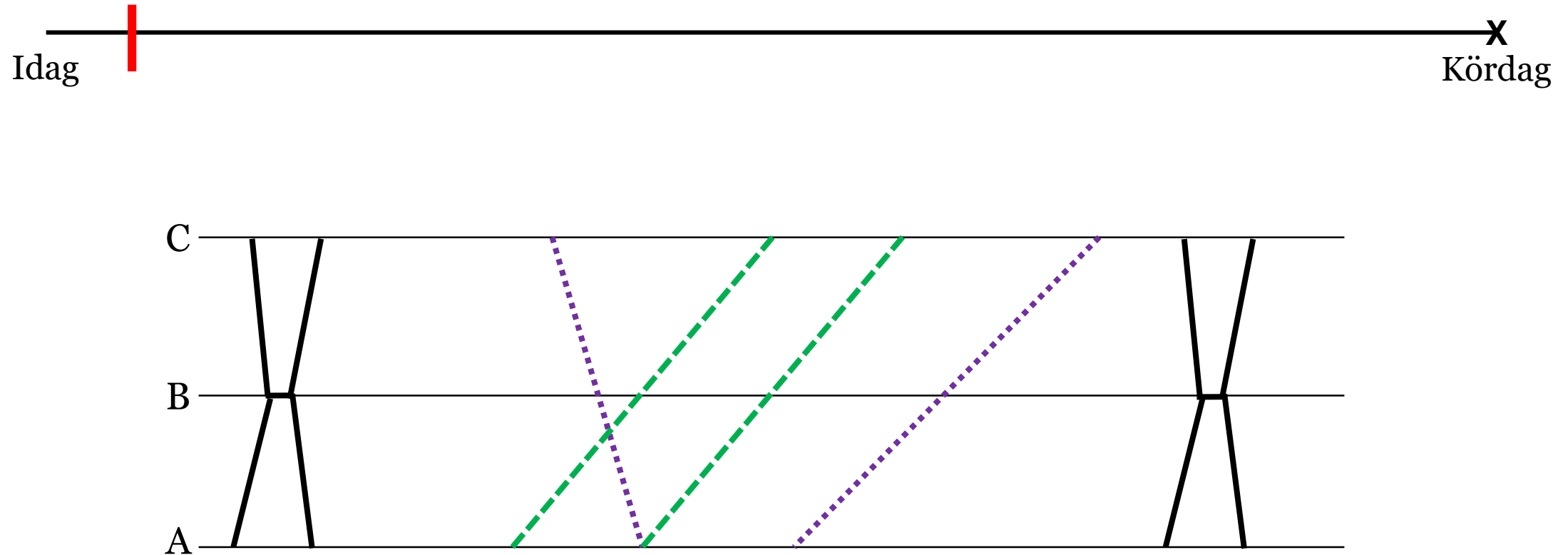
Kan det bli mer effektivt?



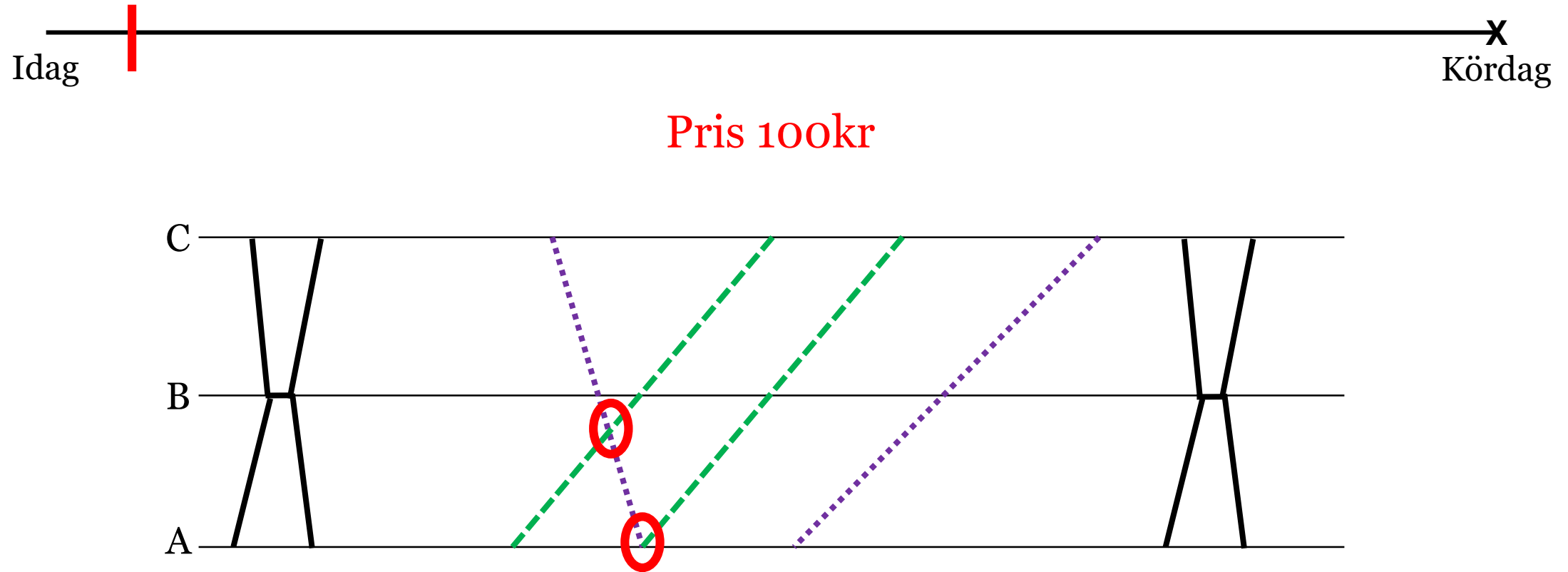
Kan det bli mer effektivt?



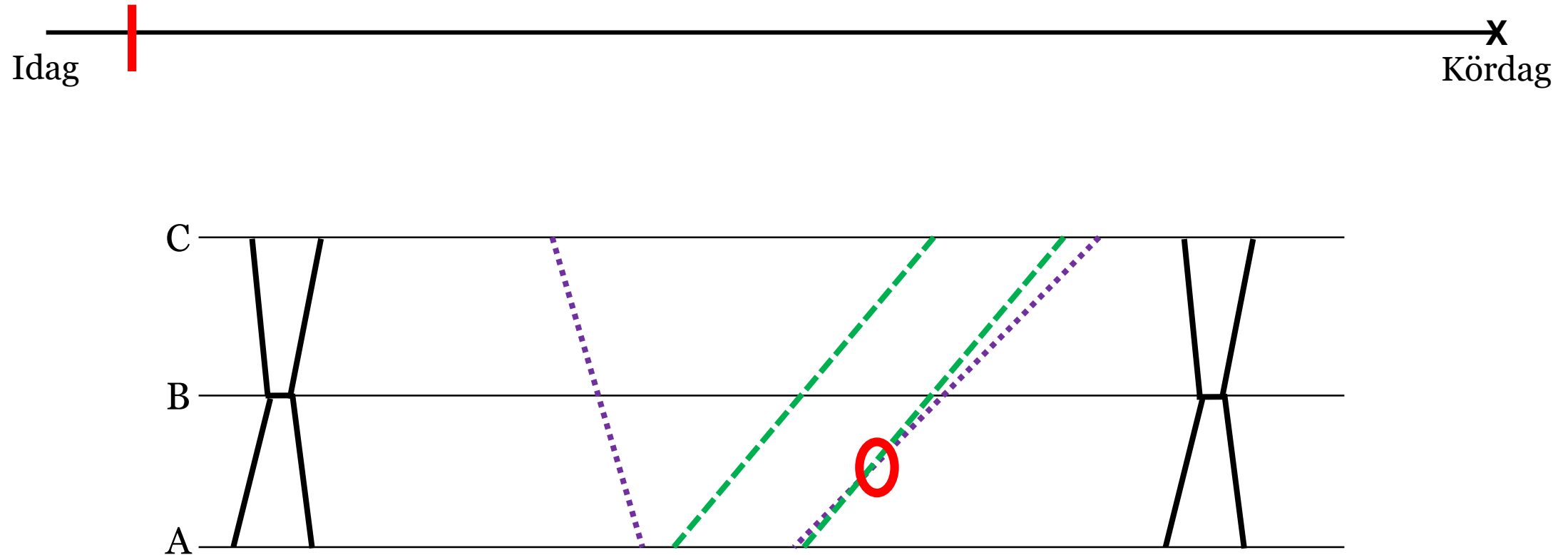
Kan det bli mer effektivt?



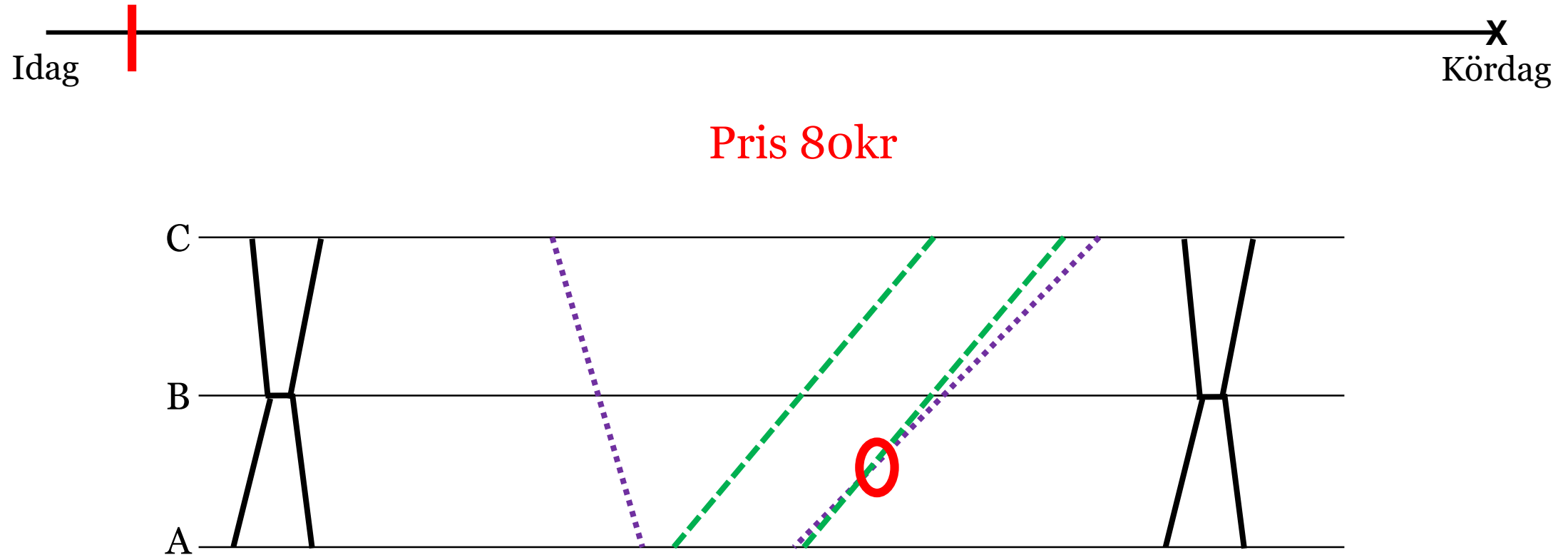
Kan det bli mer effektivt?



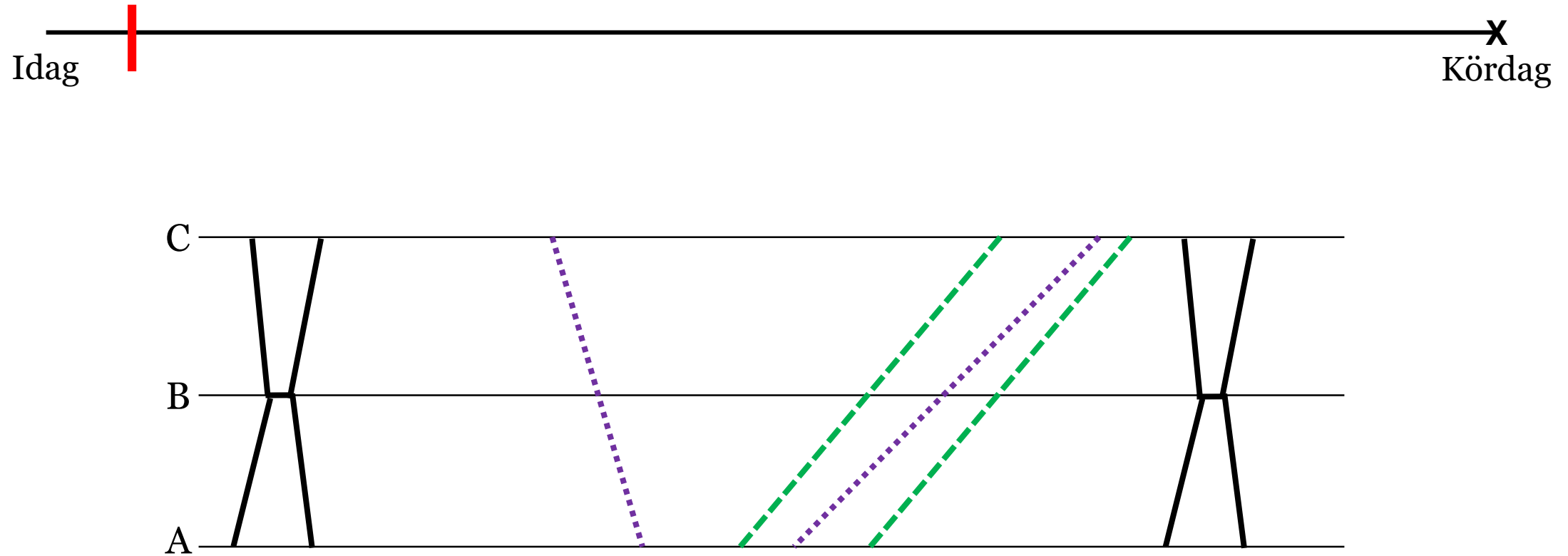
Kan det bli mer effektivt?



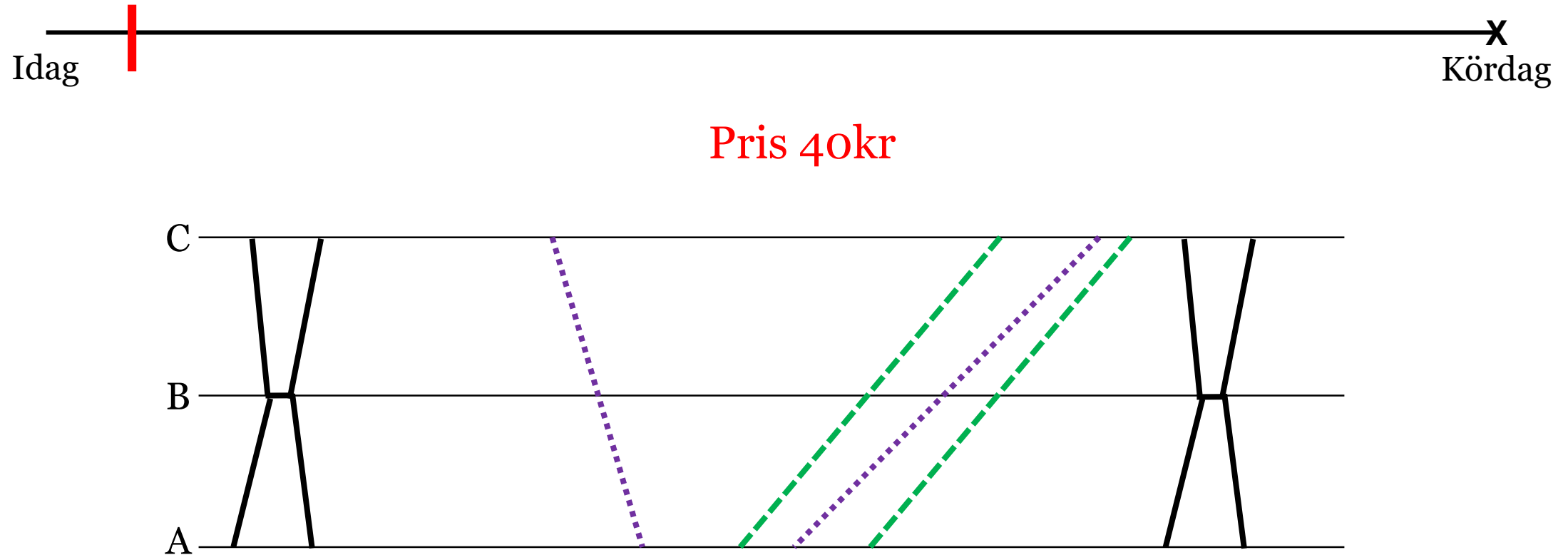
Kan det bli mer effektivt?



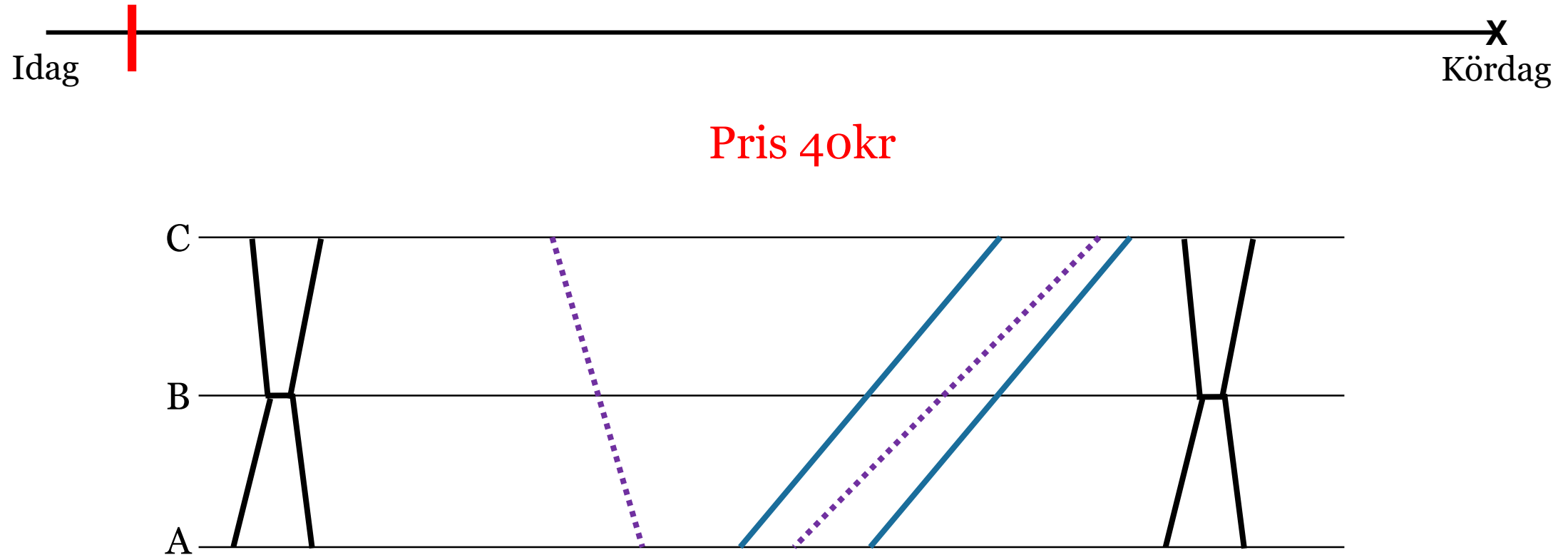
Kan det bli mer effektivt?



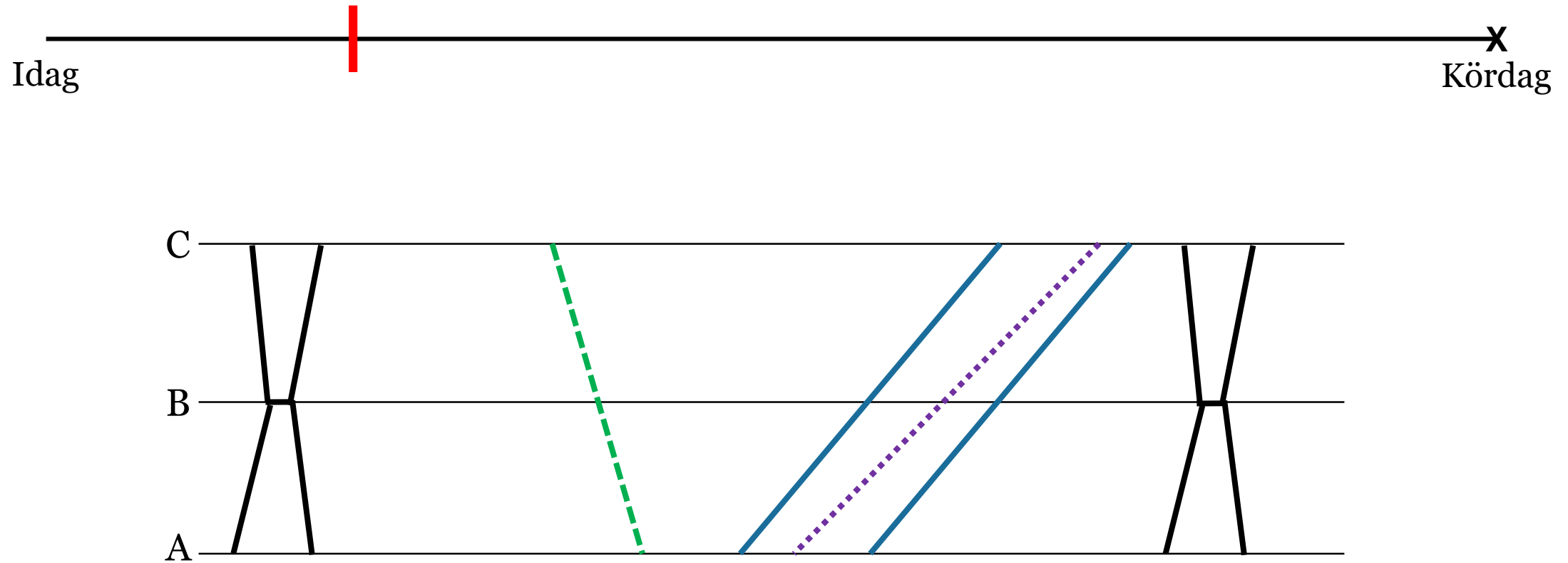
Kan det bli mer effektivt?



