

METODER FÖR ATT SKALA UPP TIDTABELLSOPTIMERING

Sara Gestrelius och Martin Aronsson
KAJT Höstseminarium

15 November 2016



TRAFIKVERKET

SWEDISH
ICT

SICS

IDAG

1. Inledning

2. Hitta möjliga lösningar

1. Lägg till och spika tåg
2. Iterativ geografipussläggning
3. Olika Målfunktioner
4. Resultat

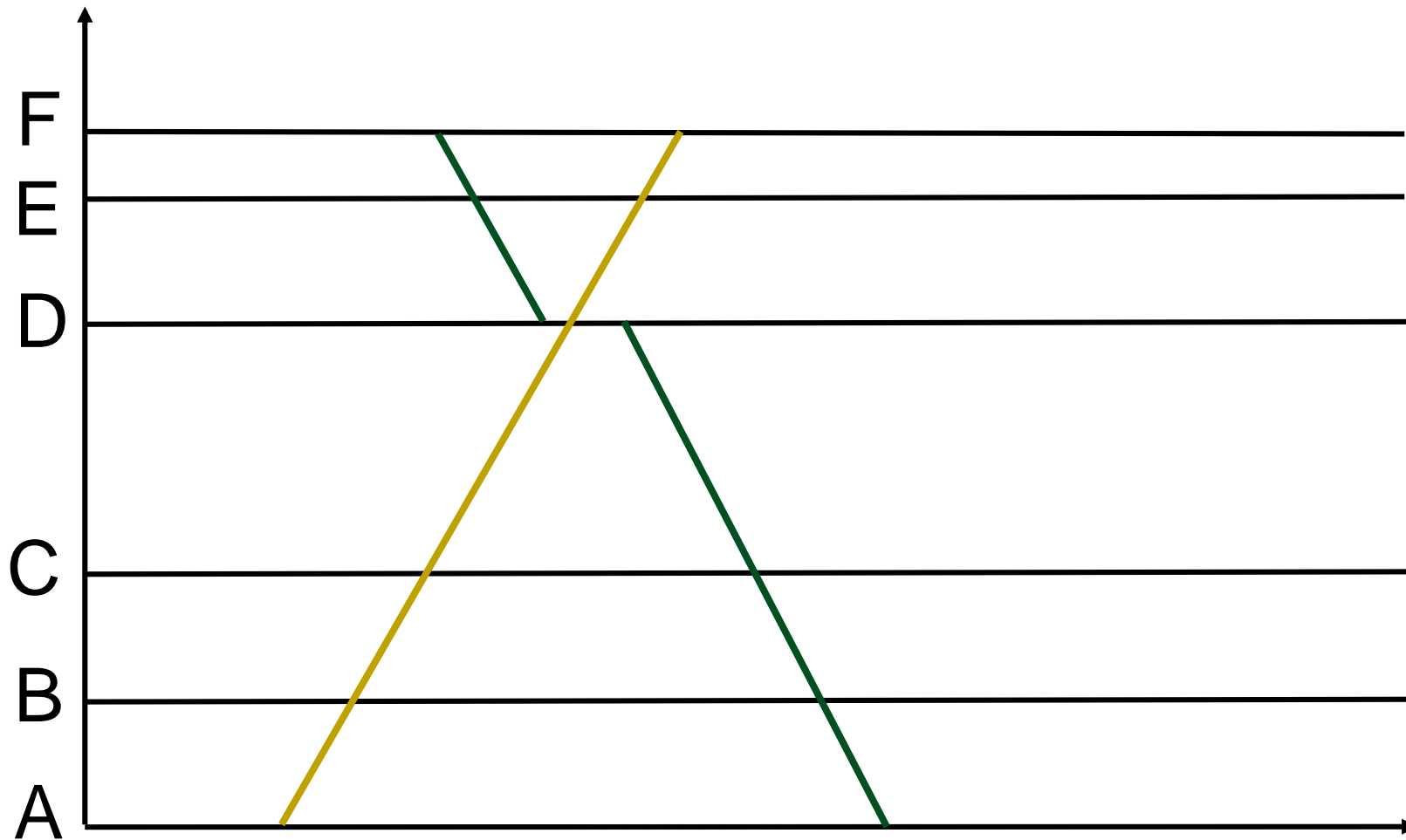
3. Förbättra en möjlig lösning

1. Lös reducerat problem: sämsta tåg
2. CPLEX Polishing
3. CPLEX Normal
4. Resultat

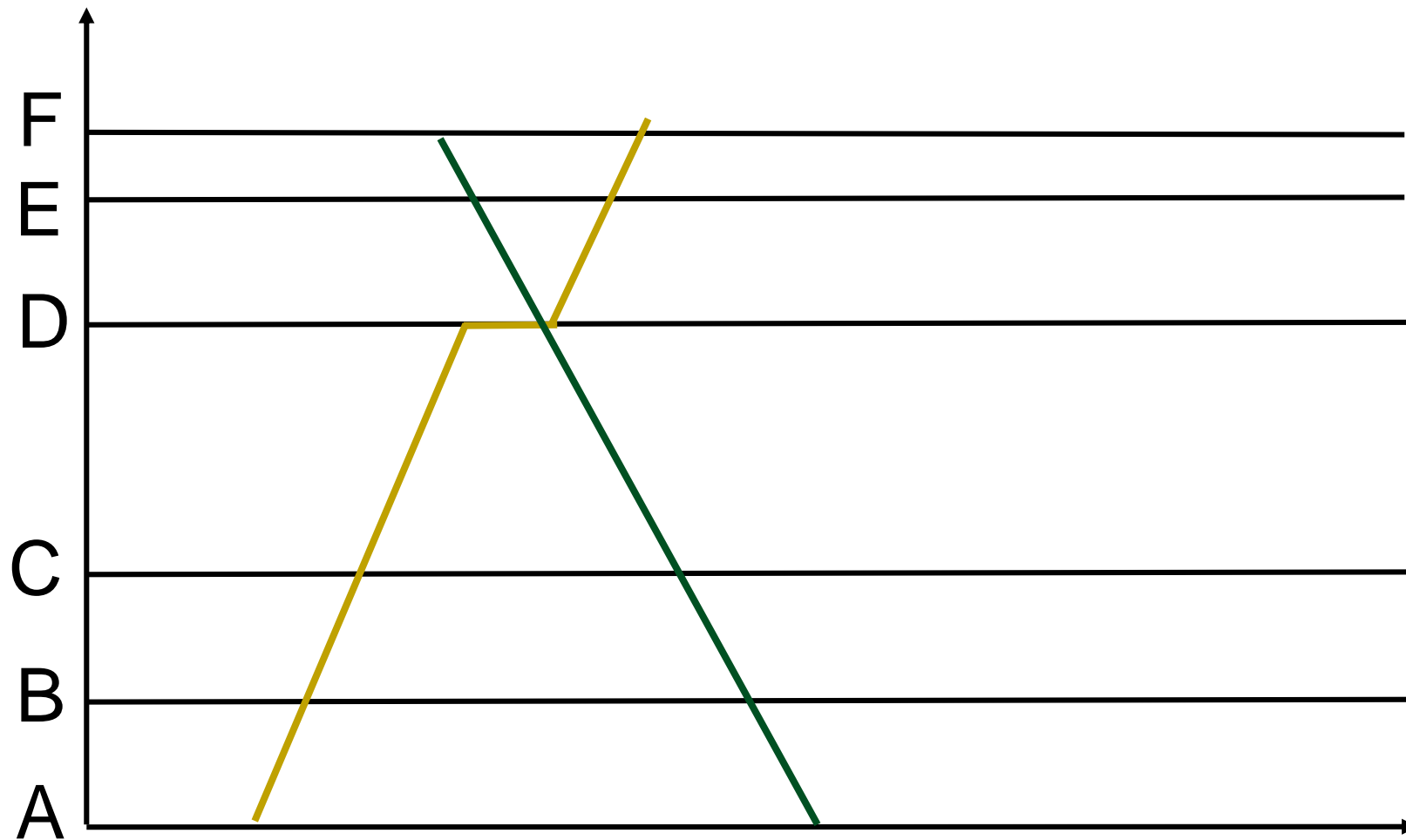
MÅL: LÖSA HALLSBERGS DRIFTLEDNINGSSOMRÅDE



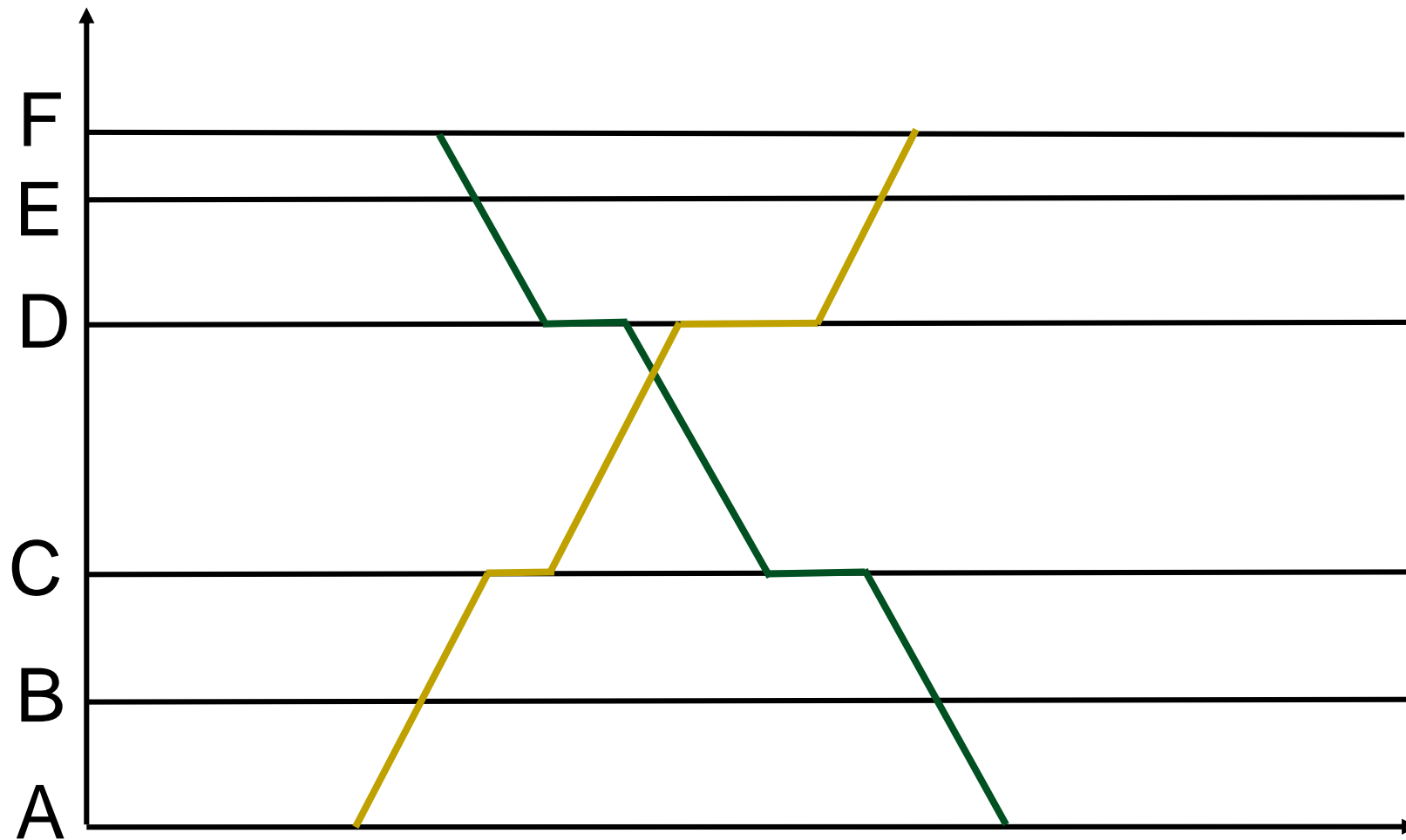
VAD ÄR SVÅRT?