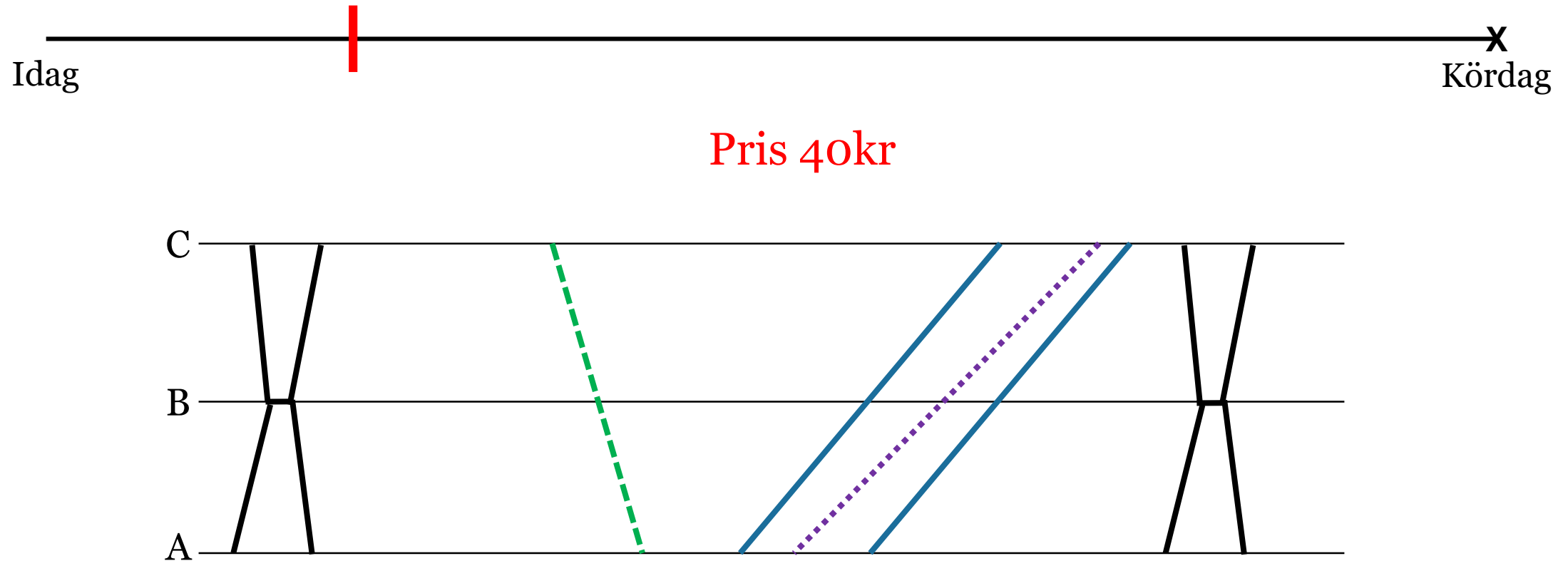
Kan det bli mer effektivt?



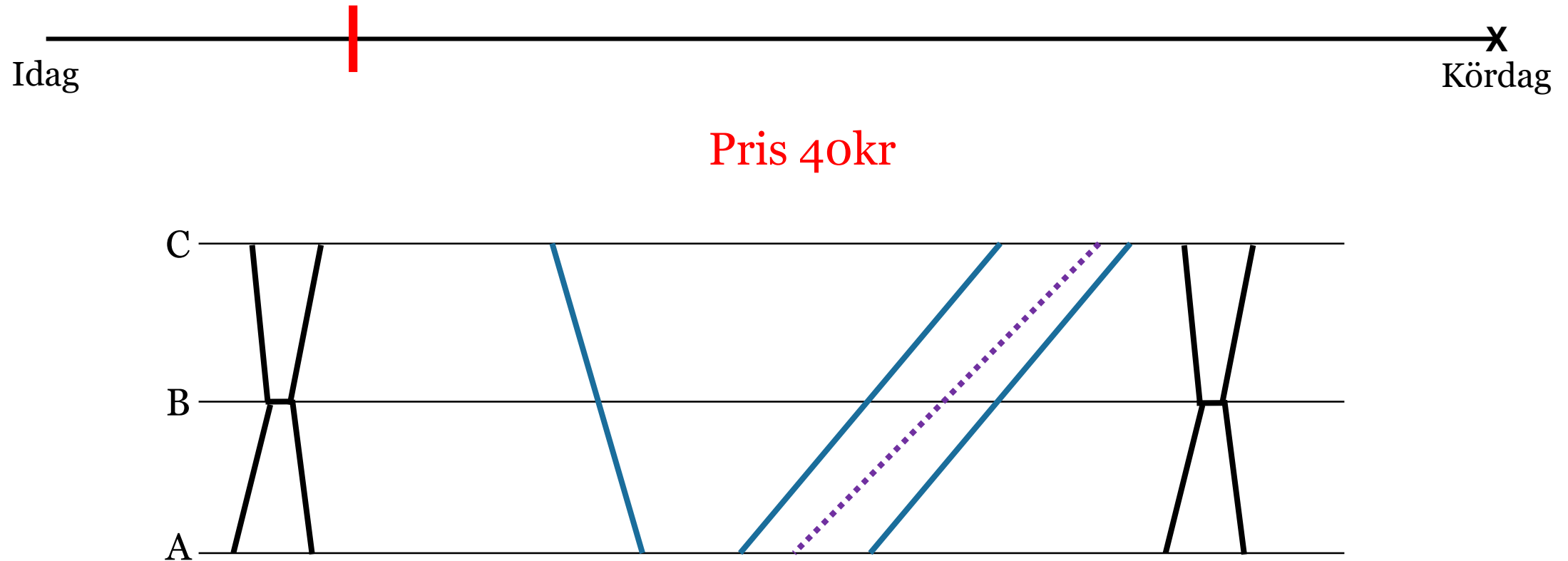
Kan det bli mer effektivt?



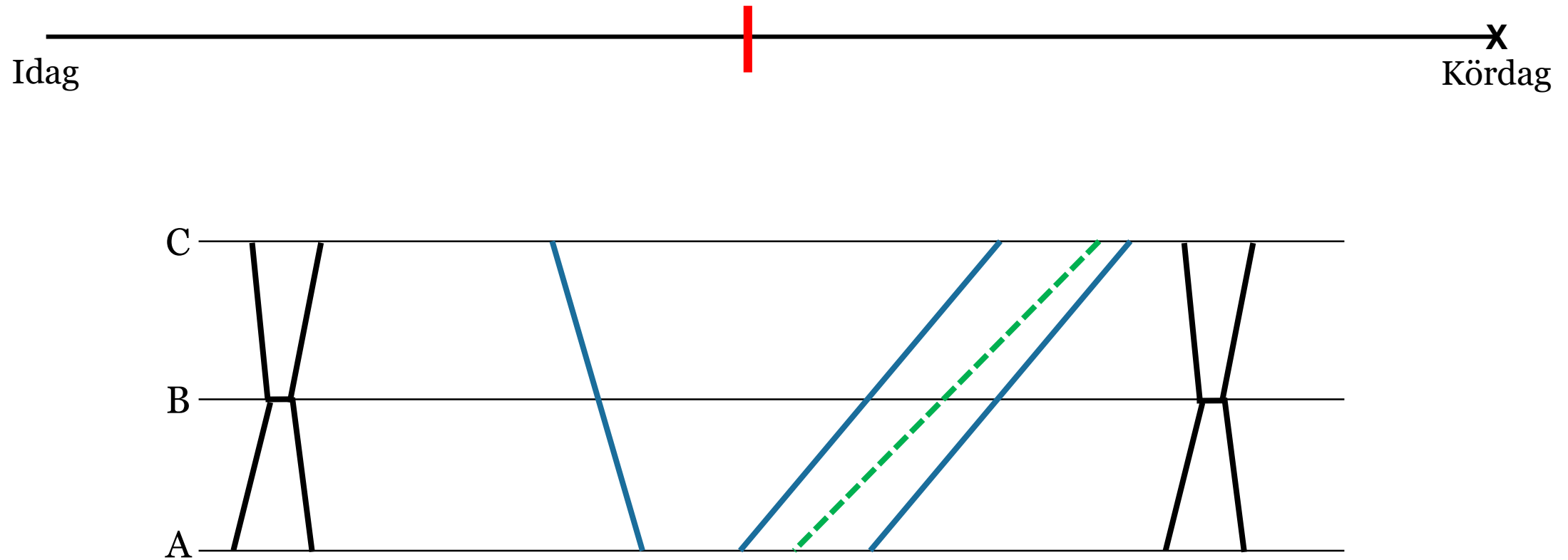
Kan det bli mer effektivt?



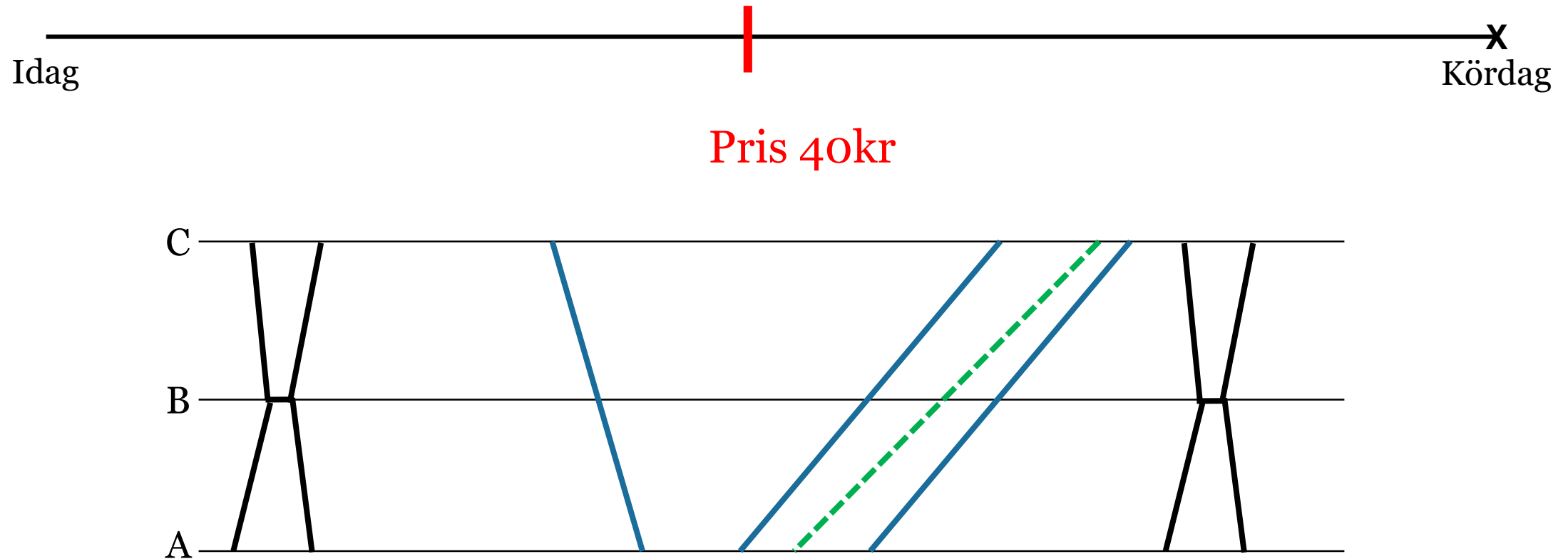
Kan det bli mer effektivt?



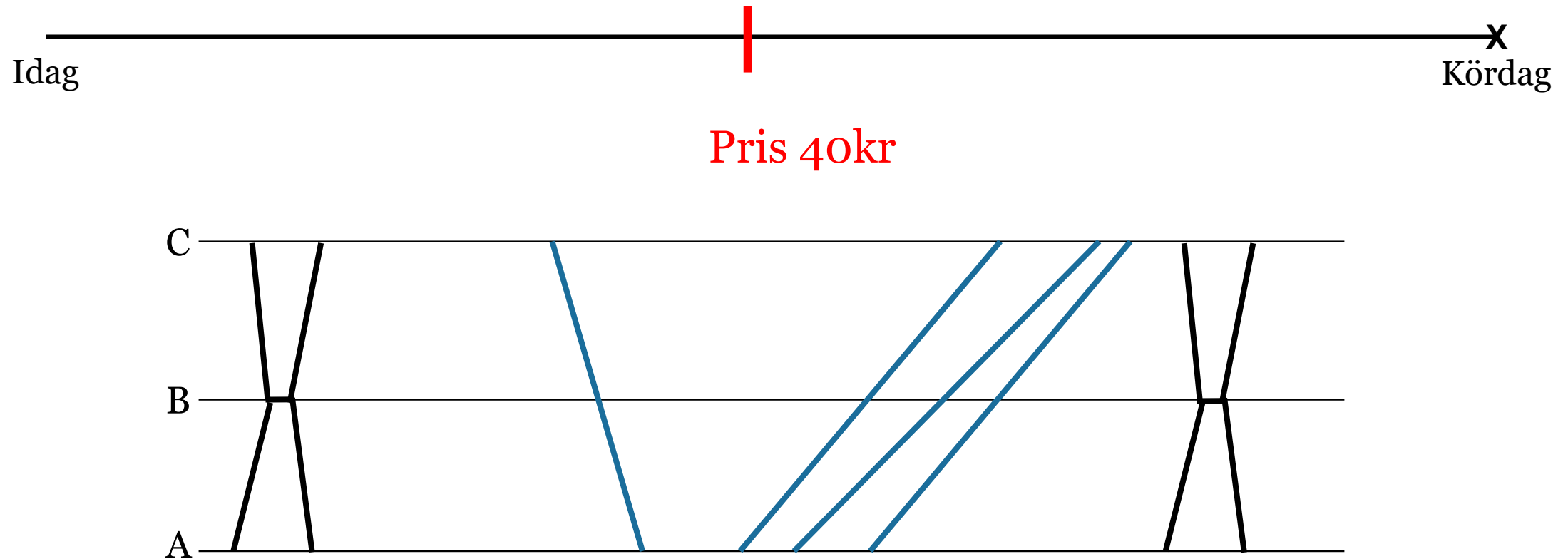
Kan det bli mer effektivt?



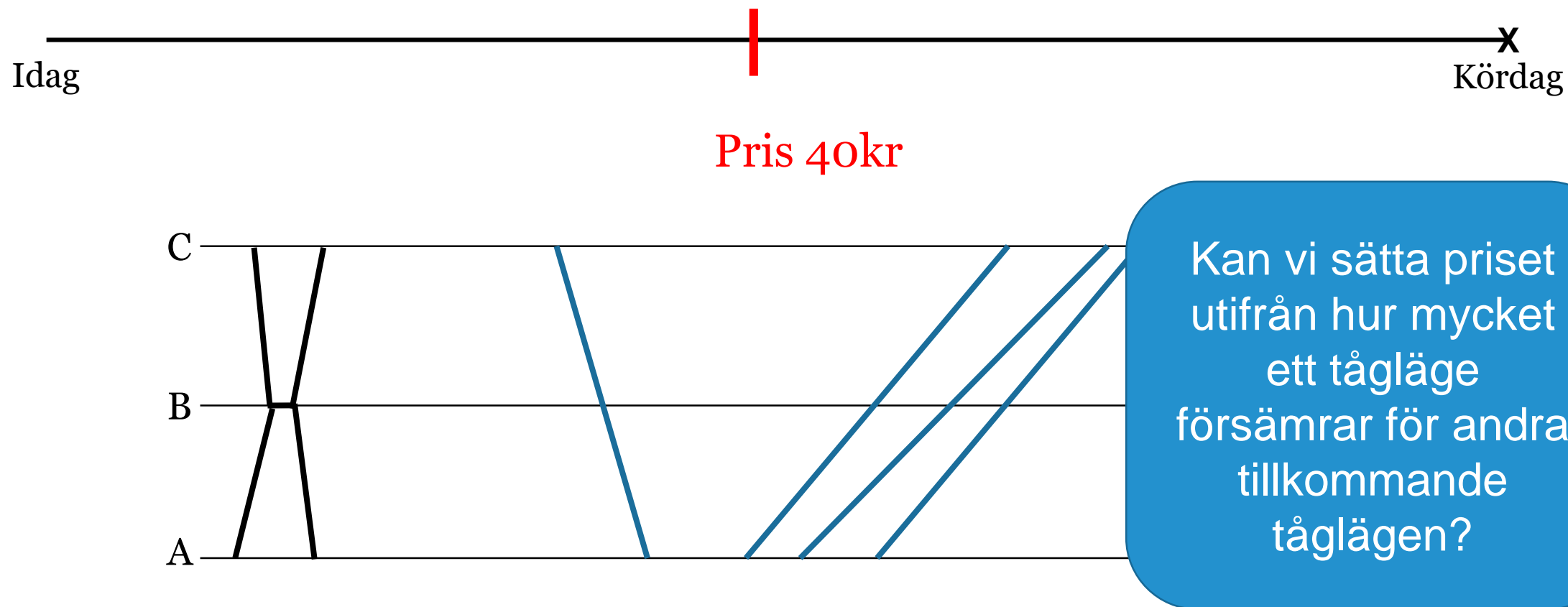
Kan det bli mer effektivt?



Kan det bli mer effektivt?



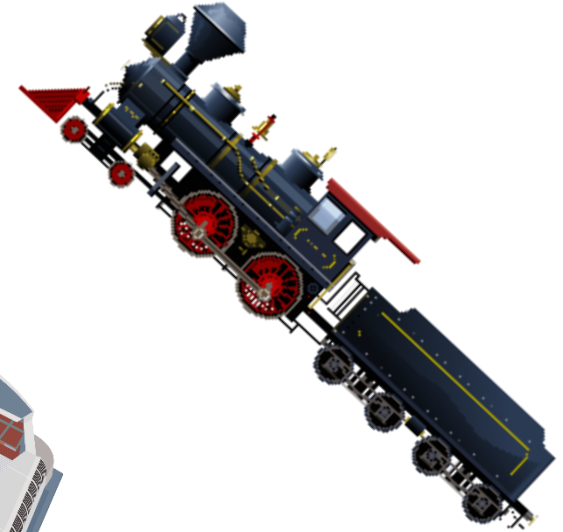
Kan det bli mer effektivt?



Dynamisk prissättning

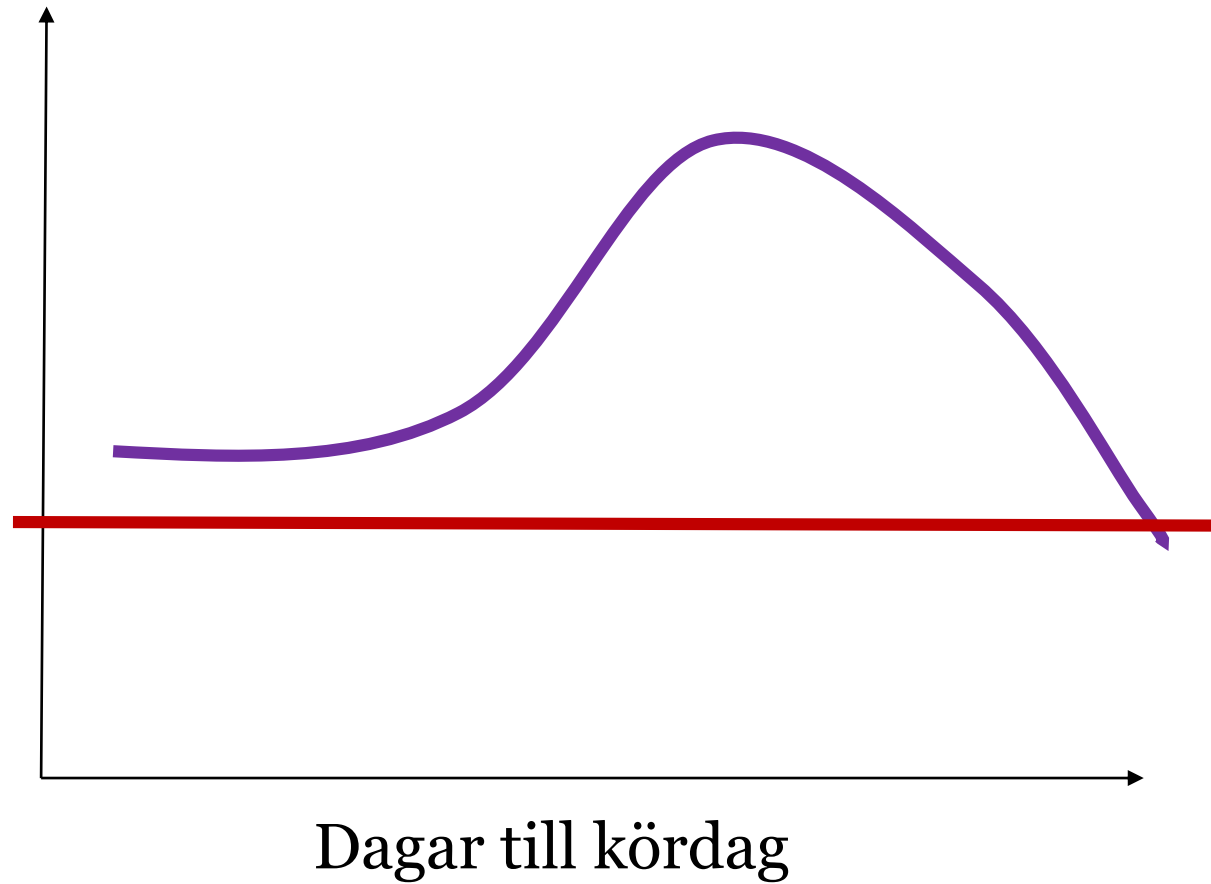


Dynamisk prissättning



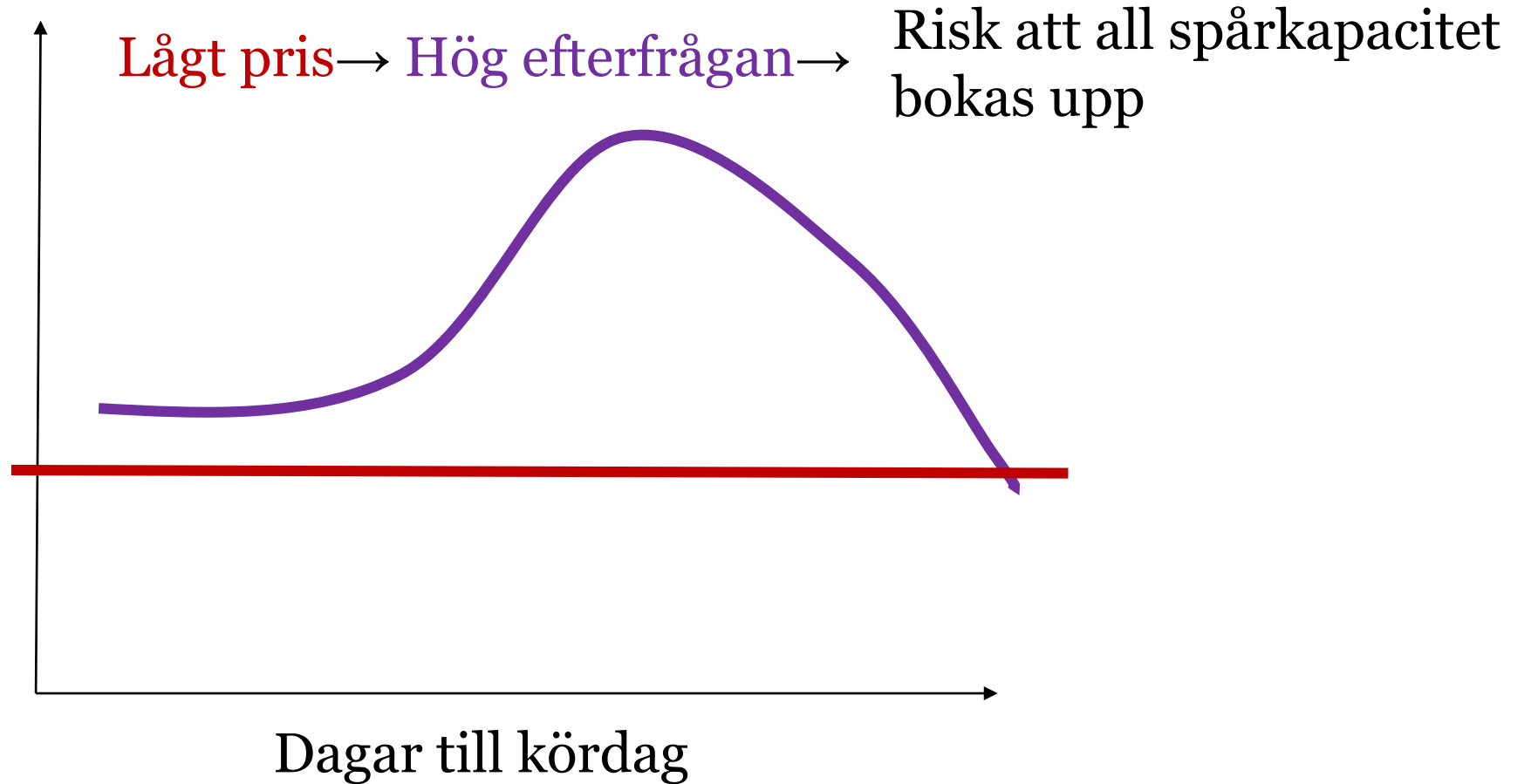
Varför dynamisk prissättning?

Efterfrågan
/ Pris idag



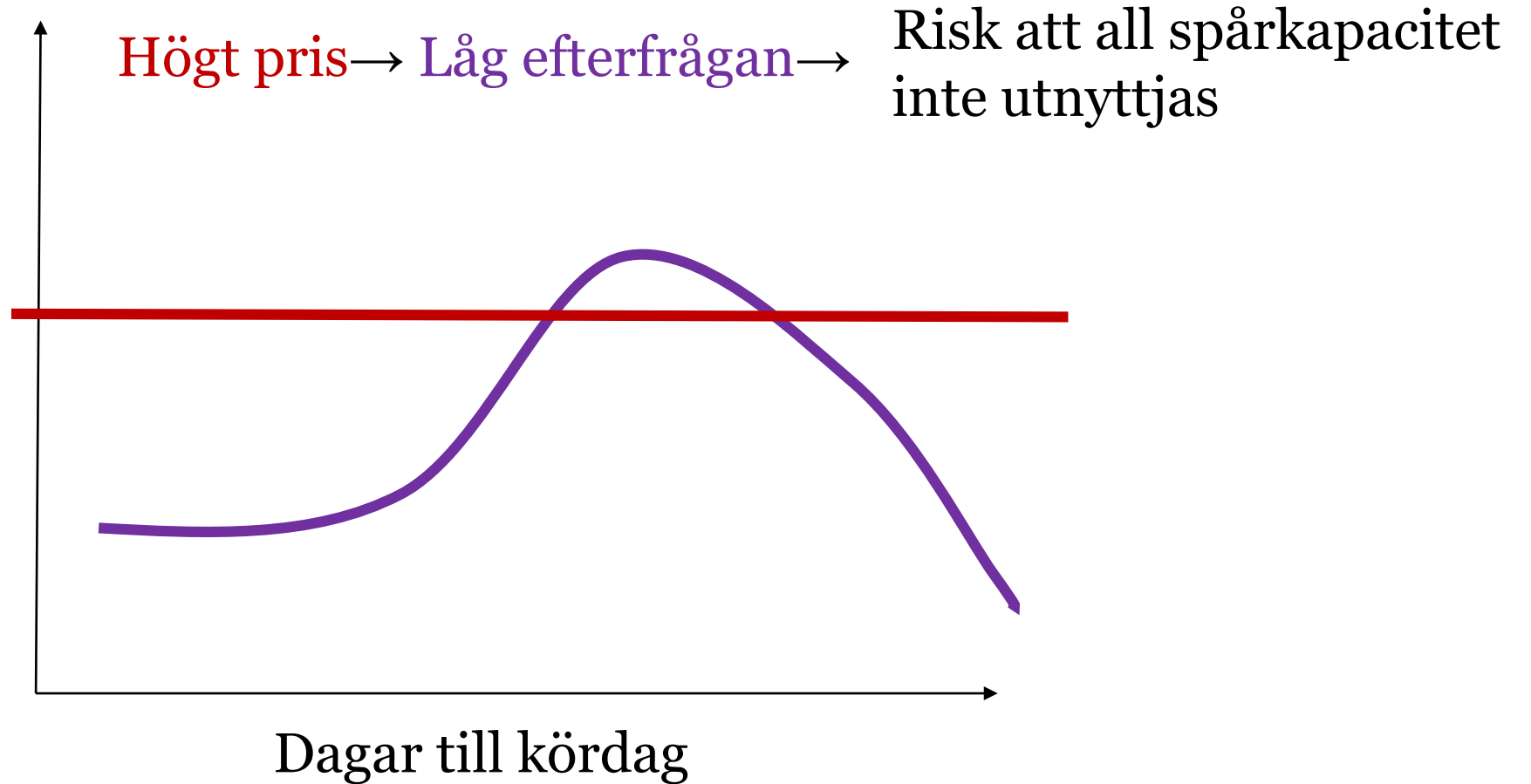
Varför dynamisk prissättning?

Efterfrågan
/ Pris idag



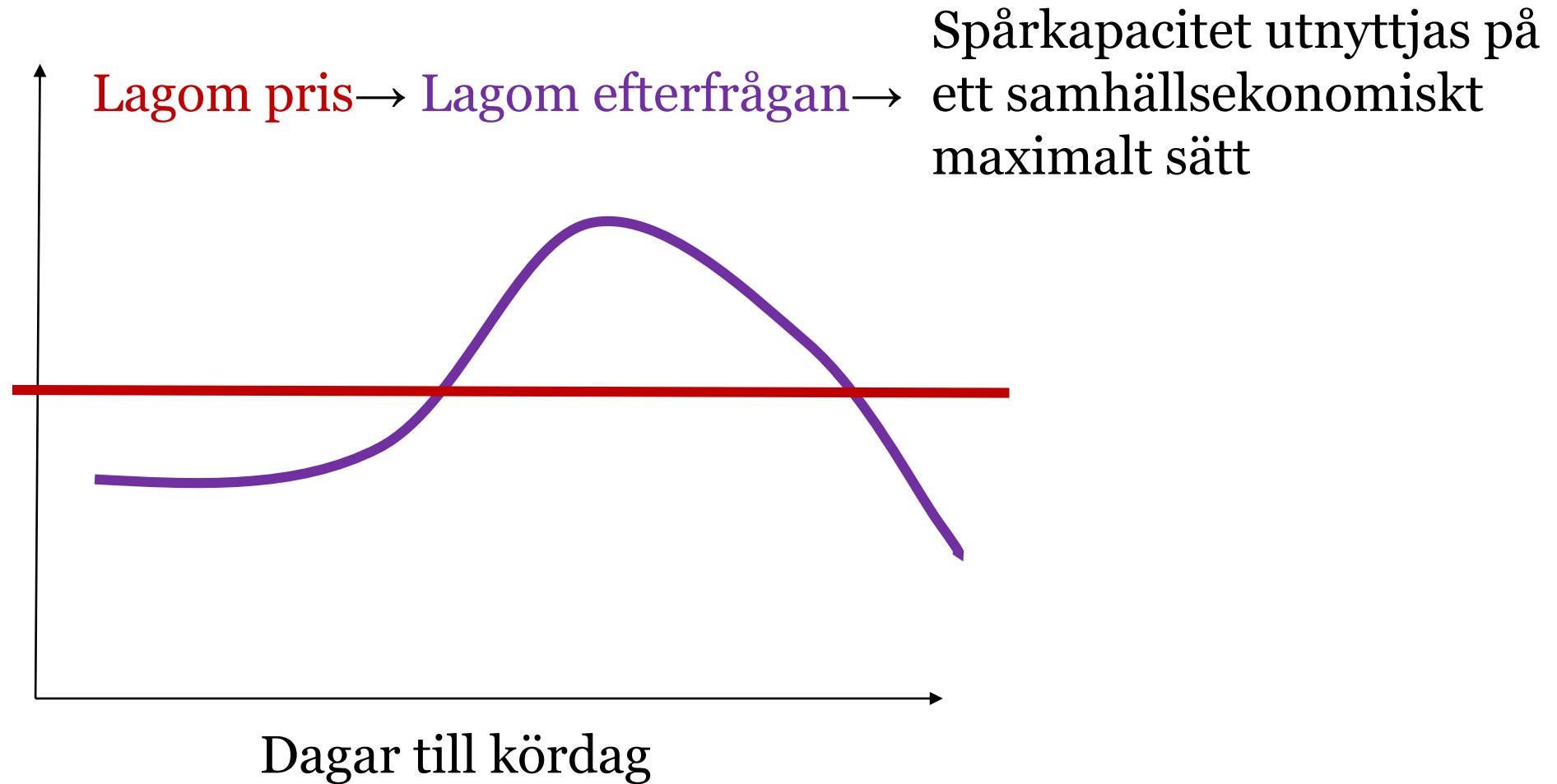
Varför dynamisk prissättning?

Efterfrågan
/ Pris idag



Varför dynamisk prissättning?

Efterfrågan
/ Pris idag



Varför dynamisk prissättning?



Varför dynamisk prissättning?

Efterfrågan
/ Pris idag

Lagom pris → Lagom efterfrågan →
?

Spårkapacitet utnyttjas på
ett samhällsekonomiskt
maximalt sätt

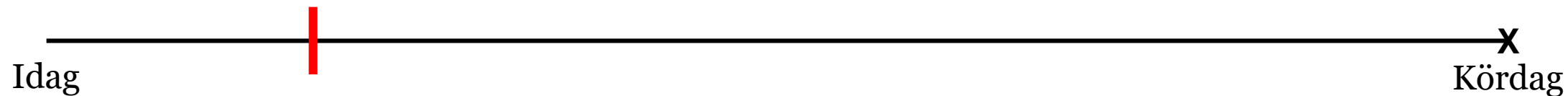
Därav Dynamisk
prissättning

Varje dag uppdateras priset
givet den information vi har
om tillgänglig spårkapacitet
och efterfrågan.

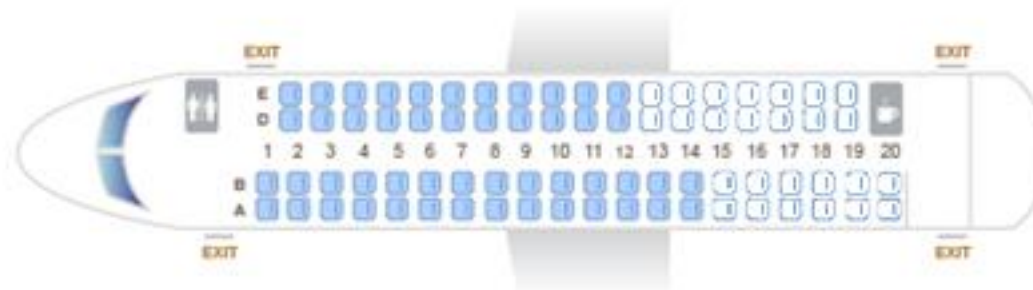
Varför dynamisk prissättning?

- Uppmuntrar att ansöka om avtalstider under mindre trafikerade tider.
- Uppmuntrar till ett mer effektivt kapacitetsutnyttjande.
- Kan transparent ta hänsyn till framtida ansökningar.
- Marknadsvärdet av spårkapacitet uppdagas.
- Tågtidtabellen blir transparent, flexibel och rättvis.

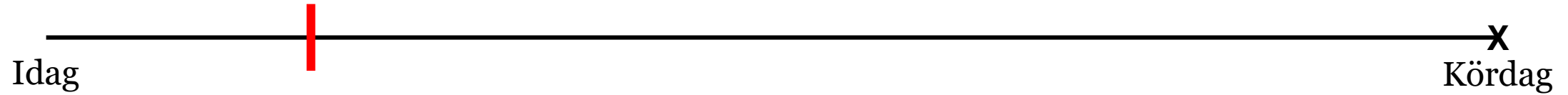
Varför dynamisk prissättning?



Ex. flygstolar

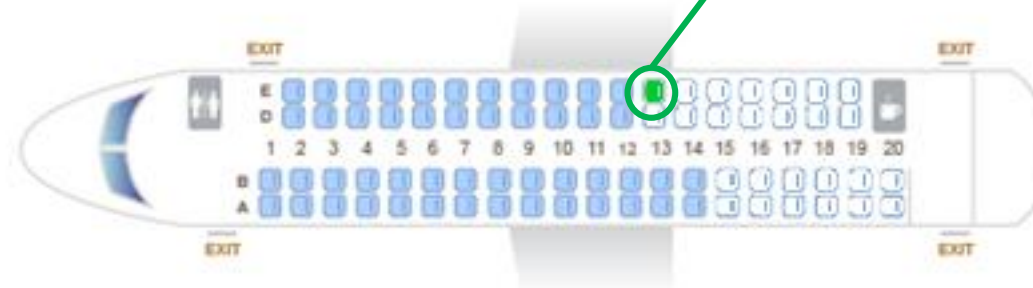


Varför dynamisk prissättning?

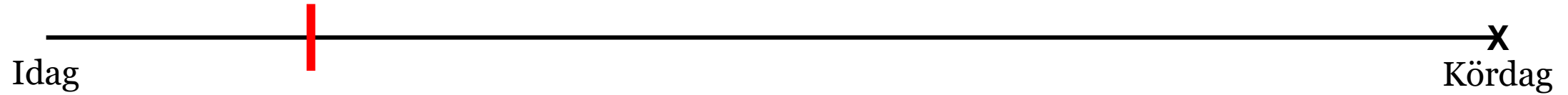


Ex. flygstolar

Undersöker pris till denna plats.

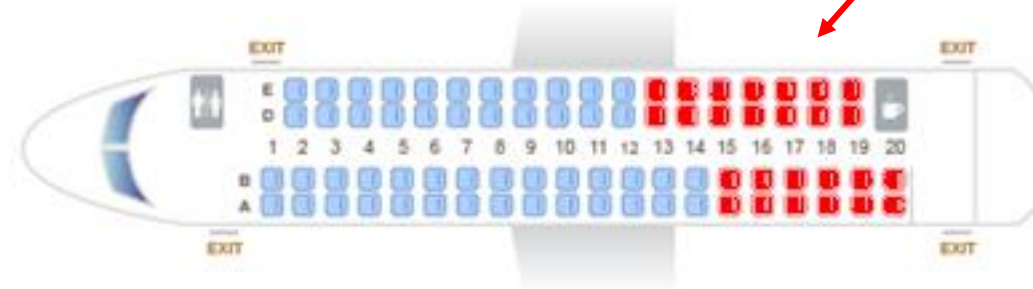


Varför dynamisk prissättning?

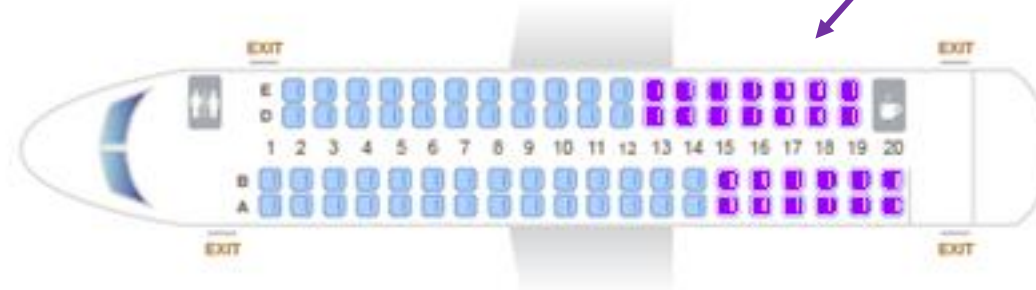


Ex. flygstolar

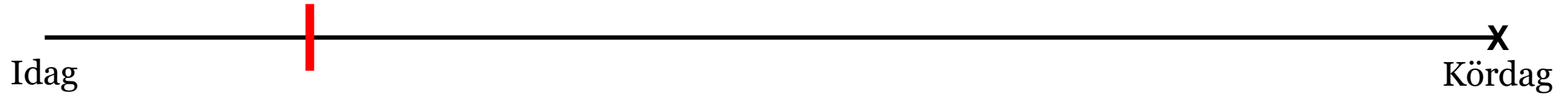
Vad är utbudet? – Antal ej sålda platser



Varför dynamisk prissättning?



Varför dynamisk prissättning?

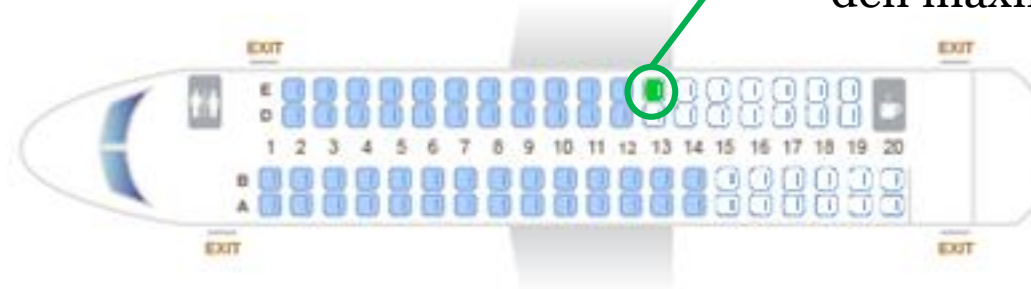


Ex. flygstolar

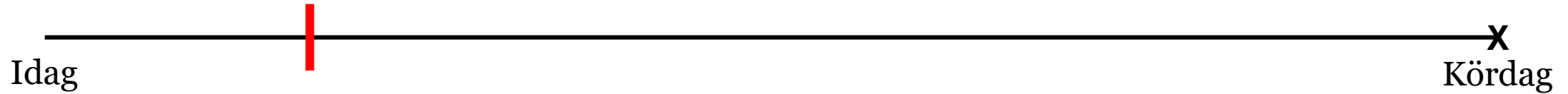
Vi vet

- Framtida betalningsvilja och pris.
- Hur mycket vi kan sälja idag.

Vad ska priset vara för att vi ska få den maximala vinsten?



Varför dynamisk prissättning?

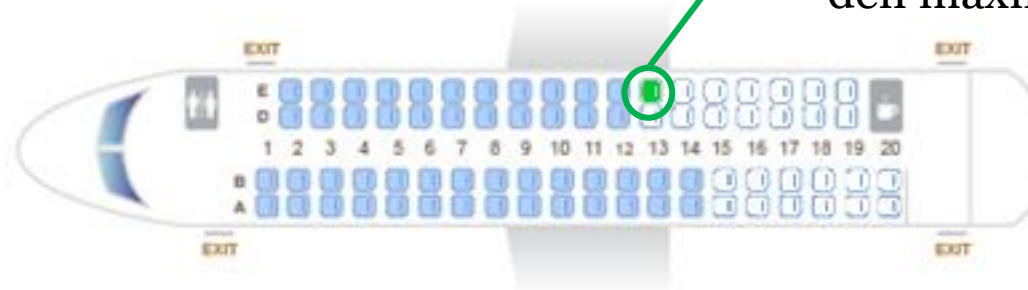


Ex. flygstolar

Vi vet

- Framtida betalningsvilja och pris.
- Hur mycket vi kan sälja idag.

Vad ska priset vara för att vi ska få den maximala vinsten?



Priset sätts baserat på:

- Utbud
- Efterfrågan idag
- Framtida efterfrågan

Dynamisk prissättning

$$V_t(x_t) = \max_{p_t} \left(\underbrace{f_t * E[\min(D, x_t)]}_{\text{Förväntad intäkt idag}} + \underbrace{E[V_{t-1}(x_t - D)]}_{\text{Förväntade framtida intäkter}} \right)$$

Vi vill veta:

x_t – Hur vi ska tolka utbudet.