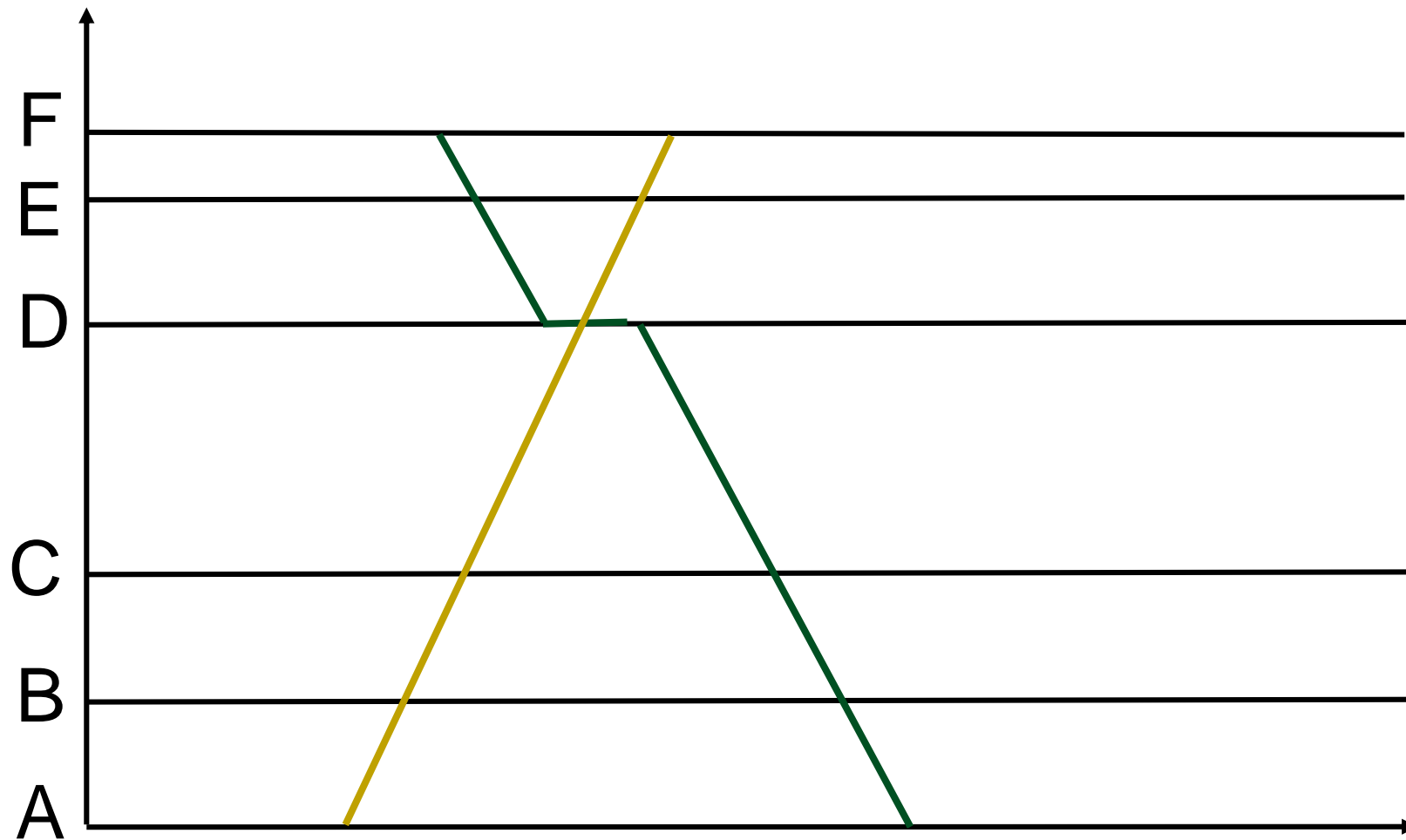
MÅNGA VALMÖJLIGHETER



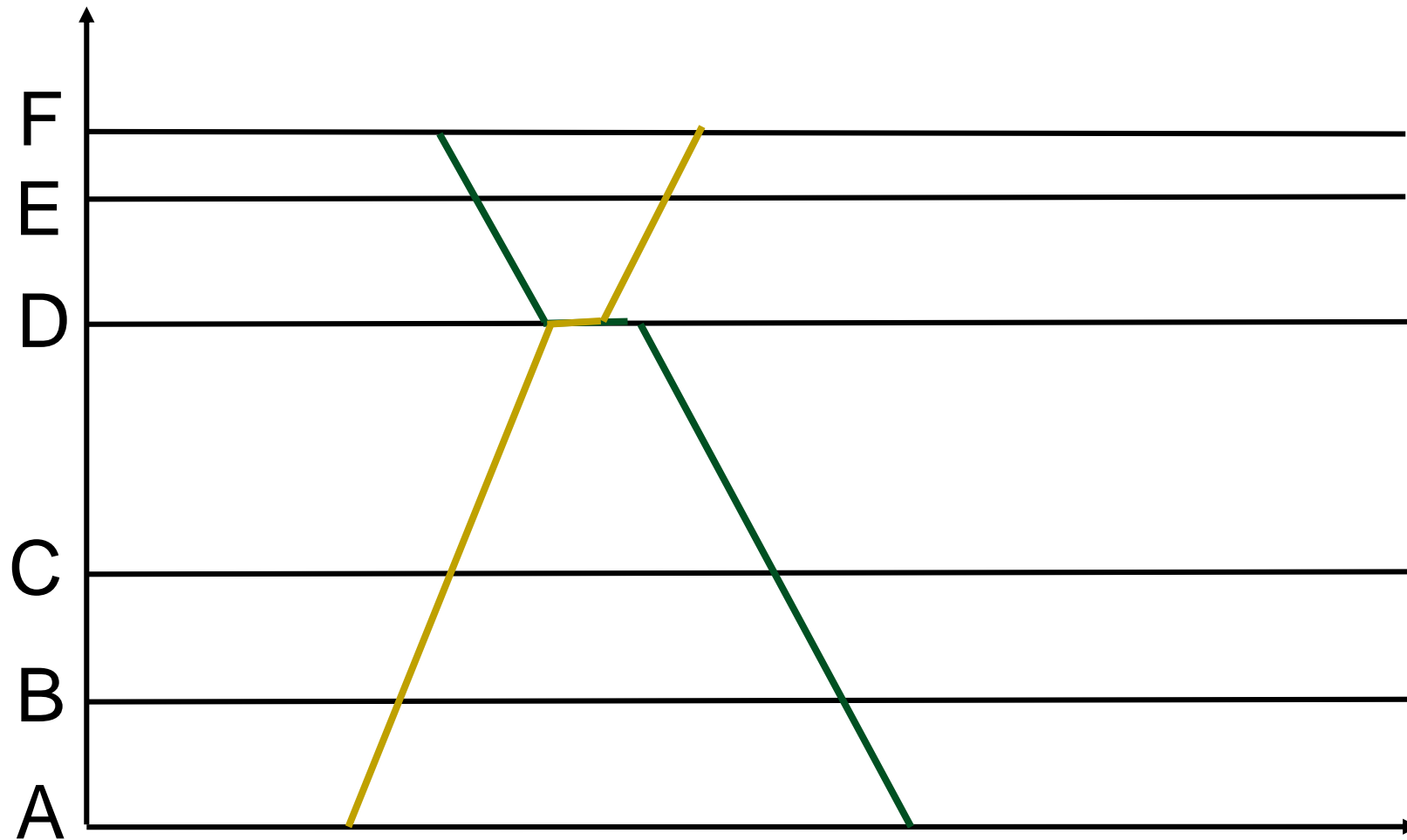
MÅNGA VALMÖJLIGHETER



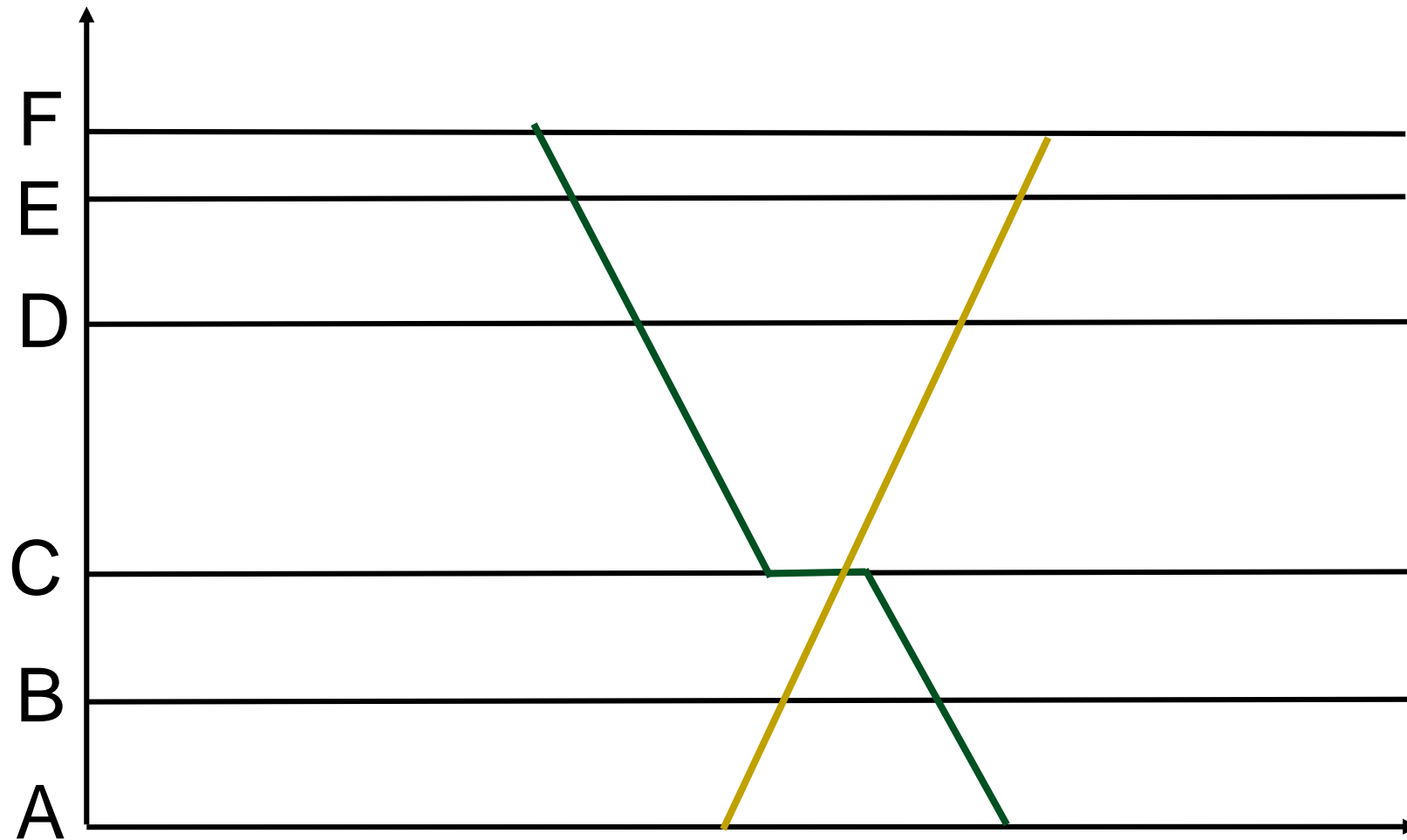