D_t – Hur ska vi tolka efterfrågan.

p_D – Hur vi ska tolka fördelningen till D_t

Beror på:

- f_t - Vi antar att vi har denna relation.
- t - Behöver finna denna relation.

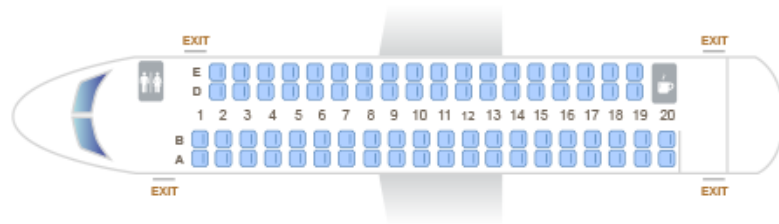
Vad ska maximeras?

Nomenklatur

- t – tid kvar till kördag
- f_t - pris tiden t
- $D_t = D_t(f_t, \xi_t)$ – stokastisk variabel (efterfrågan)
 - ξ_t - standardavvikelsen tiden t
- x_t - utbud tiden t
- $V_t(x_t)$ – intäkter från och med tiden t till kördagen
- $E[X] = \sum_{x=0}^{\infty} x p_x$ - väntevärdet

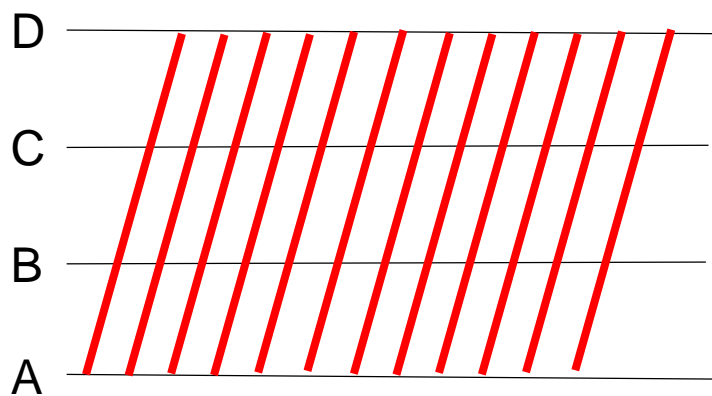
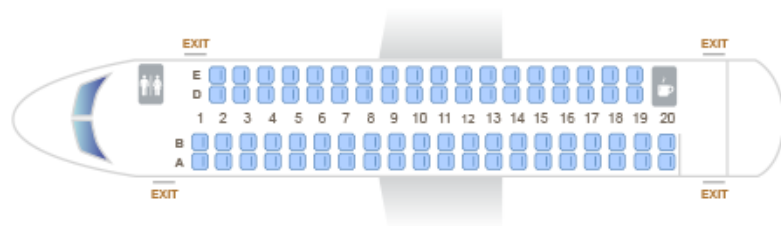
Utbud och efterfrågan

Standardfall



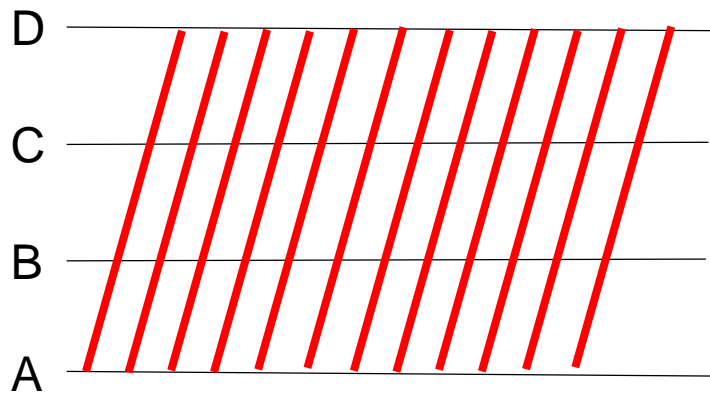
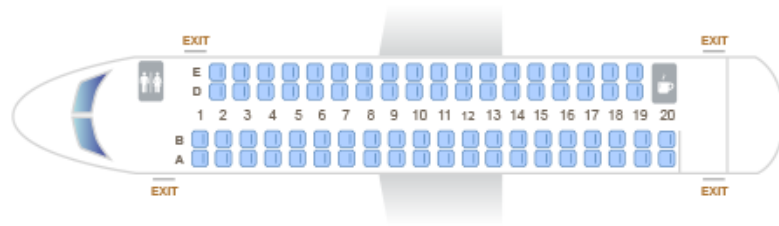
Utbud och efterfrågan

Standardfall

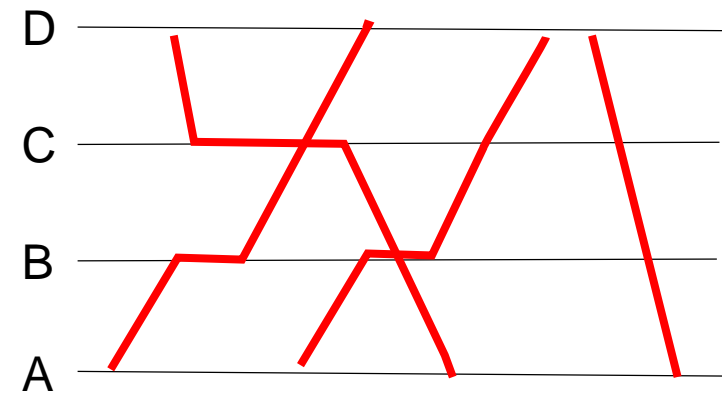


Utbud och efterfrågan

Standardfall

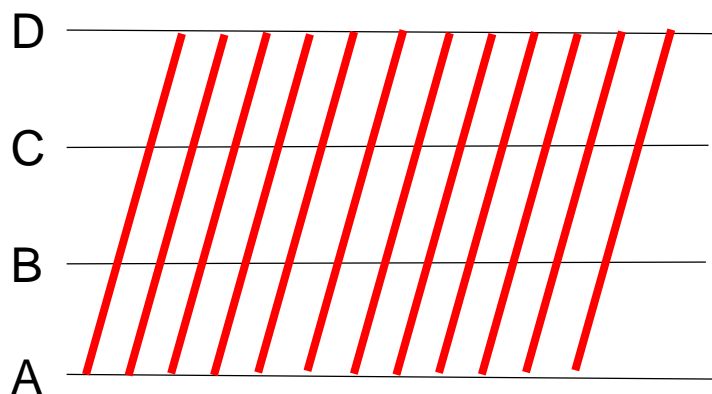
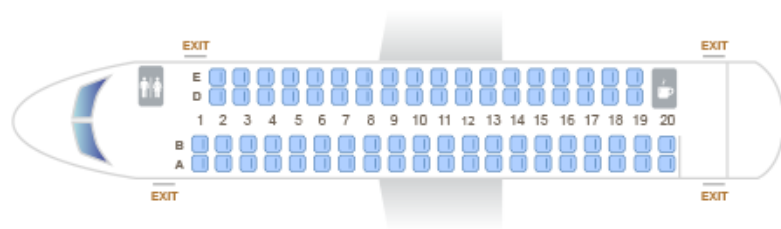


Tågtidtabelläggningsfall

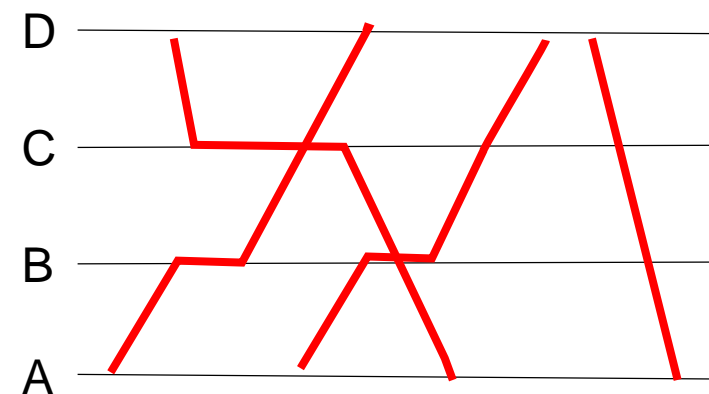
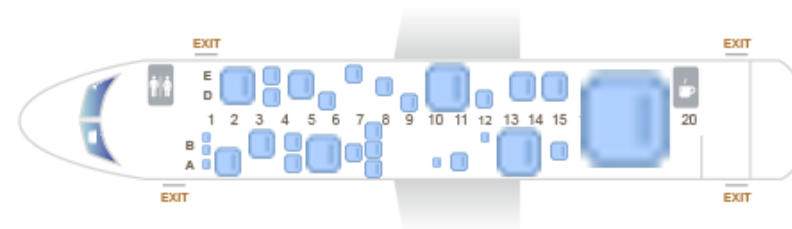


Utbud och efterfrågan

Standardfall

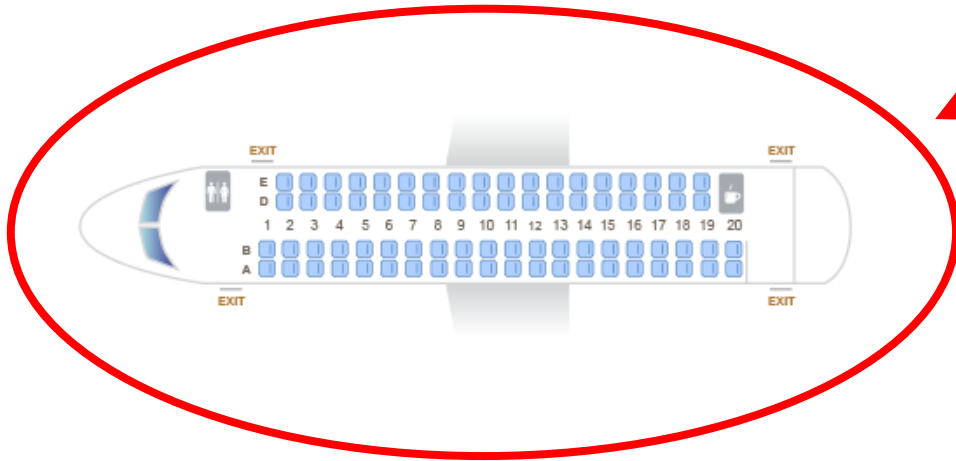


Tågtidtabellägningsfall

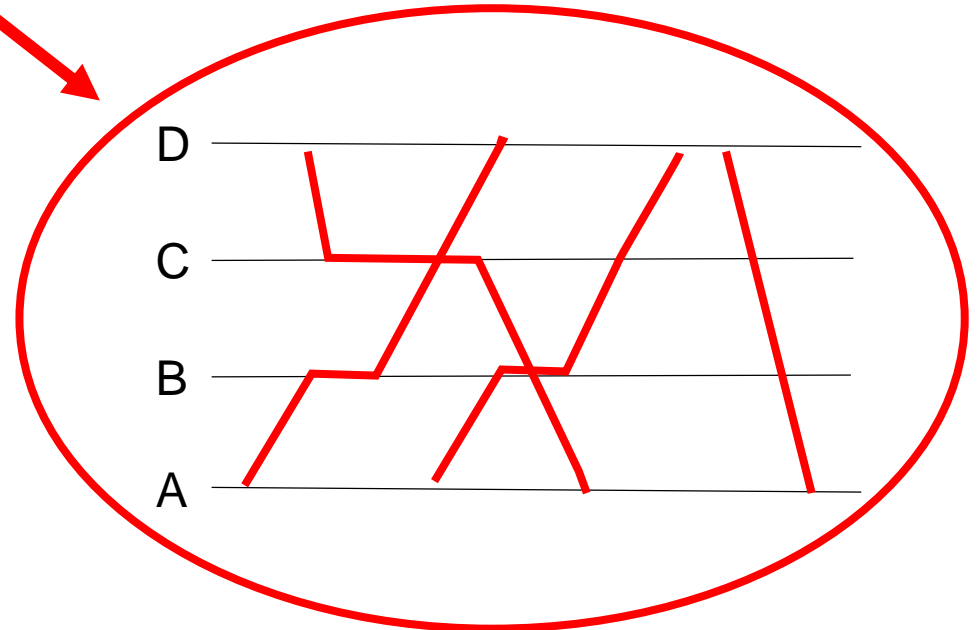
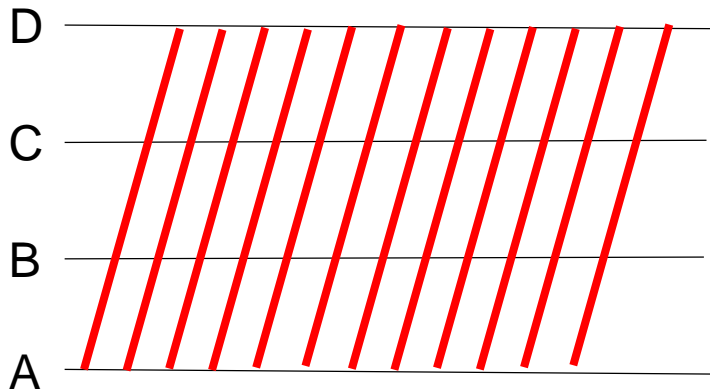
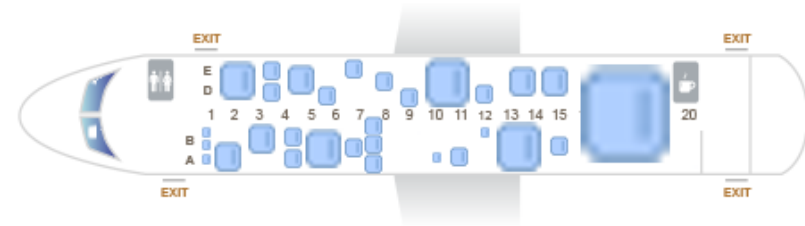


Utbud och efterfrågan

Standardfall



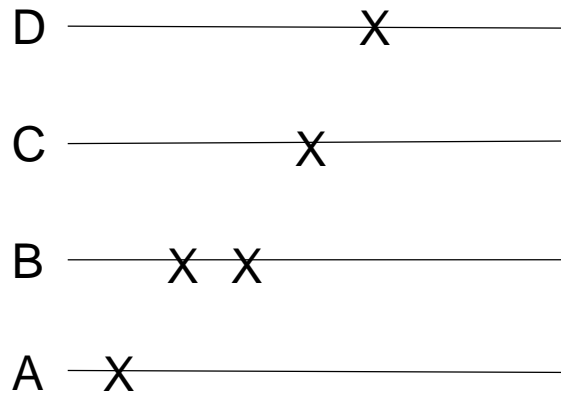
Tågtidtabellägningsfall



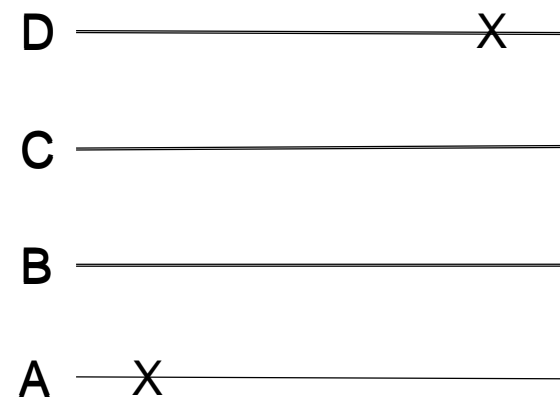
Avtalstider

Vi använder oss av avtalstider istället för tåglägen

Tågläge



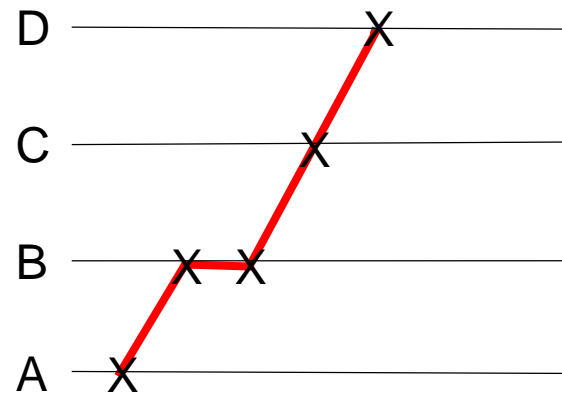
Avtalstider



Avtalstider

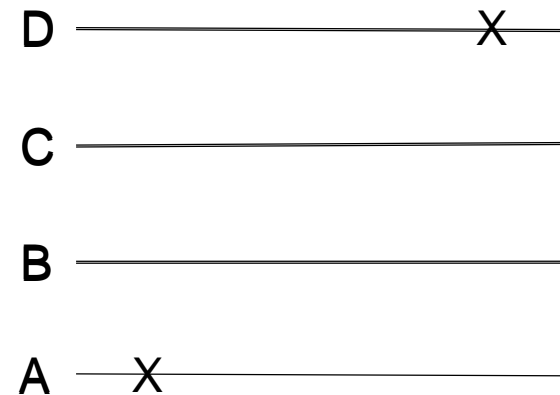
Vi använder oss av avtalstider istället för tåglägen

Tågläge



En valmöjlighet vid
tidtabellsplaneringen

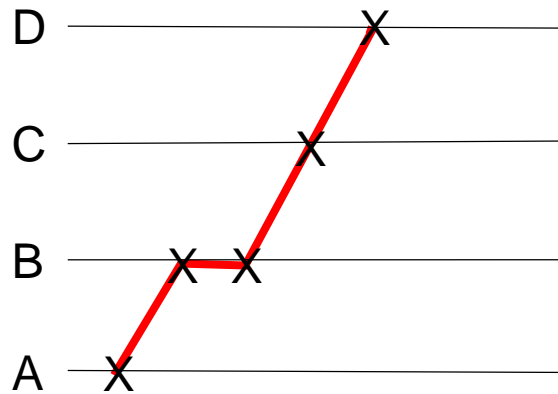
Avtalstider



Avtalstider

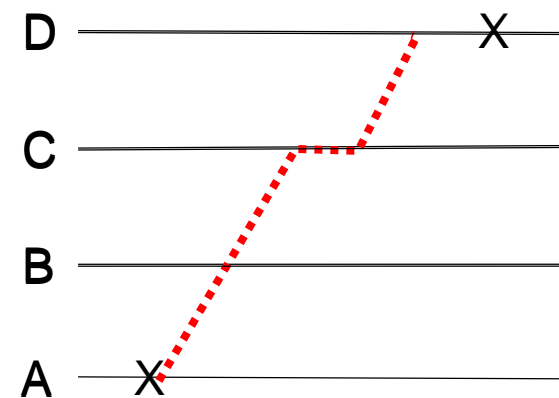
Vi använder oss av avtalstider istället för tåglägen

Tågläge



En valmöjlighet vid
tidtabellsplaneringen

Avtalstider

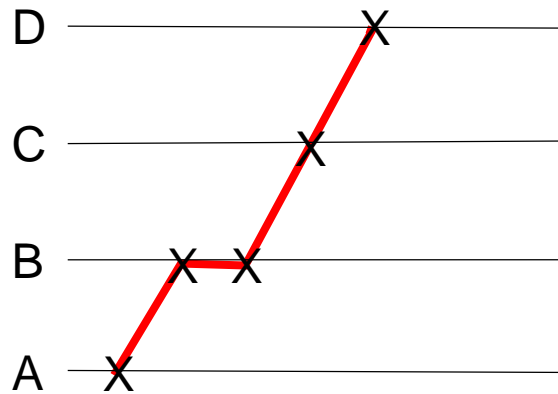


Ett antal valmöjligheter
vid tidtabellsplaneringen

Avtalstider

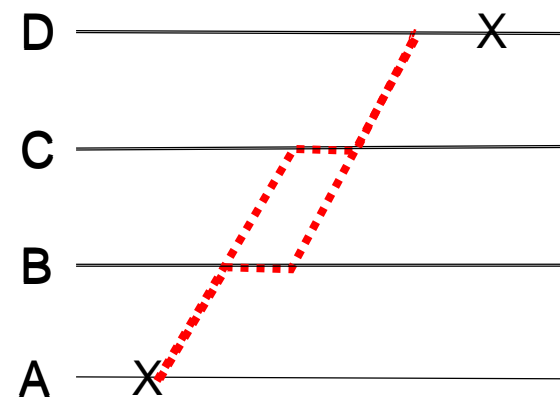
Vi använder oss av avtalstider istället för tåglägen

Tågläge



En valmöjlighet vid
tidtabellsplaneringen

Avtalstider

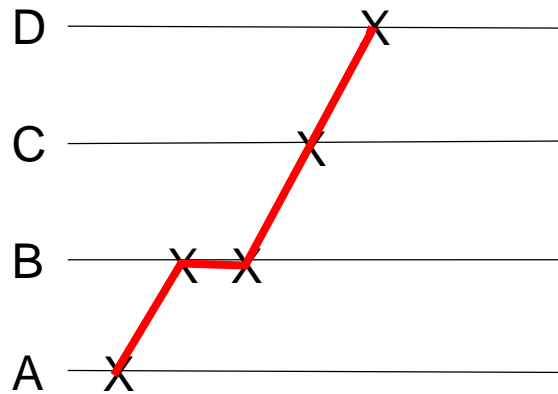


Ett antal valmöjligheter
vid tidtabellsplaneringen

Avtalstider

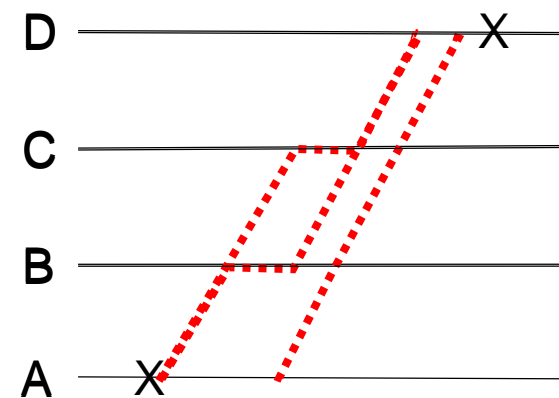
Vi använder oss av avtalstider istället för tåglägen

Tågläge



En valmöjlighet vid tidtabellsplaneringen

Avtalstider



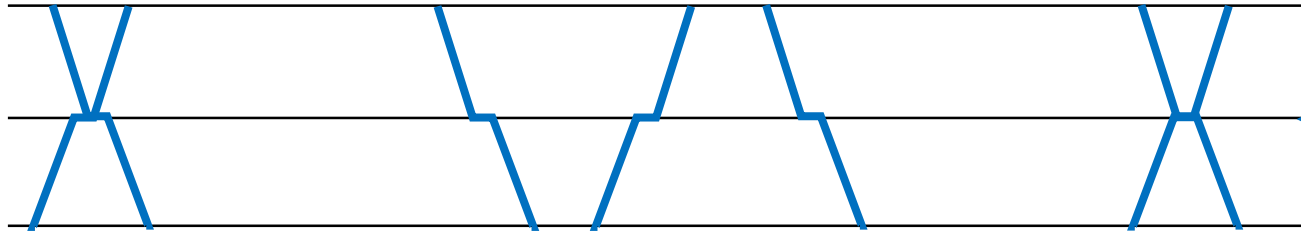
Ett antal valmöjligheter vid tidtabellsplaneringen

Dynamisk prissättningsprocess

Initialvärde:

- Infrastruktur
- Redan planerade avtalstider

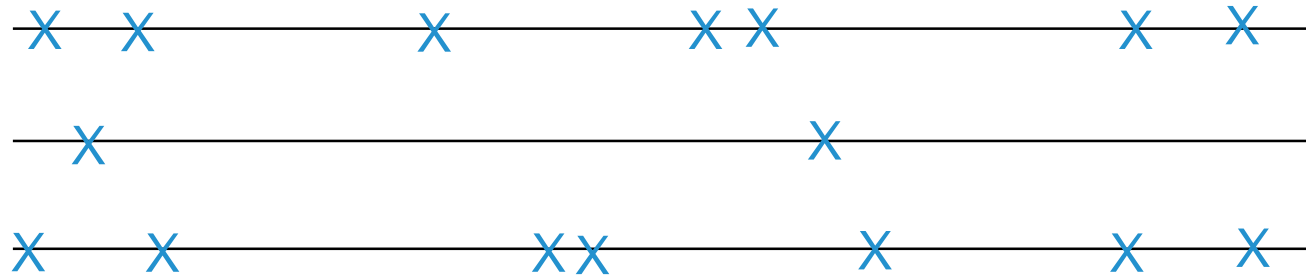
Vi visualiserar med
tåglägen



Dynamisk prissättningsprocess

Initialvärde:

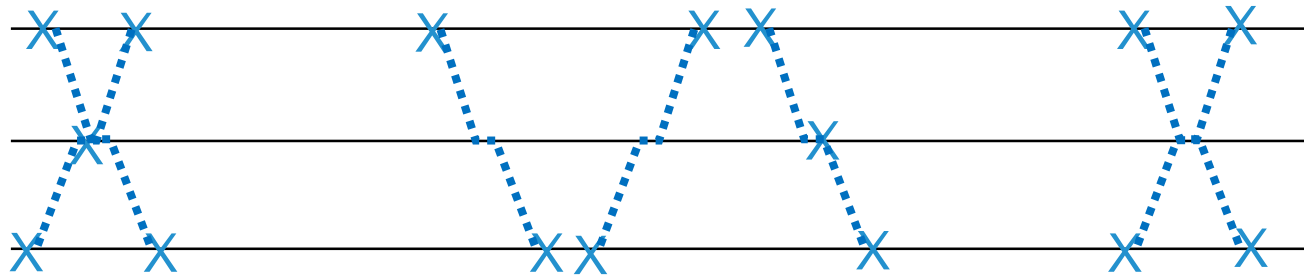
- Infrastruktur
- Redan planerade avtalstider



Dynamisk prissättningsprocess

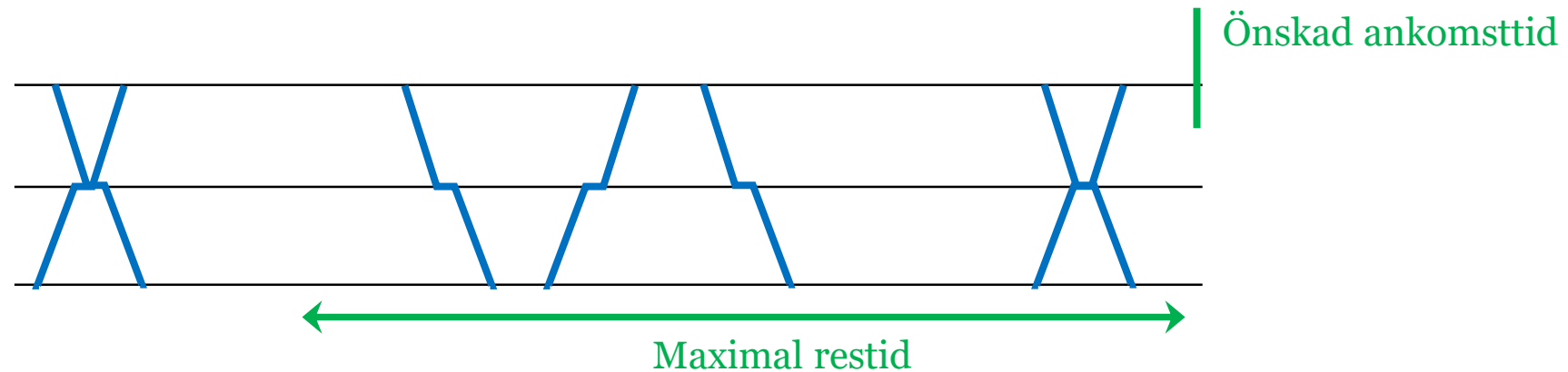
Initialvärde:

- Infrastruktur
- Redan planerade avtalstider



Dynamisk prissättningsprocess

- Operatören ansöker om avtalstider.



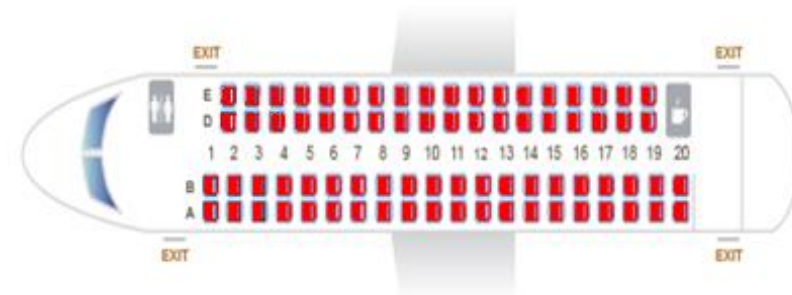
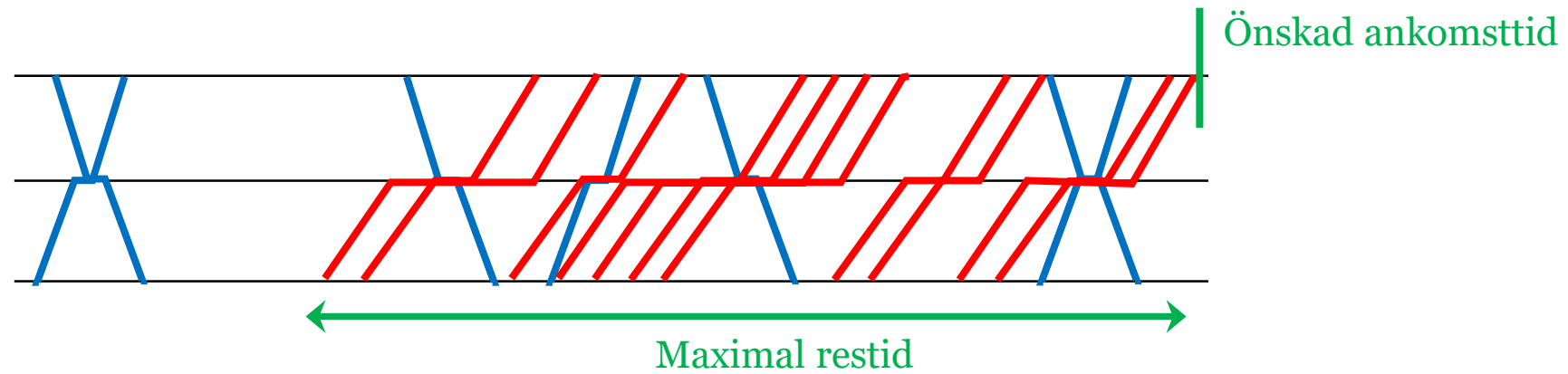
Andra möjliga krav

- Robusthet
- Vill/vill inte stanna
- Ankomst- och avgångstid
- Maximal restid
- Stopp längst rutten och deras längd



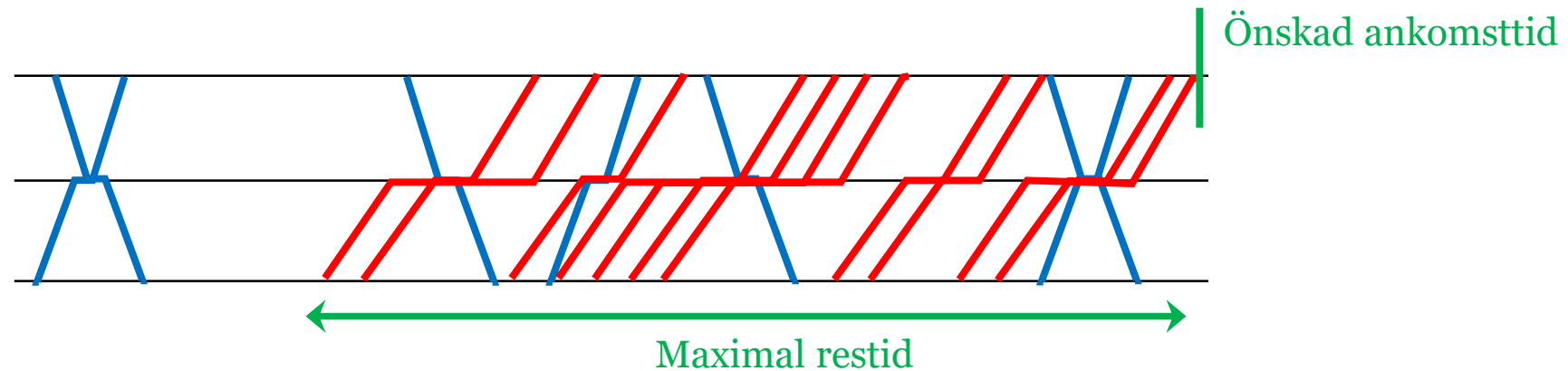
Dynamisk prissättningsprocess

- Planeraren undersöker hur många tåglägen som kan planeras på infrastrukturen.

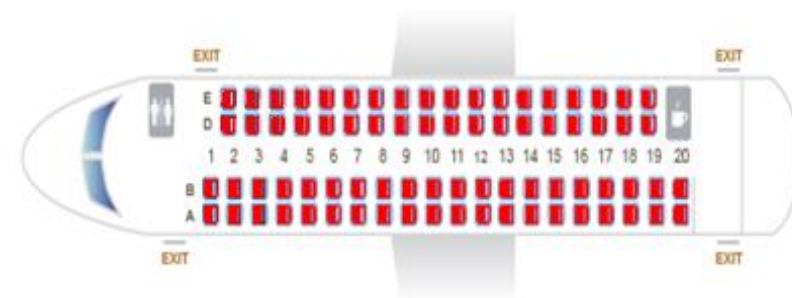


Dynamisk prissättningsprocess

- Planeraren undersöker hur många tåglägen som kan planeras på infrastrukturen.

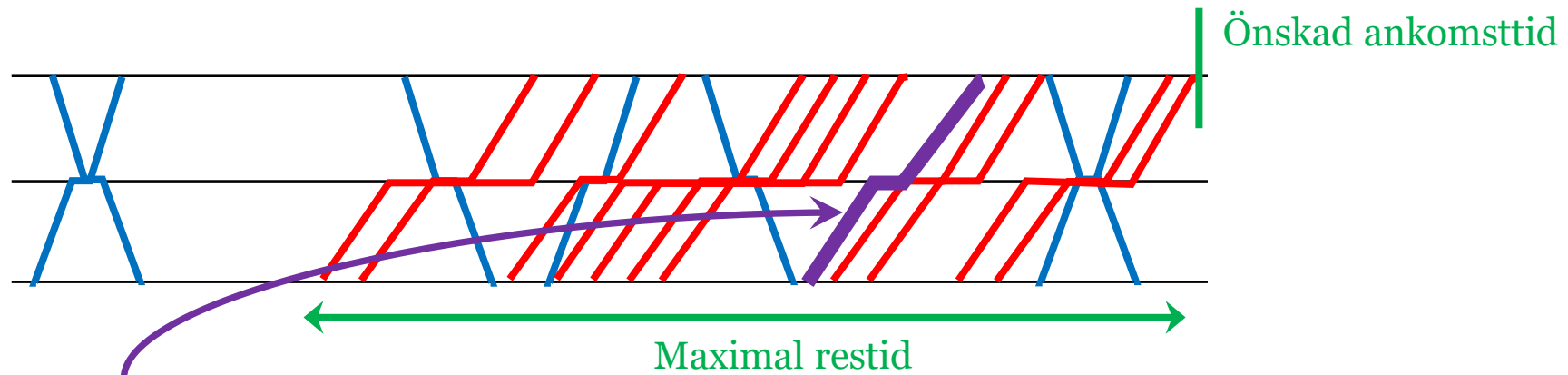


Det här är
vårt utbud

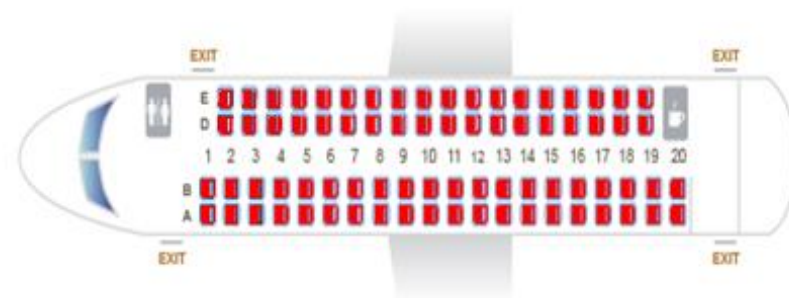


Dynamisk prissättningsprocess

- Priset sätts beroende på framtida efterfrågan

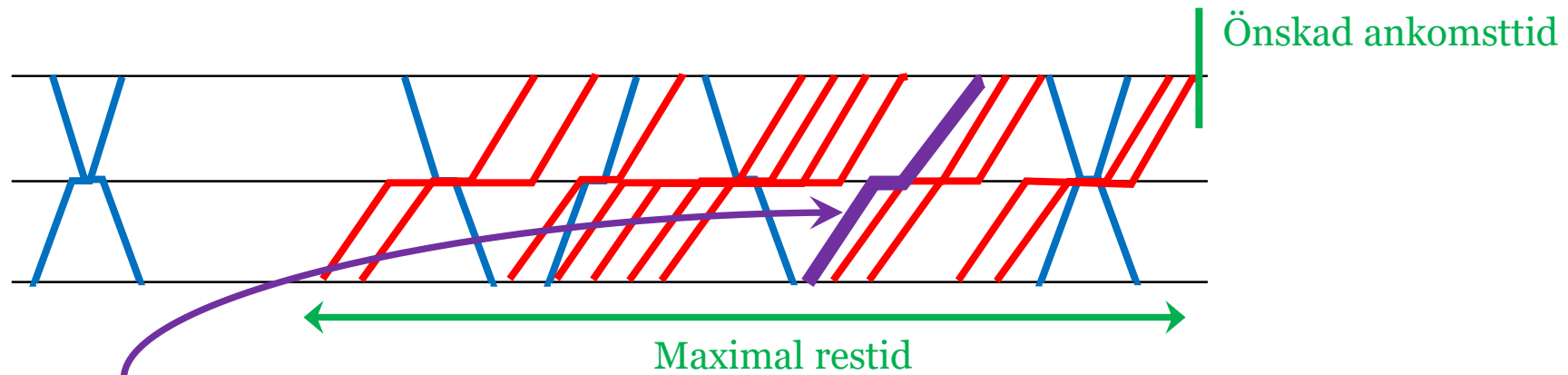


Tågläge med högt värde som sannolikt kommer ansökas i framtiden.

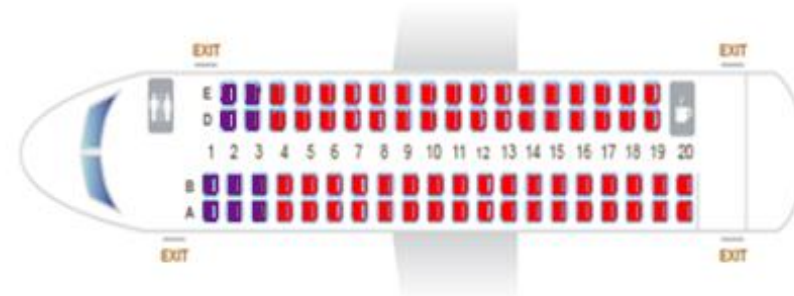


Dynamisk prissättningsprocess

- Priset sätts beroende på framtida efterfrågan

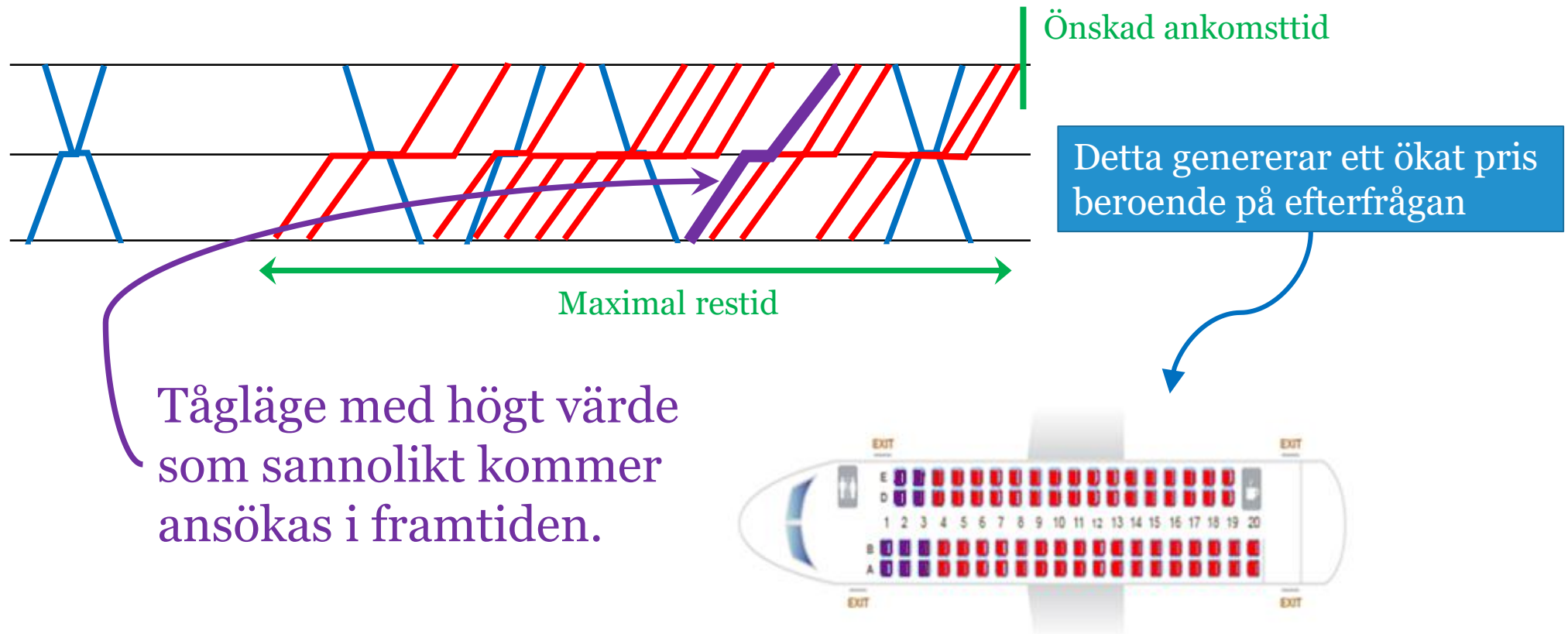


Tågläge med högt värde som sannolikt kommer ansökas i framtiden.