MÅNGA VALMÖJLIGHETER



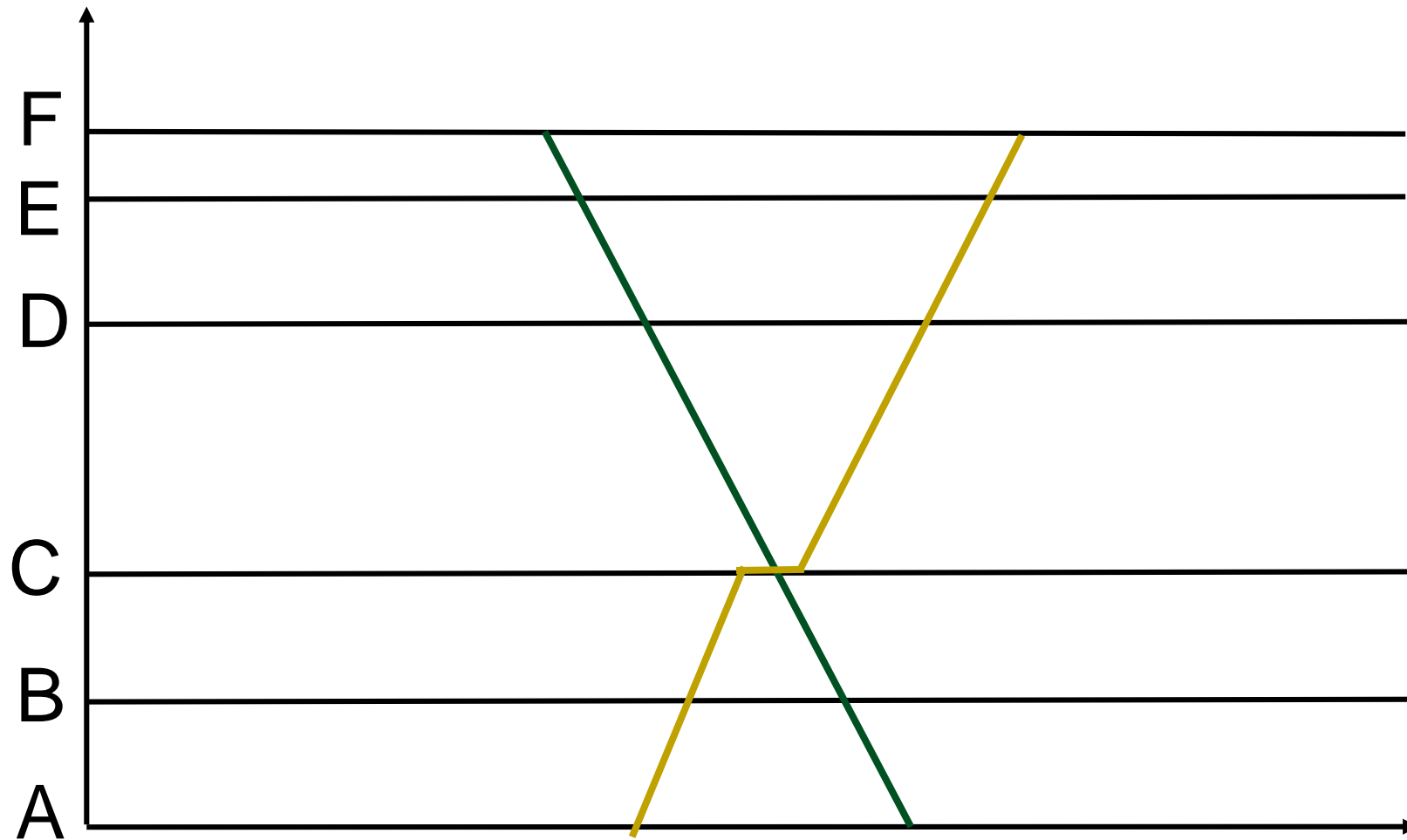
MÅNGA VALMÖJLIGHETER



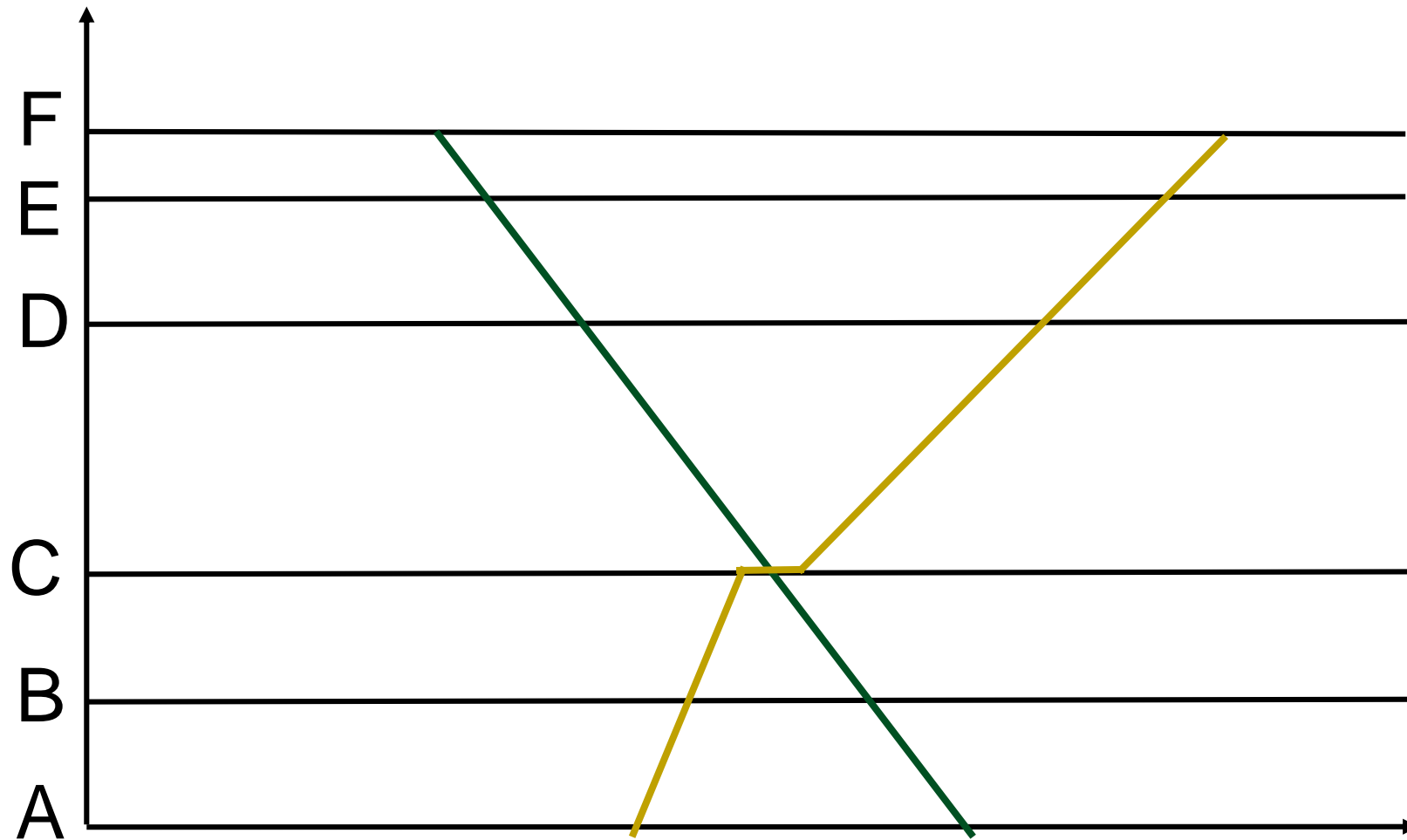