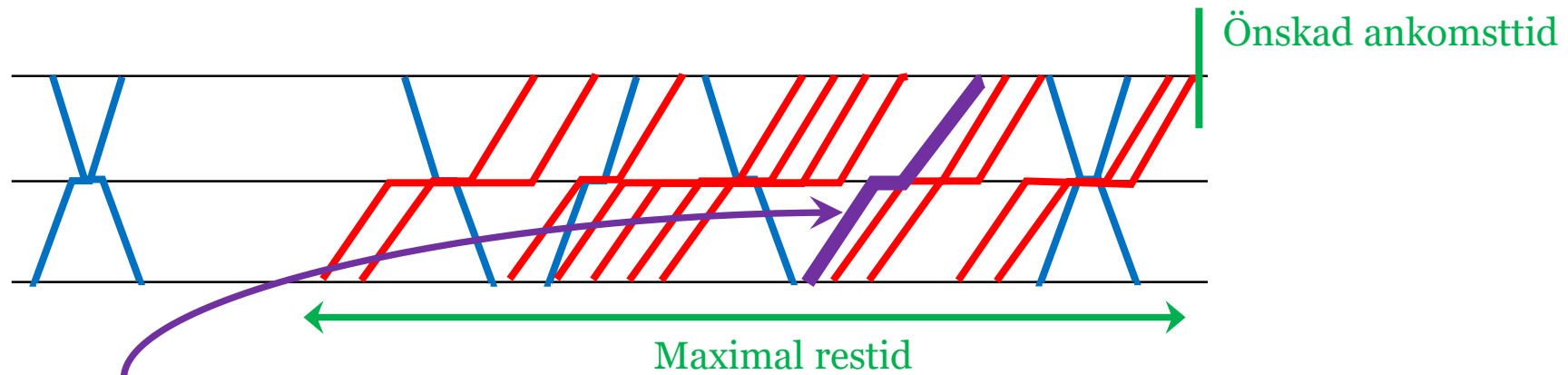
Dynamisk prissättningsprocess

- Priset sätts beroende på framtida efterfrågan



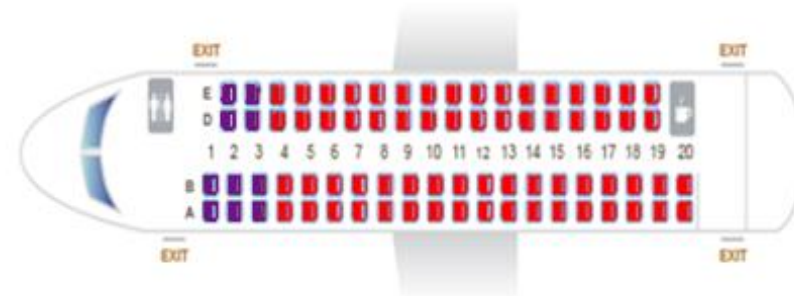
Dynamisk prissättningsprocess

- Priset sätts beroende på framtida efterfrågan

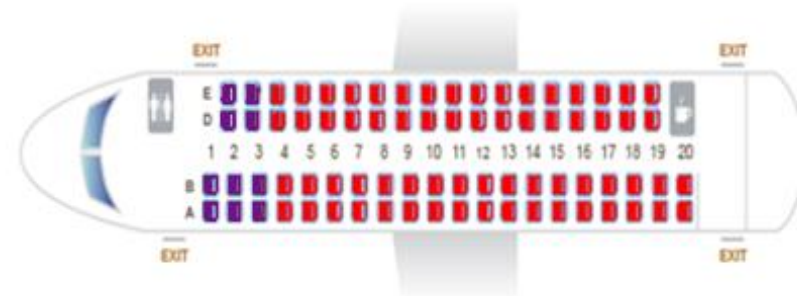
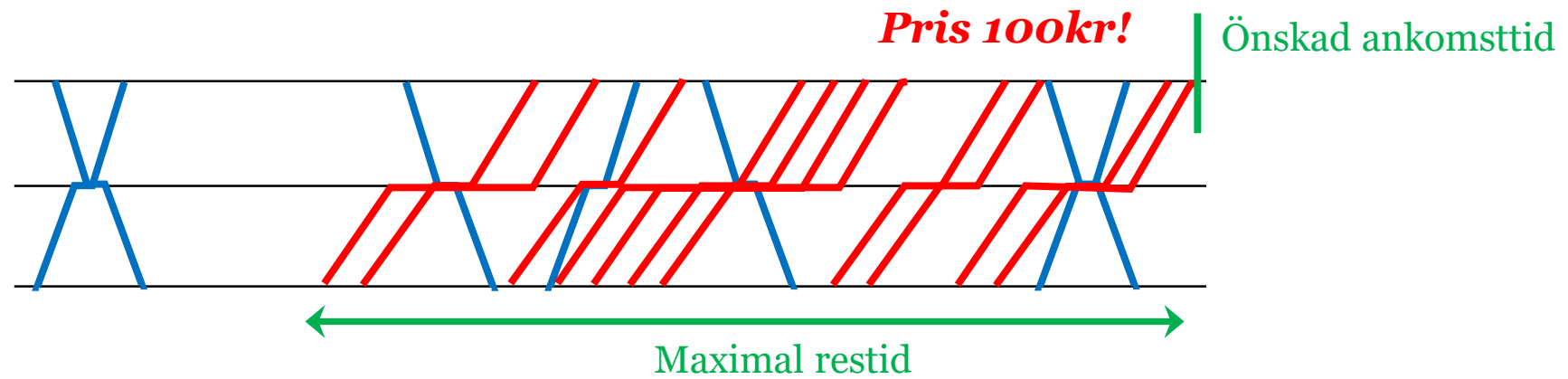


Det här är
vår
efterfrågan

Tågläge med högt värde
som sannolikt kommer
ansökas i framtiden.

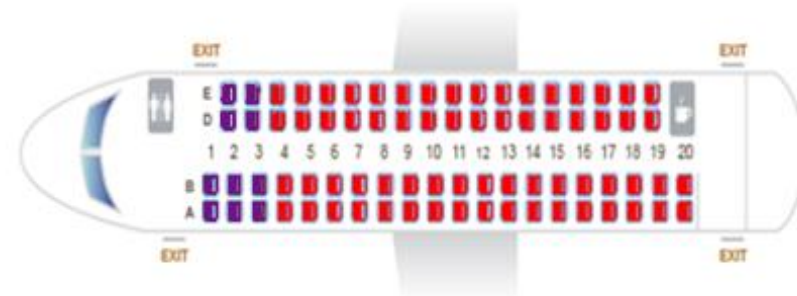
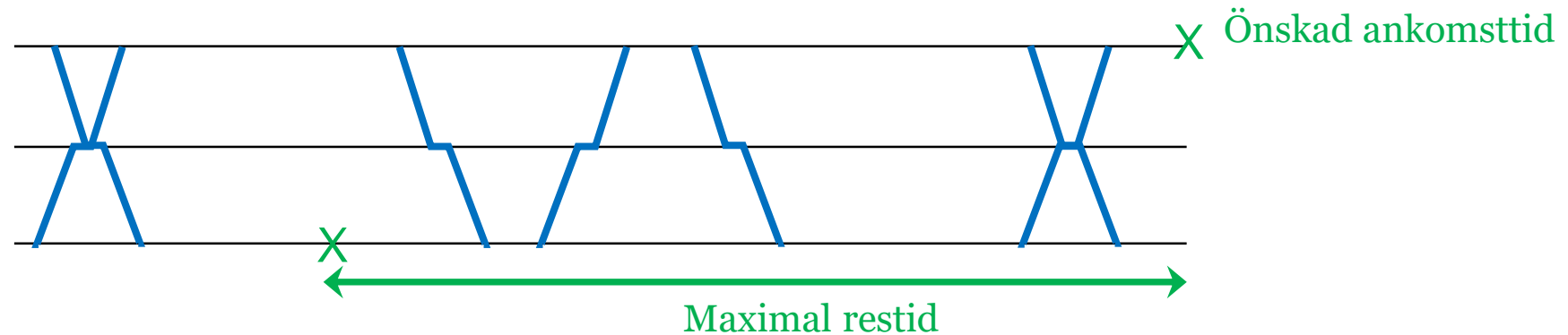


Dynamisk prissättningsprocess



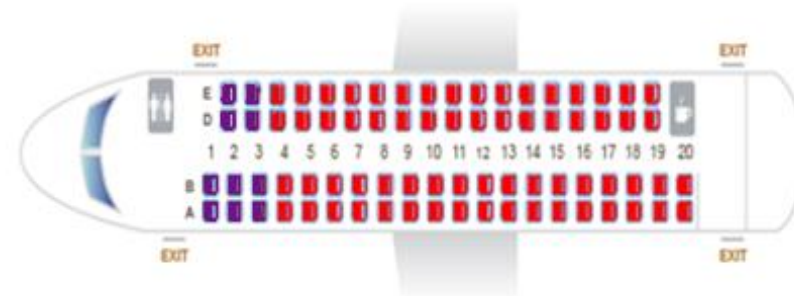
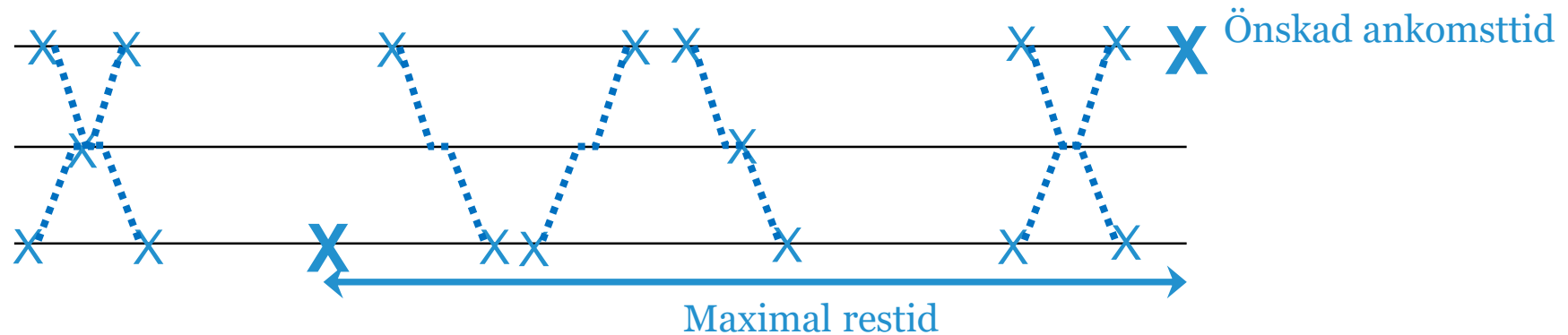
Dynamisk prissättningsprocess

- Om operatören accepterar priset, inkluderas avtalstiderna i tidtabellen.



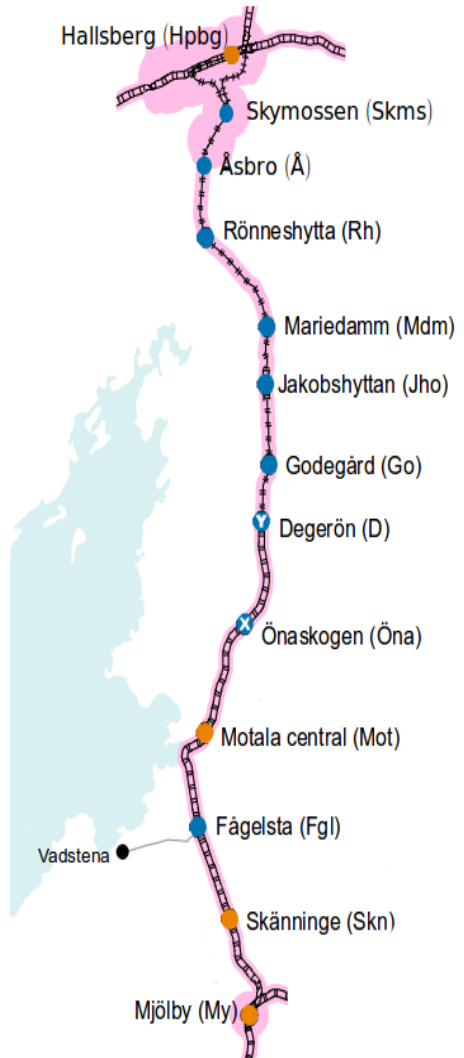
Dynamisk prissättningsprocess

- Om operatören accepterar priset, inkluderas avtalstiderna i tidtabellen.



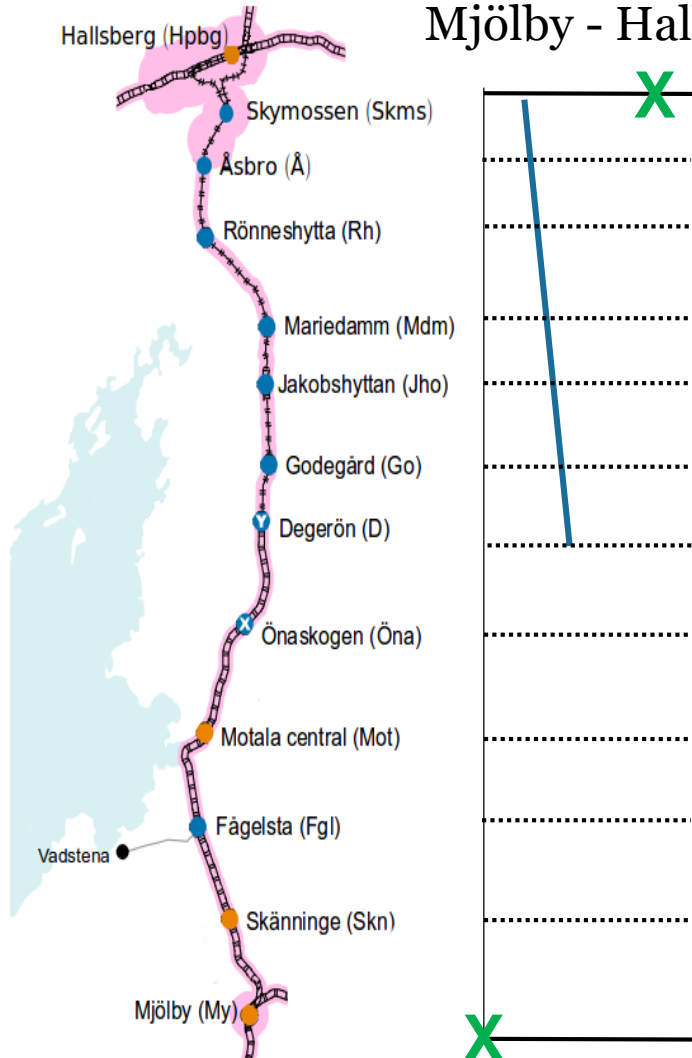
Testfall

Innan tidtabellprocessen – dela upp järnvägsnätet i mindre delar.



Testfall

Utbud Mjölby - Hallsberg

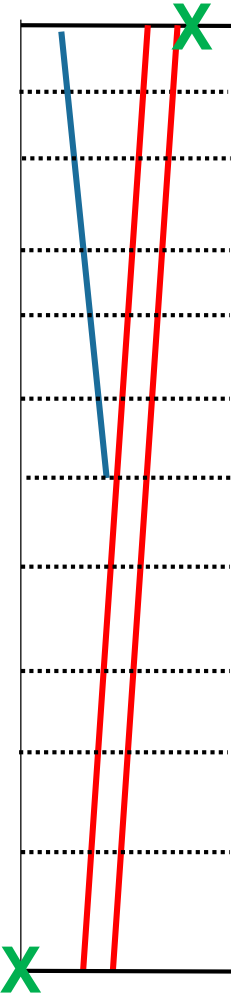


Innan tidtabellprocessen – dela upp järnvägsnätet i mindre delar.

Testfall

Utbud
Mjölby - Hallsberg

Innan tidtabellprocessen – dela upp järnvägsnätet i mindre delar.

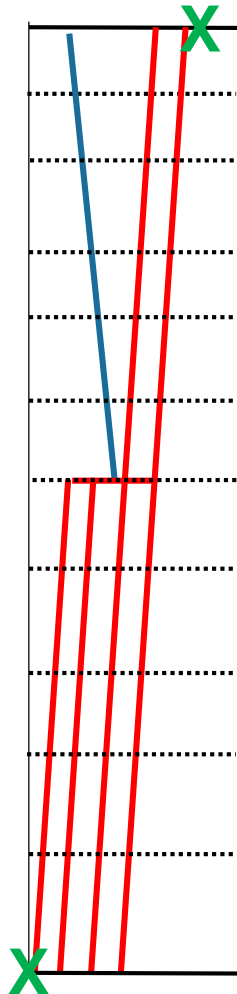
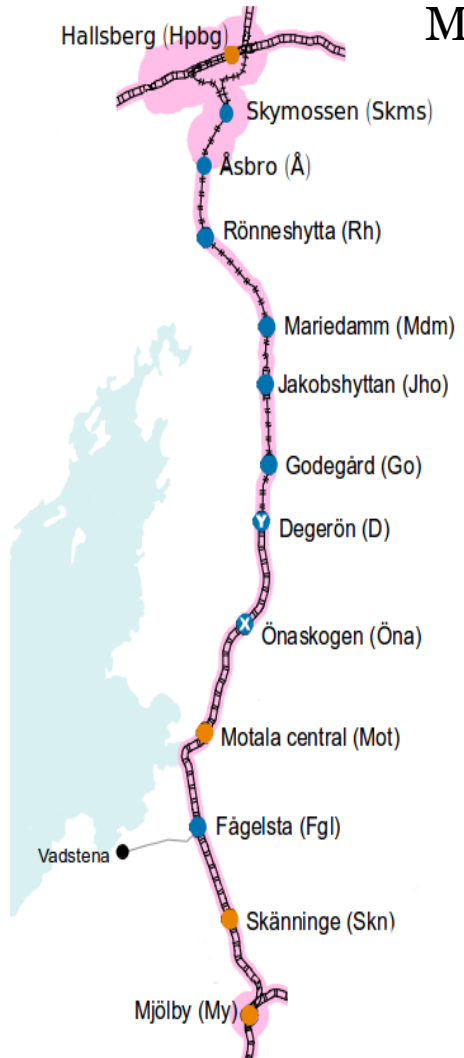


Mjölby - Hallsberg
Utbud: 2 tåglägen

Testfall

Utbud Mjölby - Hallsberg

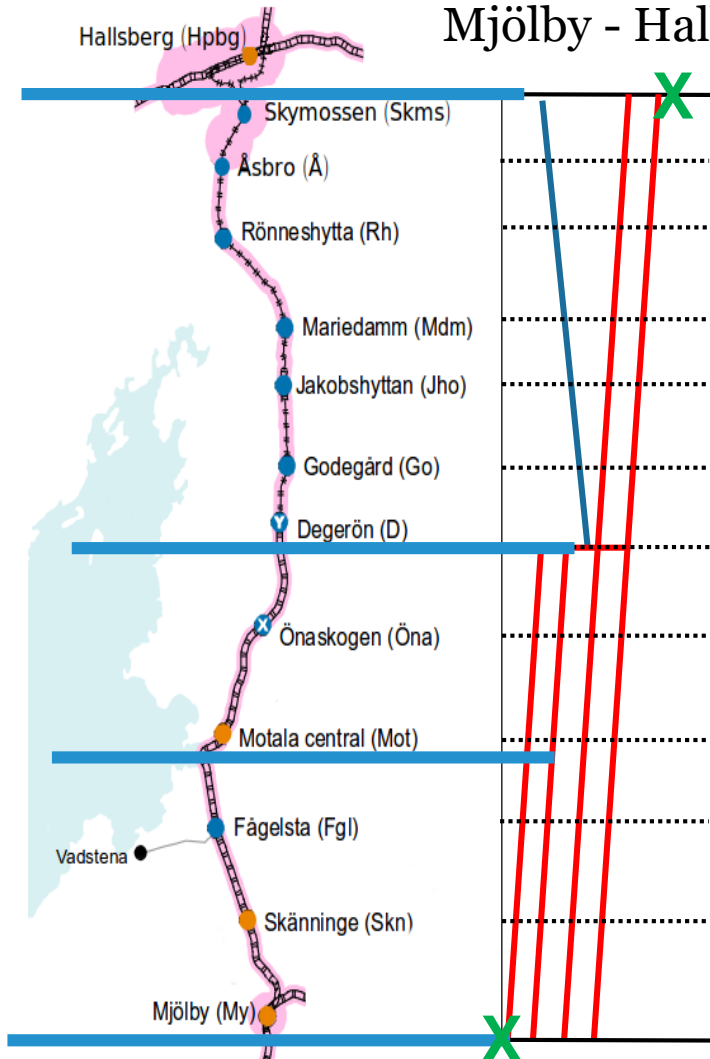
Innan tidtabellprocessen – dela upp järnvägsnätet i mindre delar.



Mjölby - Hallsberg
Utbud: 2 tåglägen

Testfall

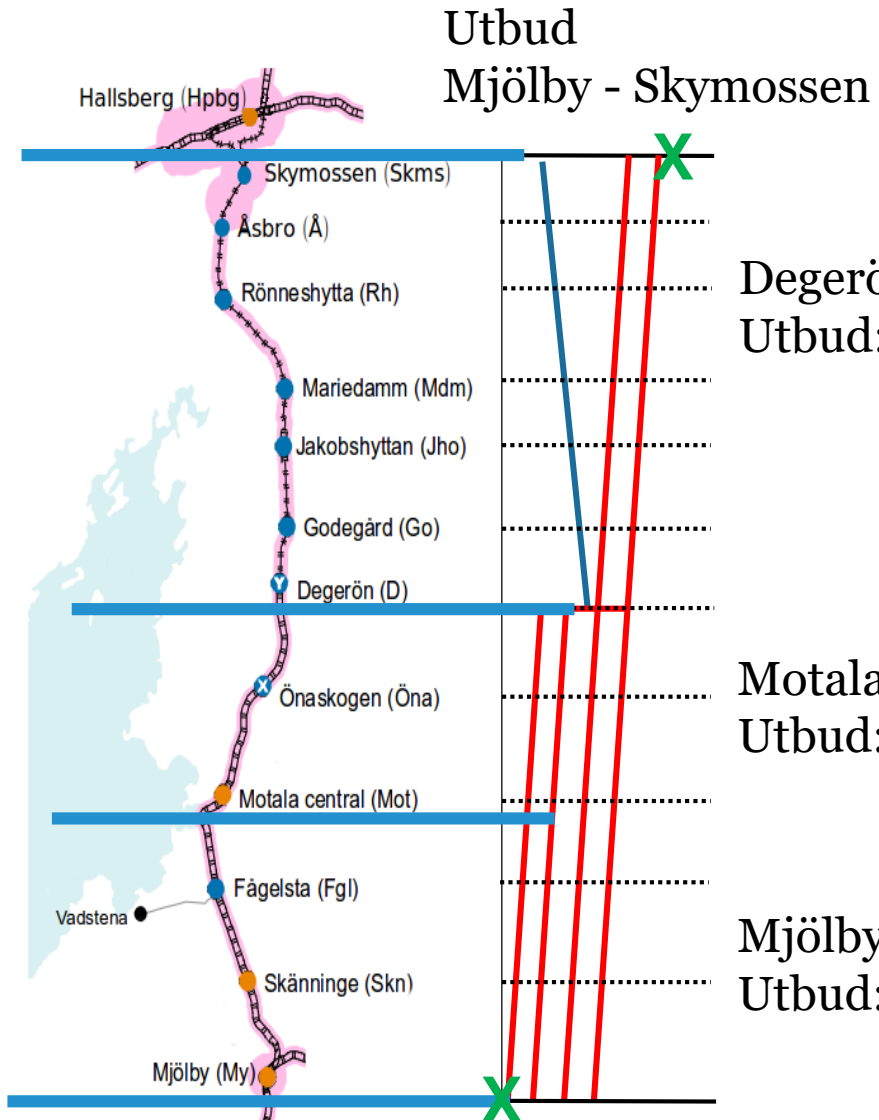
Utbud Mjölby - Hallsberg



Innan tidtabellprocessen – dela upp järnvägsnätet i mindre delar.

Mjölby - Hallsberg
Utbud: 2 tåglägen

Testfall



Innan tidtabellprocessen – dela upp järnvägsnätet i mindre delar.

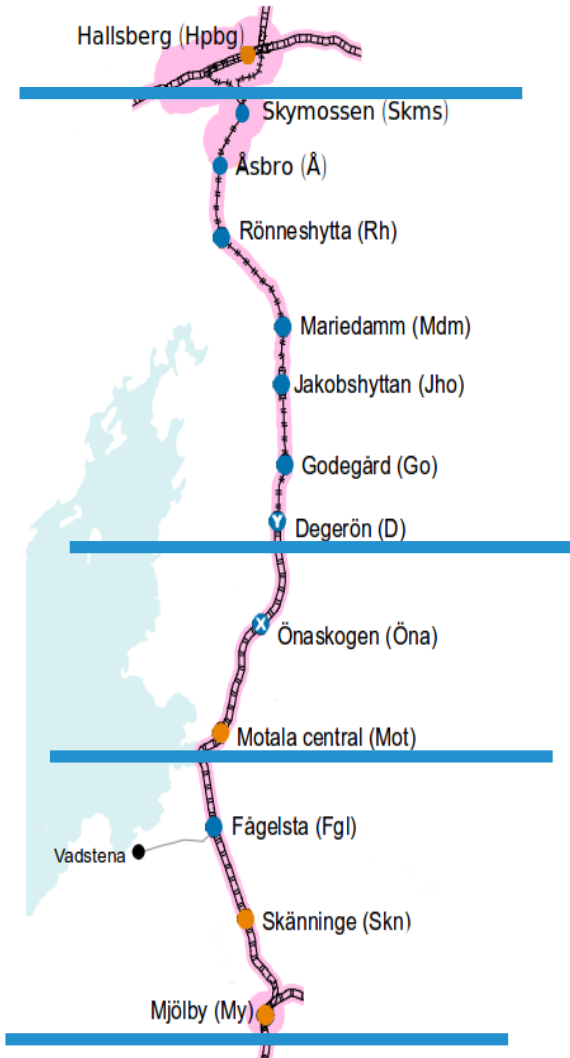
Degerön - Skymossen
Utbud: 2 tåglägen

Motala - Degerön
Utbud: 4 tåglägen

Mjölby - Motala
Utbud: 4 tåglägen

Testfall

Innan tidtabellprocessen – dela upp järnvägsnätet i mindre delar.

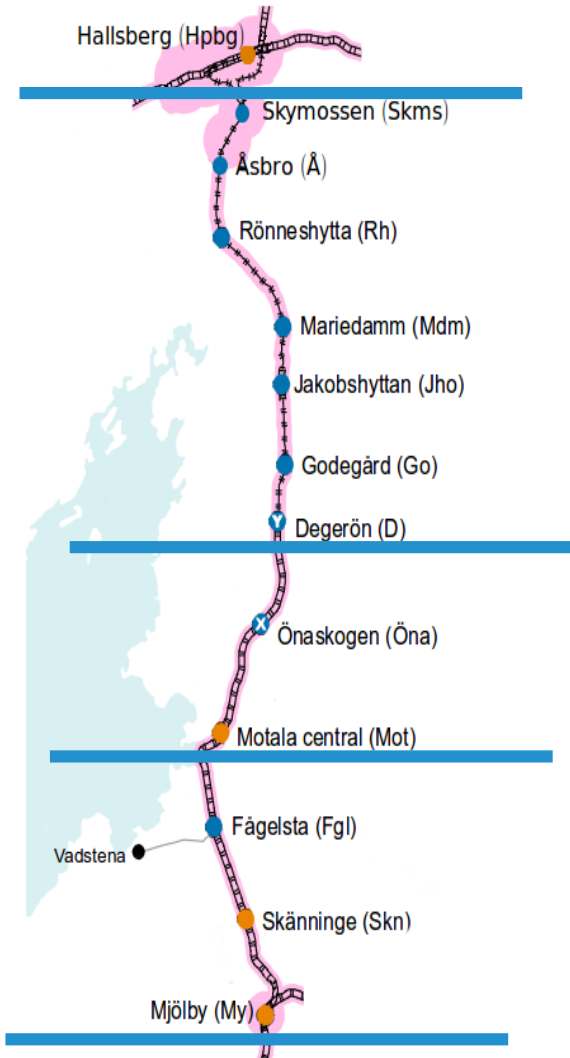


Testfall

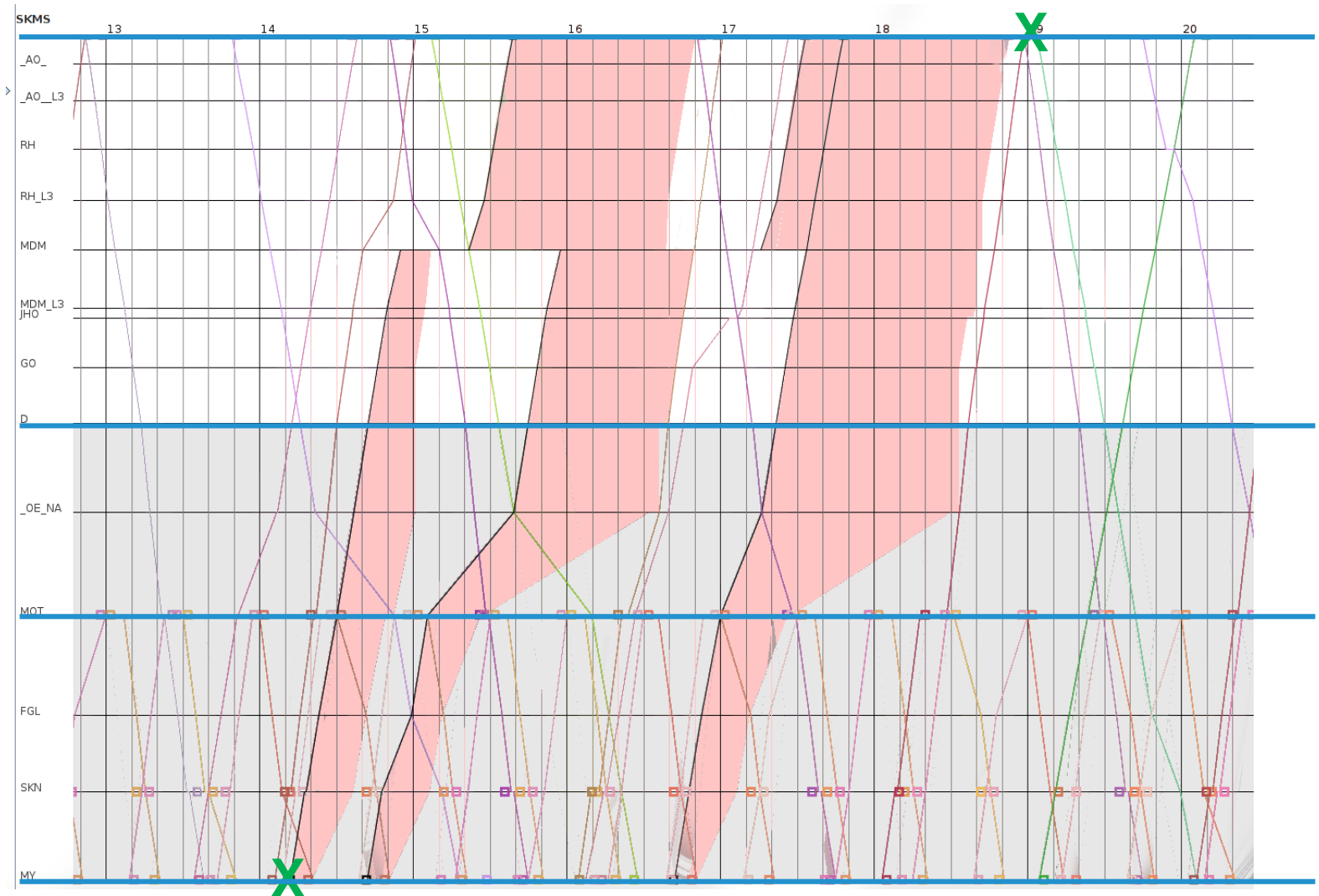
Innan tidtabellprocessen – dela upp järnvägsnätet i mindre delar.

Under tidtabellprocessen har vi:

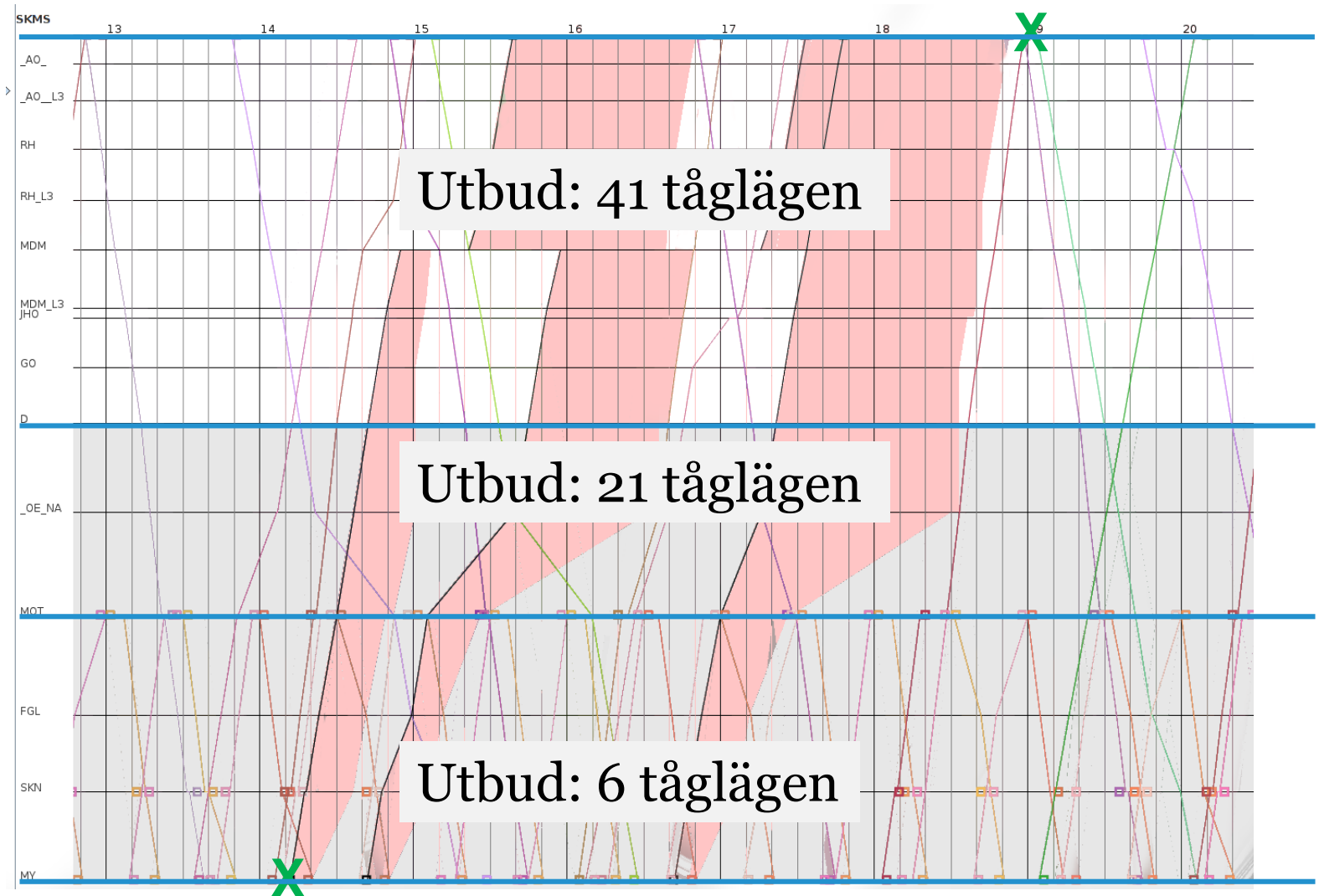
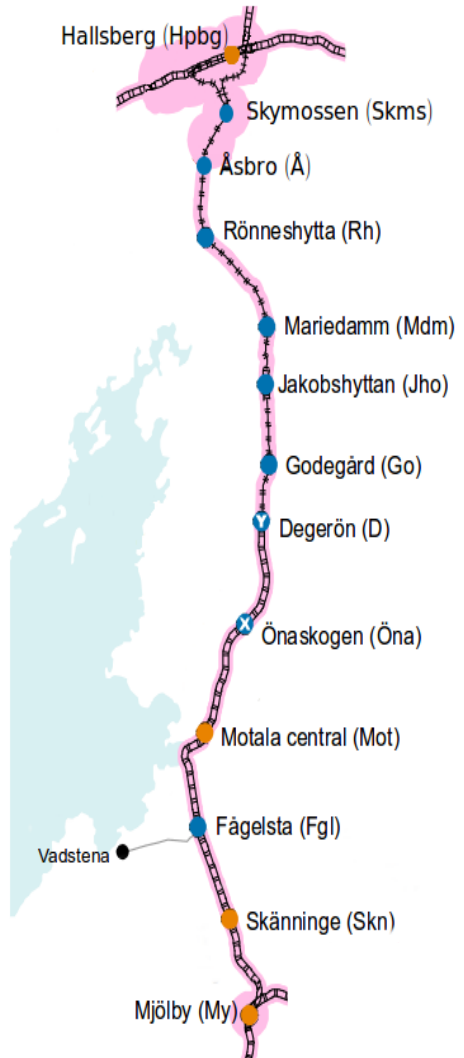
- Ett antal befintliga avtalstider i tidtabellen.
- En efterfrågan på tidtabellskapacitet över tid.
- En prisfunktion.



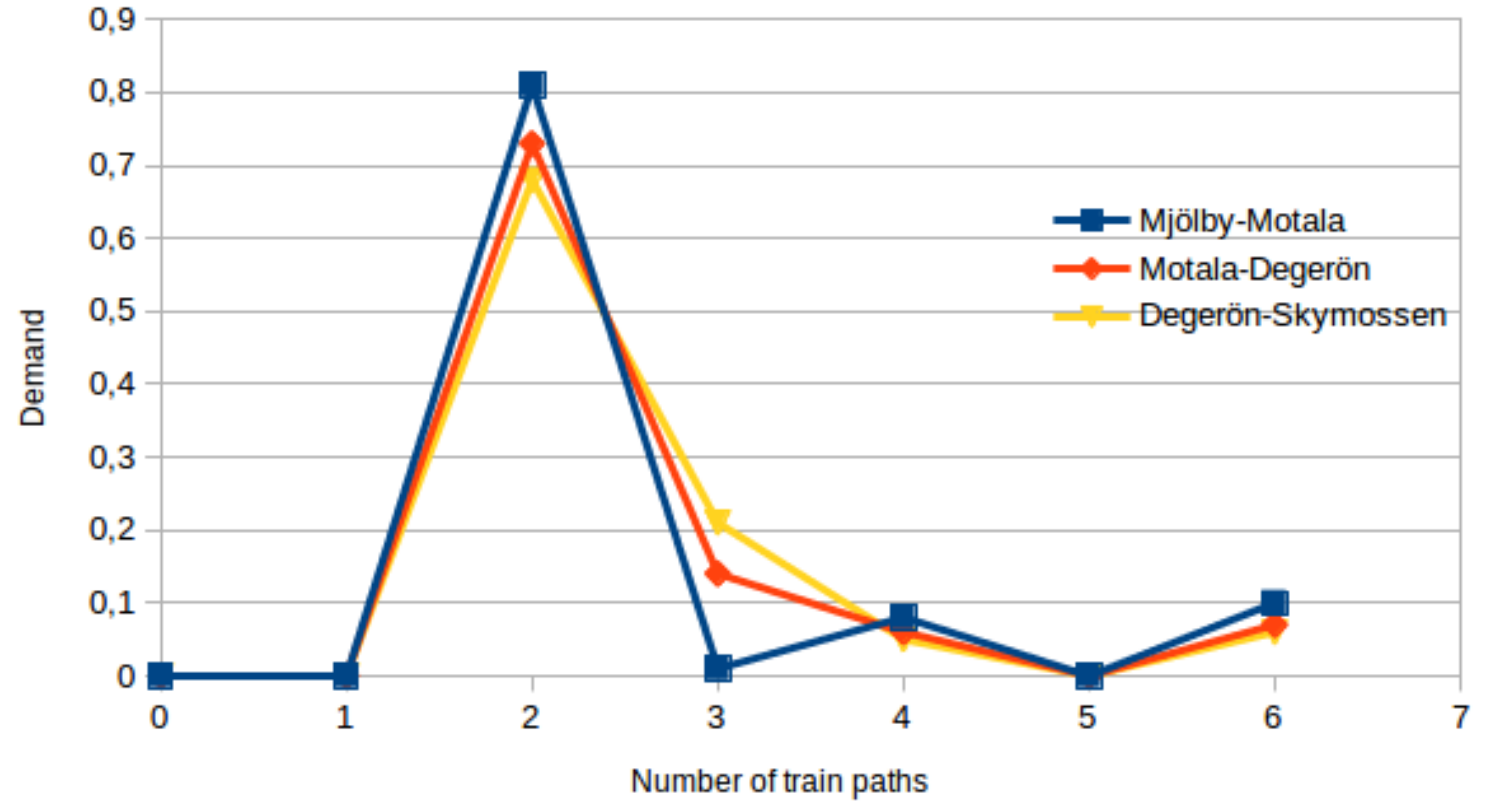
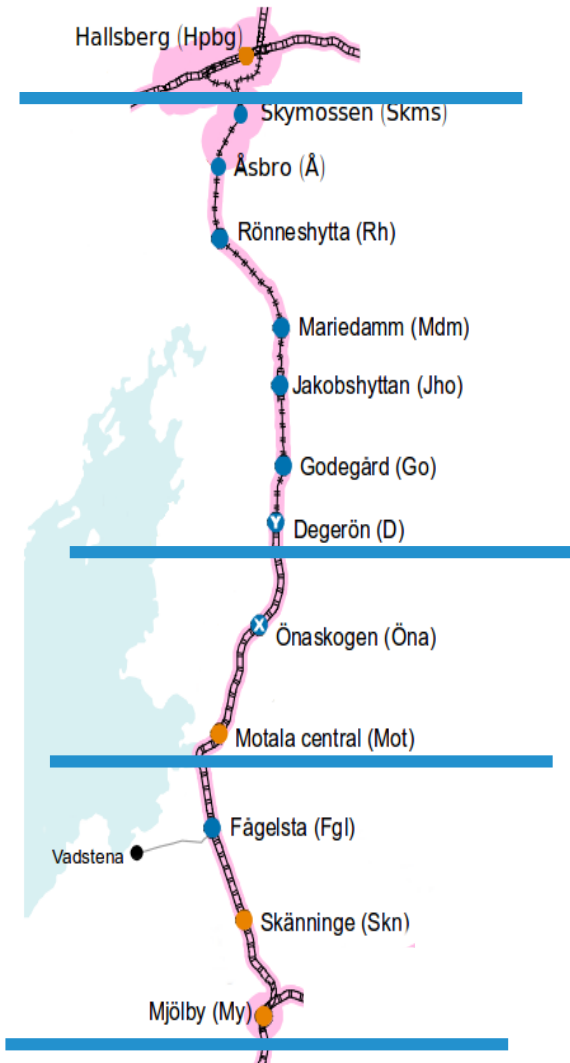
Testfall