MÅNGA VALMÖJLIGHETER



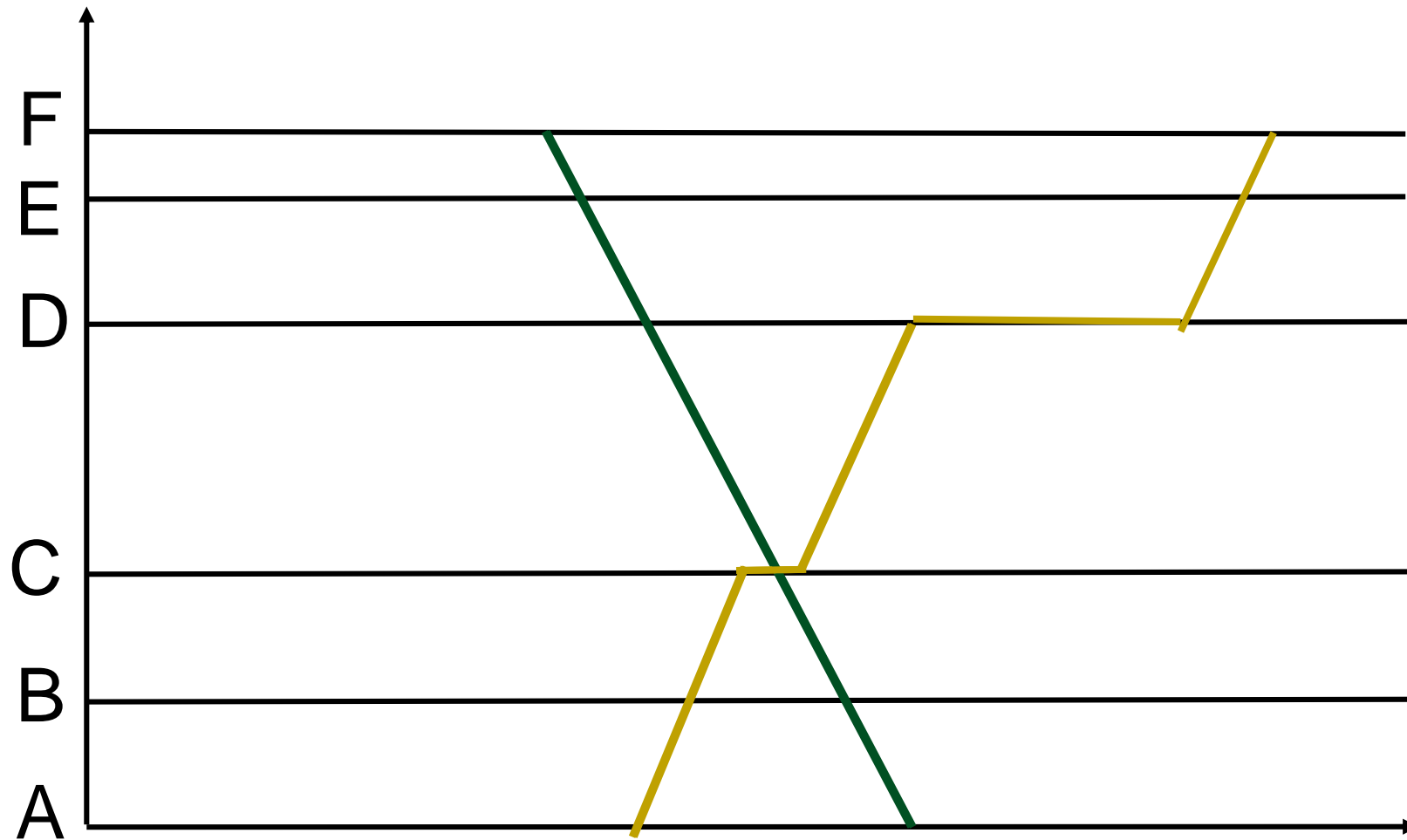
MÅNGA VALMÖJLIGHETER



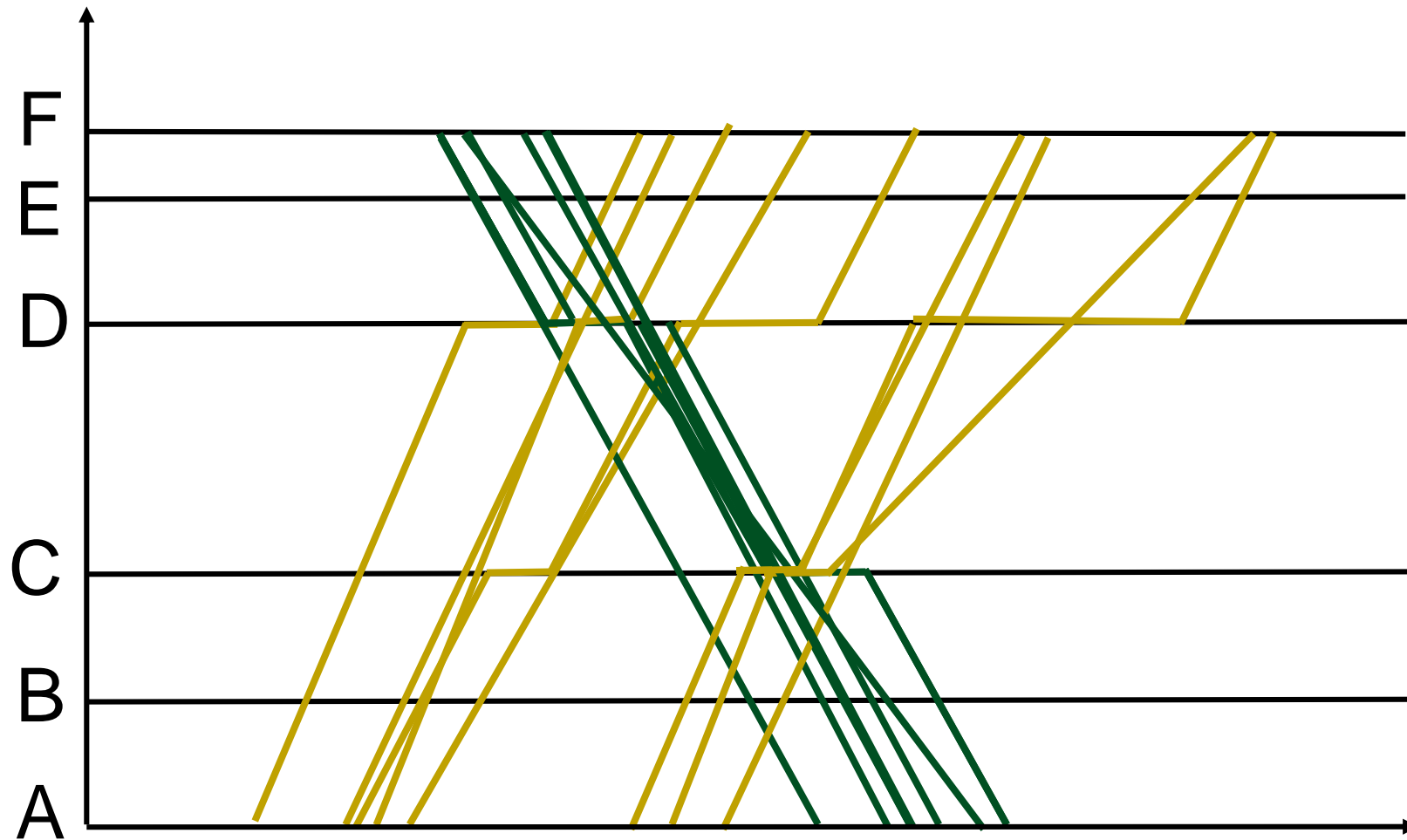
MÅNGA VALMÖJLIGHETER



MÅNGA VALMÖJLIGHETER

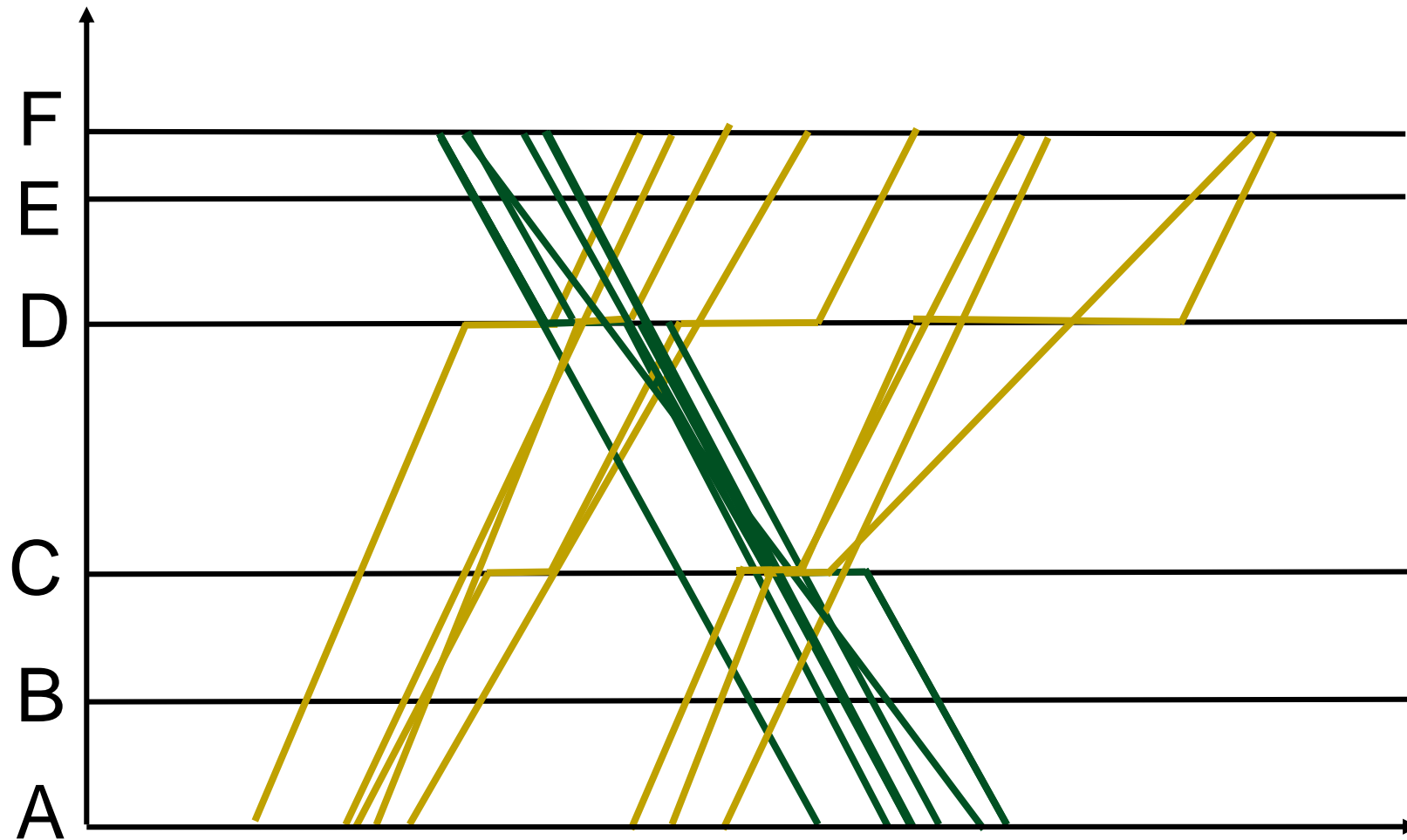


MÅNGA VALMÖJLIGHETER...



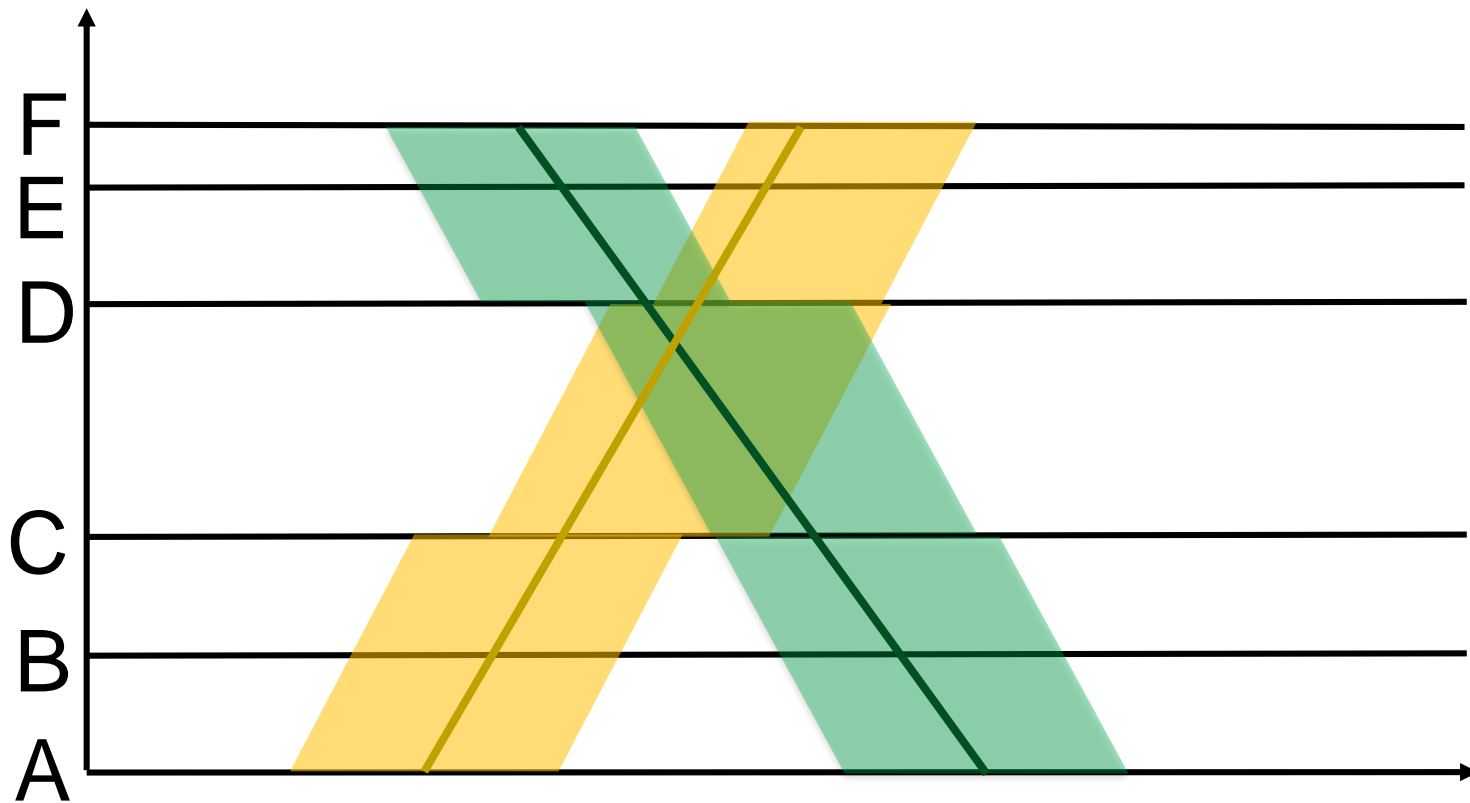
MÅNGA VALMÖJLIGHETER...