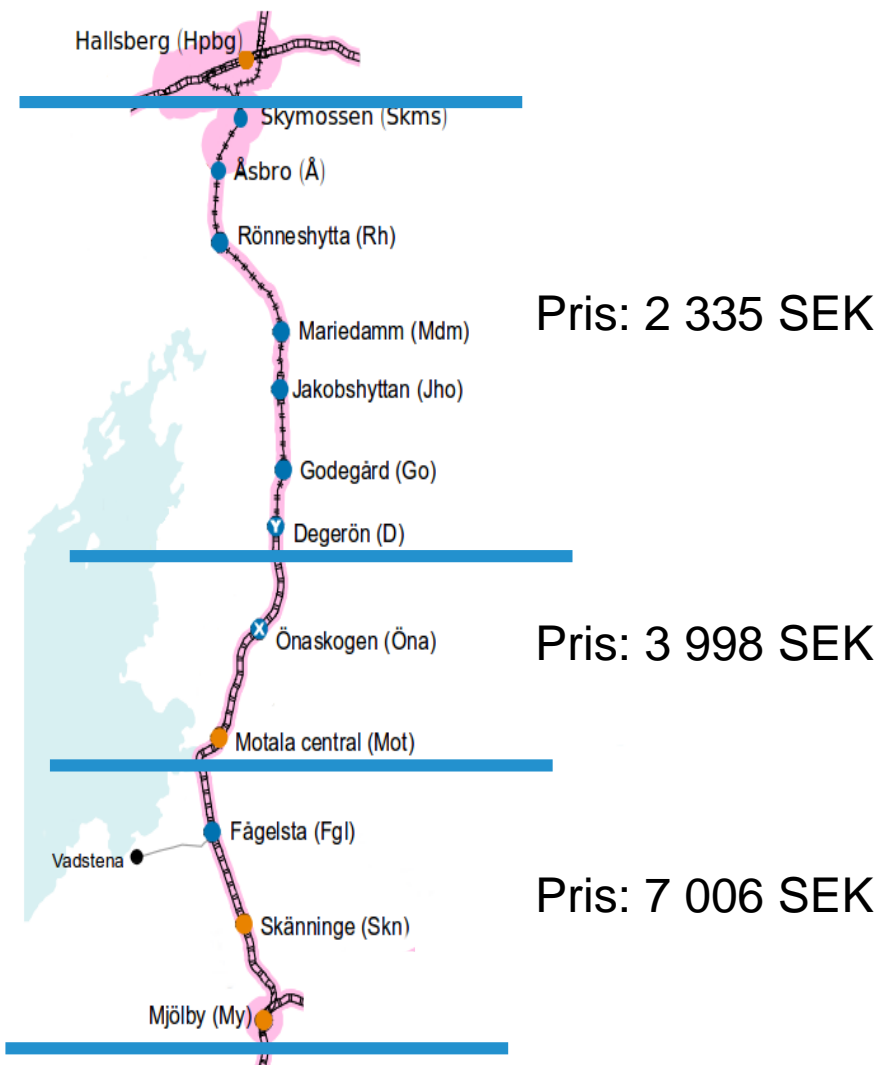
Testfall



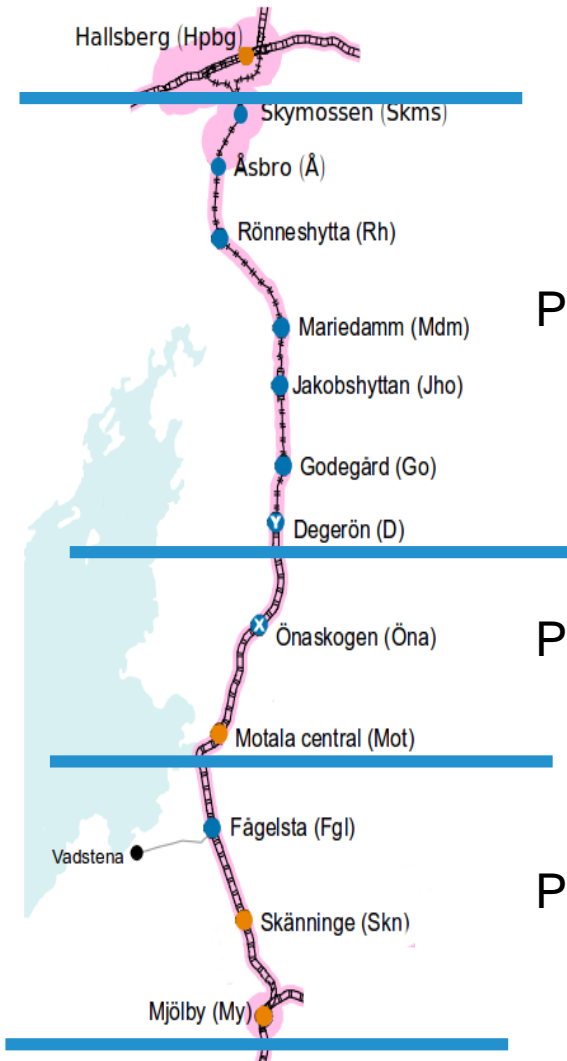
Testfall - efterfrågan



Testfall - efterfrågan



Testfall - efterfrågan



Pris: 2 335 SEK

+

Pris: 3 998 SEK

=

Totalt pris: 13 339SEK

+

Pris: 7 006 SEK

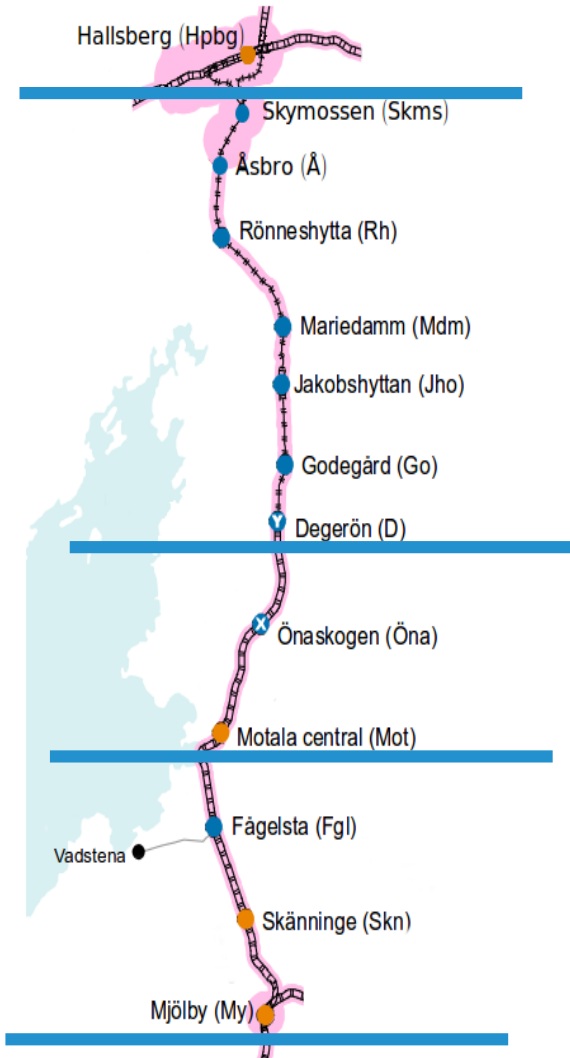
Testfall

Innan tidtabellprocessen – dela upp järnvägsnätet i mindre delar.

Under tidtabellprocessen har vi:

- Ett antal befintliga avtalstider i tidtabellen.
- En efterfrågan på tidtabellskapacitet över tid.
- En prisfunktion.

-
-
-



Testfall

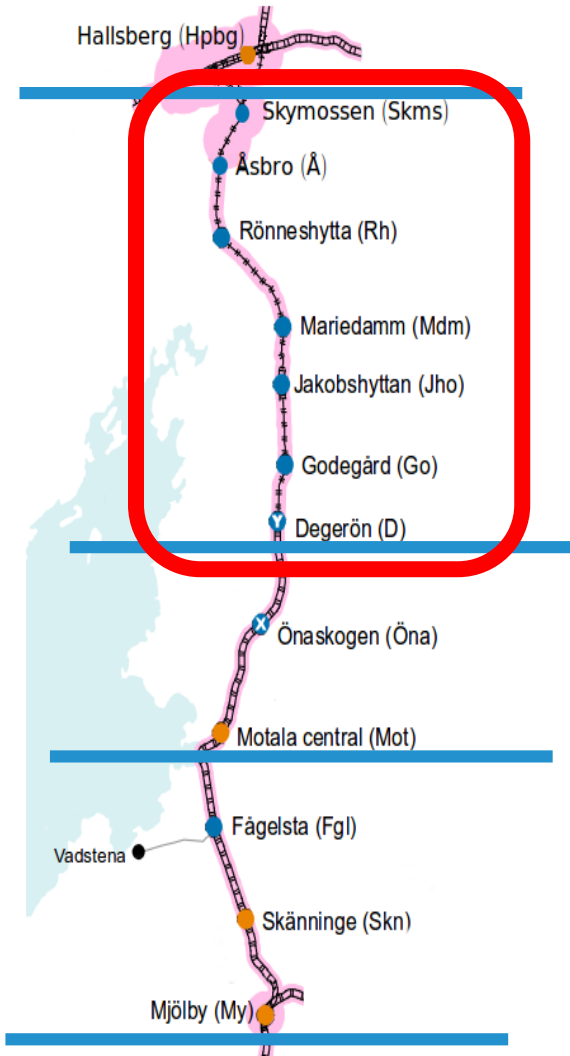
Innan tidtabellprocessen – dela upp järnvägsnätet i mindre delar.

Under tidtabellprocessen har vi:

- Ett antal befintliga avtalstider i tidtabellen.
- En efterfrågan på tidtabellskapacitet över tid.
- En prisfunktion.

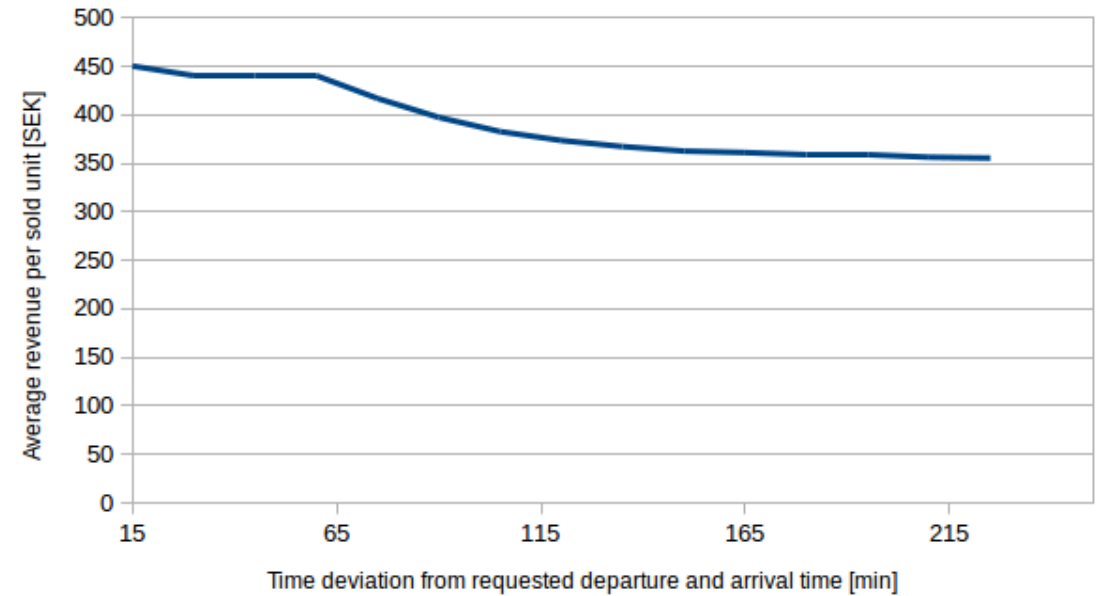
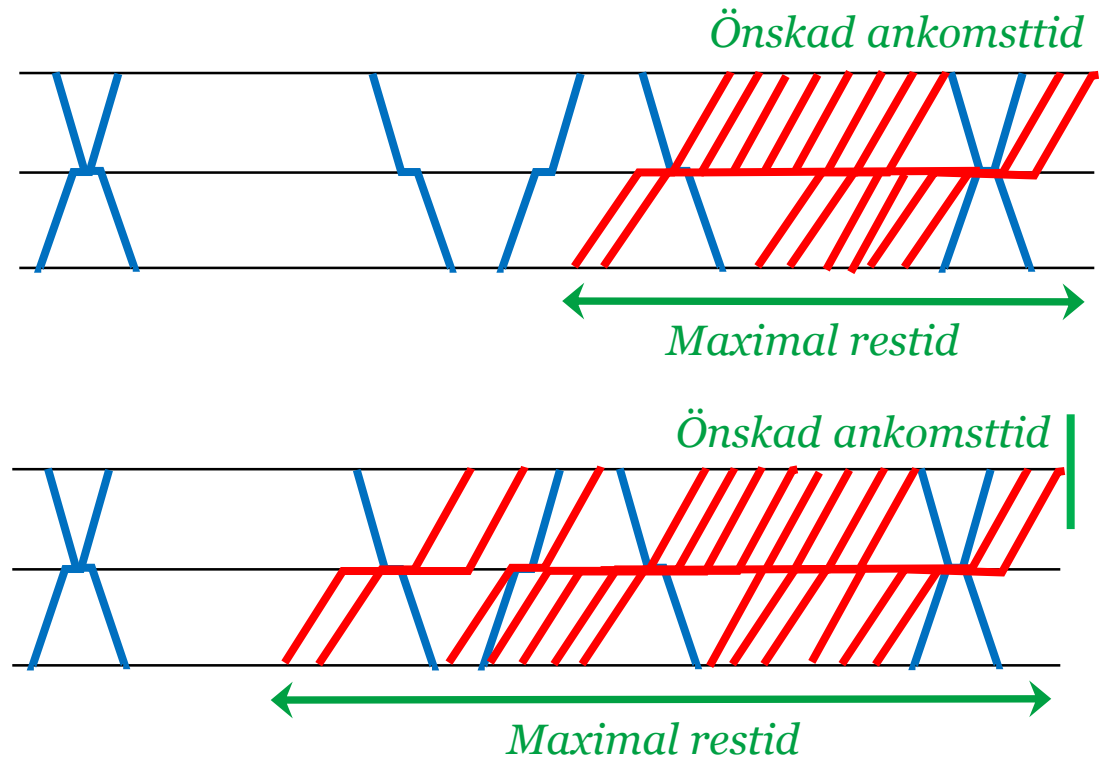
Undersöker hur priset ändras i avseende på

- Avtalstider
- Tid på dagen
- Tågtyp



Resultat

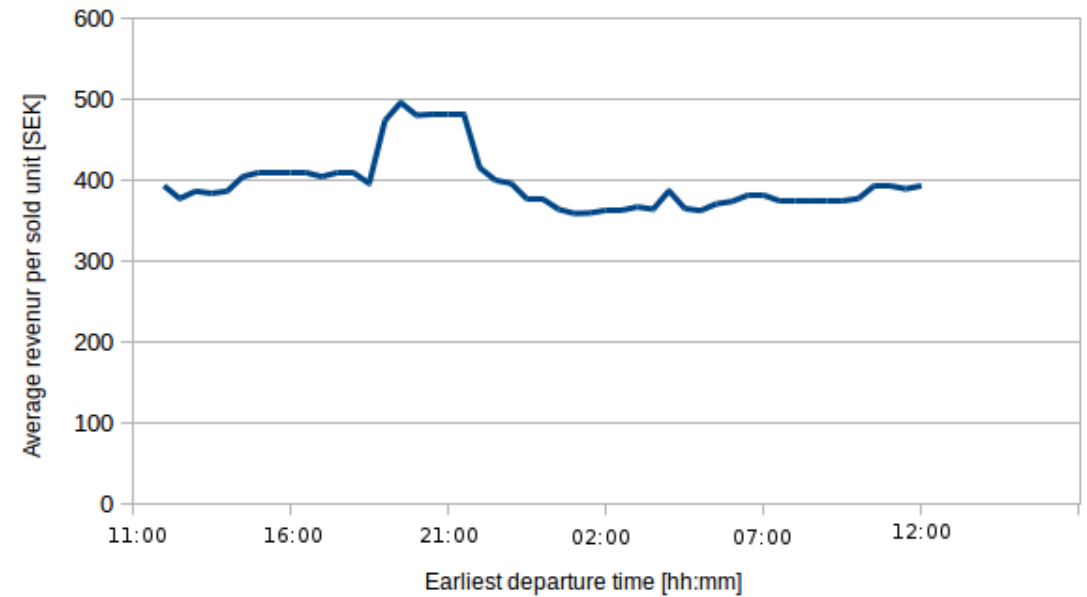
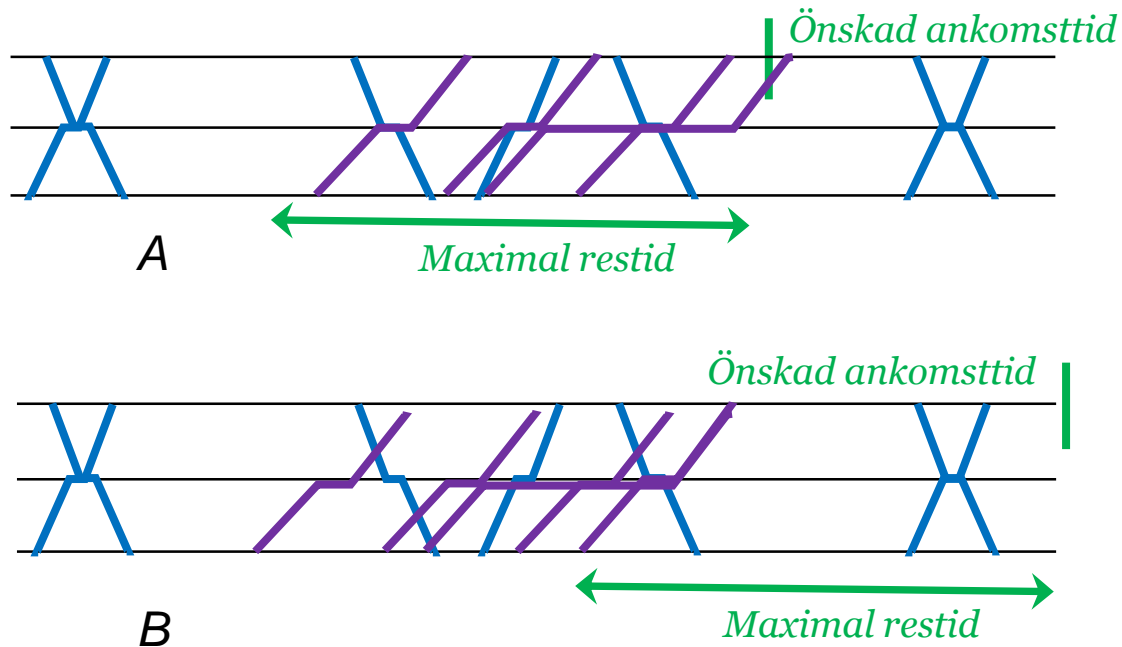
Pris vid tillåten maximal restid



Priset avtar vid ökad restid.

Resultat

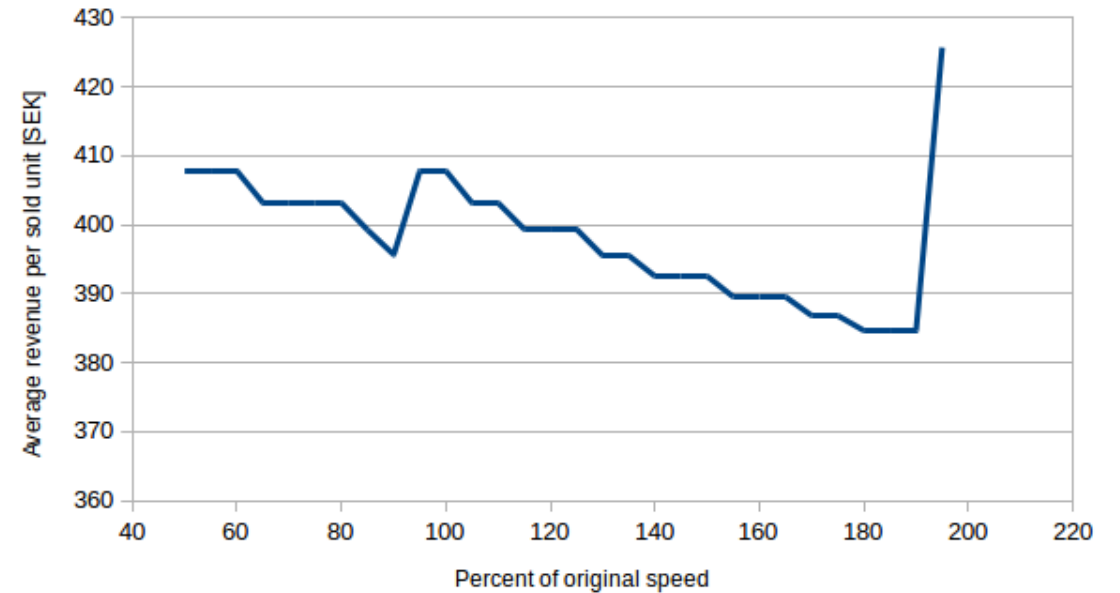
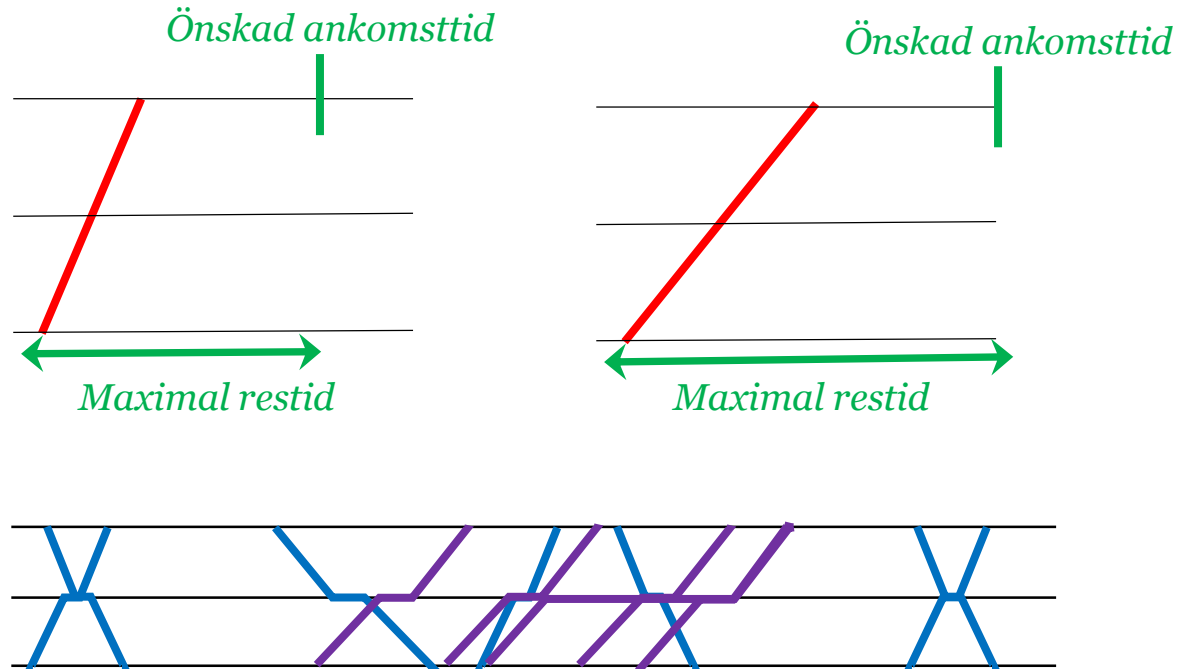
Pris vid varierande tidigaste avgångstider



Priset beror på när tåget ska köras.

Resultat

Pris vid varierande hastigheter



Priset beror på tågets hastighet.

Dynamisk prissättning

$$V_t(x_t) = \max_{p_t} (\quad ? \quad)$$

Vinstmaximering leder till monopolpris.

Vad ska ersätta detta?

Tack för uppmärksamheten!