...REDUCERA PROBLEMET.



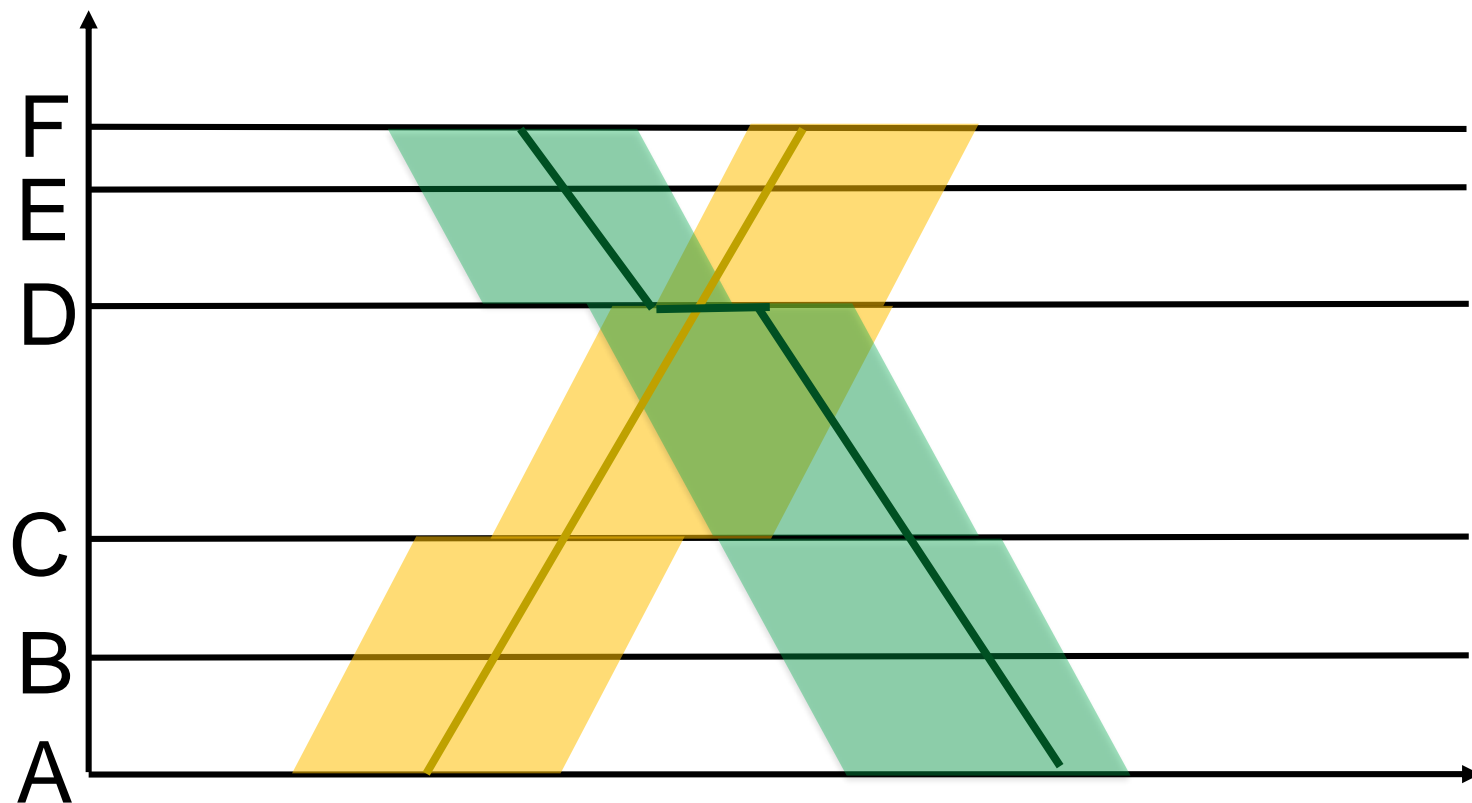
REDUCERA PROBLEMET

Dvs. ta bort valmöjligheter...



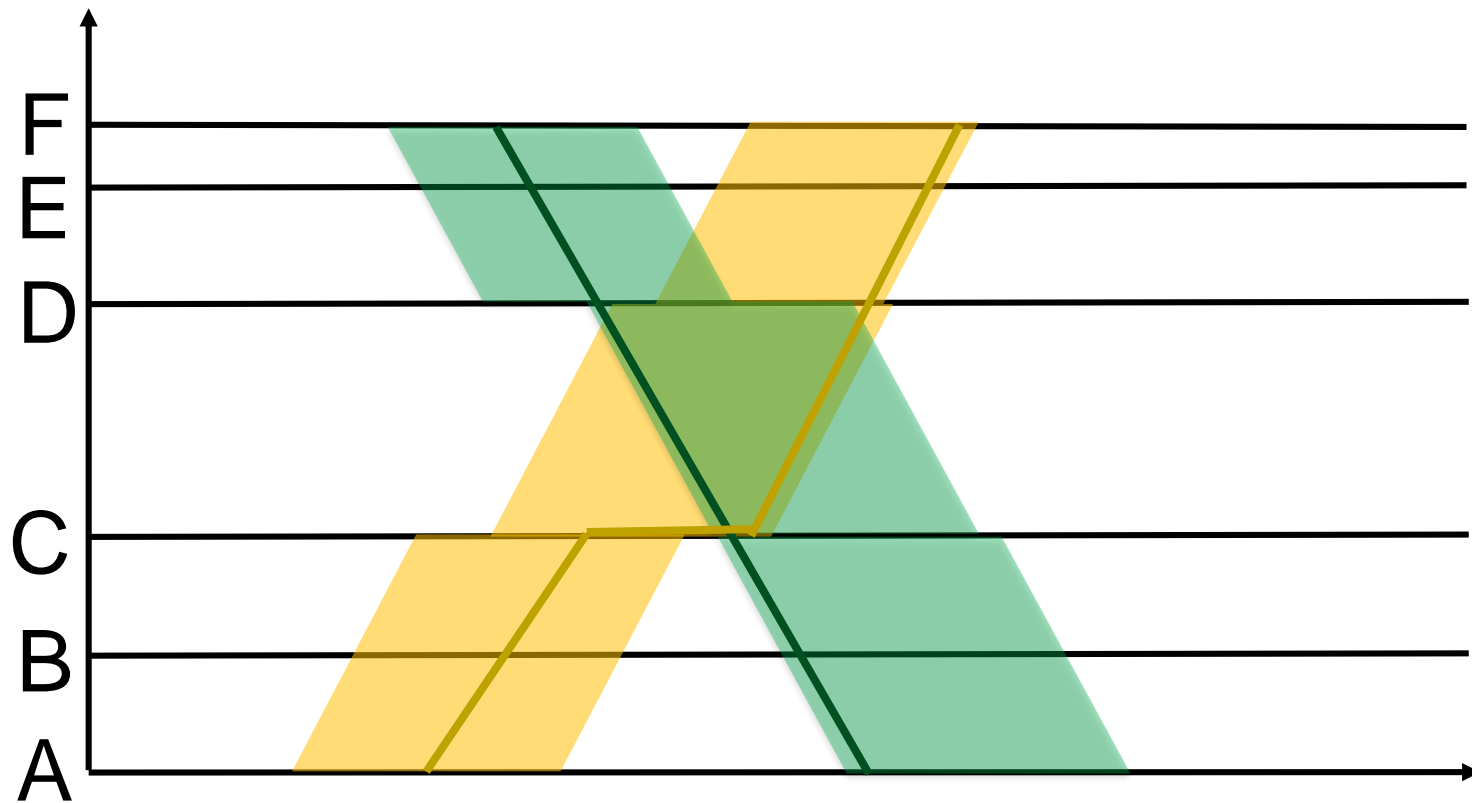
REDUCERA PROBLEMET

Dvs. ta bort valmöjligheter...



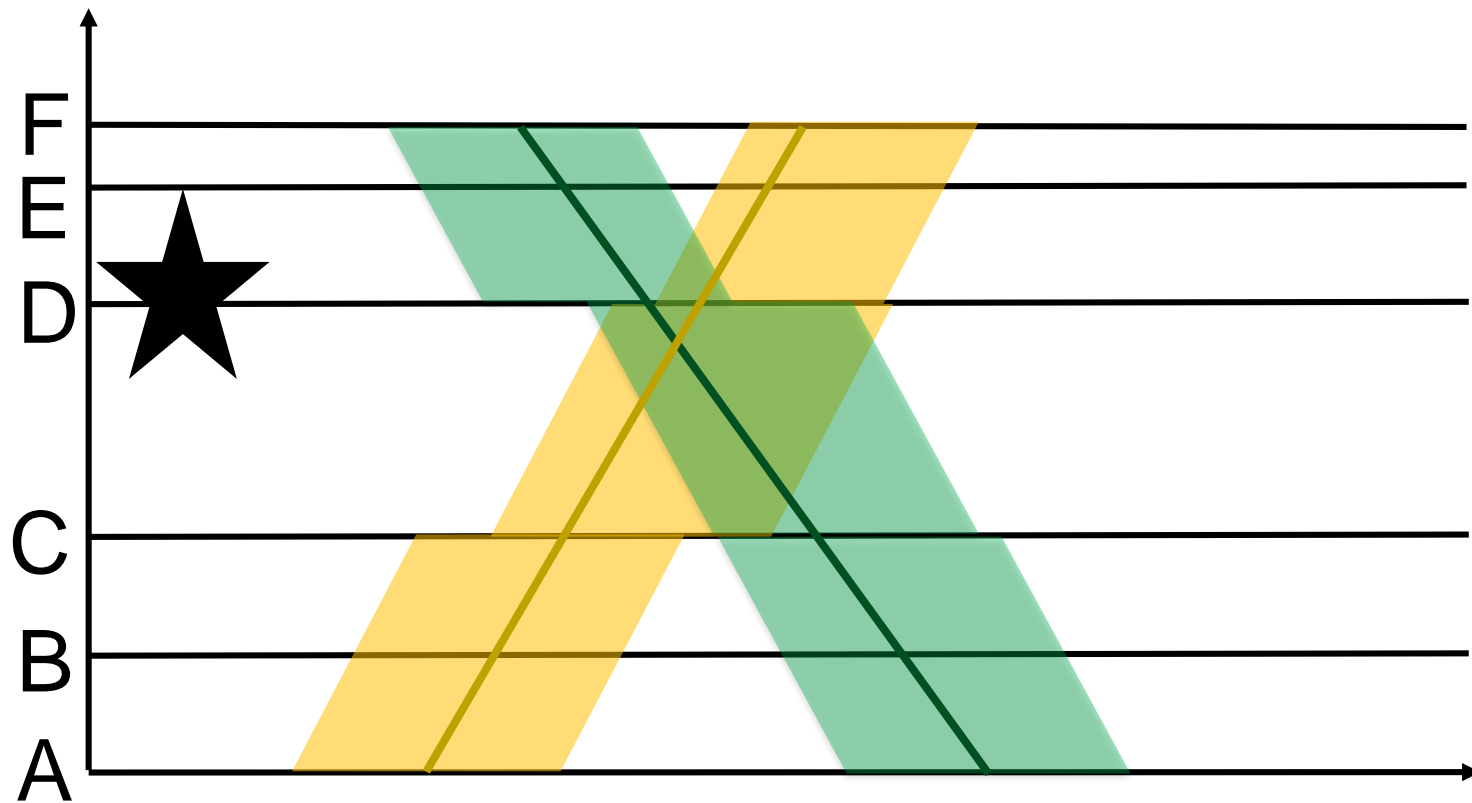
REDUCERA PROBLEMET

Dvs. ta bort valmöjligheter...



REDUCERA PROBLEMET

Dvs. ta bort valmöjligheter...



REDUCERA PROBLEMET

Dvs. ta bort valmöjligheter...



REDUCERA PROBLEMET

Dvs. ta bort valmöjligheter...



REDUCERA PROBLEMET

Mer lättlost problem **MEN...**

1. Ogiltigt problem.

2. Sub-optimal lösning.

REDUCERA PROBLEMET

Mer lättlost problem **MEN...**

1. Ogiltigt problem.

- ❖ Försök göra bra val!
- ❖ Relaxering och iteration.
(Relaxering = ta bort krav)

2. Sub-optimal lösning.

REDUCERA PROBLEMET

Mer lättlost problem **MEN...**

1. Ogiltigt problem.

- ❖ Försök göra bra val!
- ❖ Relaxering och iteration.
(Relaxering = ta bort krav)

2. Sub-optimal lösning.

- ❖ Förbättrings-heuristiker

TVÅ UPPGIFTER

1. Hitta möjliga lösningar:

2. Förbättra en möjlig lösning:

TVÅ UPPGIFTER

1. Hitta möjliga lösningar:

1. Lägg till och spika tåg
2. Iterativ geografipussläggning
3. CPLEX kör som vanligt

2. Förbättra en möjlig lösning:

TVÅ UPPGIFTER

1. Hitta möjliga lösningar:

1. Lägg till och spika tåg
2. Iterativ geografipussläggning
3. CPLEX kör som vanligt

2. Förbättra en möjlig lösning:

1. Lös om sämsta tåg
2. CPLEX Polishing
3. CPLEX kör som vanligt

TVÅ UPPGIFTER

1. Hitta möjliga lösningar:

1. Lägg till och spika tåg
2. Iterativ geografipussläggning
3. CPLEX kör som vanligt

2. Förbättra en möjlig lösning:

1. Lös om sämsta tåg
2. CPLEX Polishing
3. CPLEX kör som vanligt

(3. Bevisa att lösningen är optimal)

TVÅ UPPGIFTER

1. Hitta möjliga lösningar:

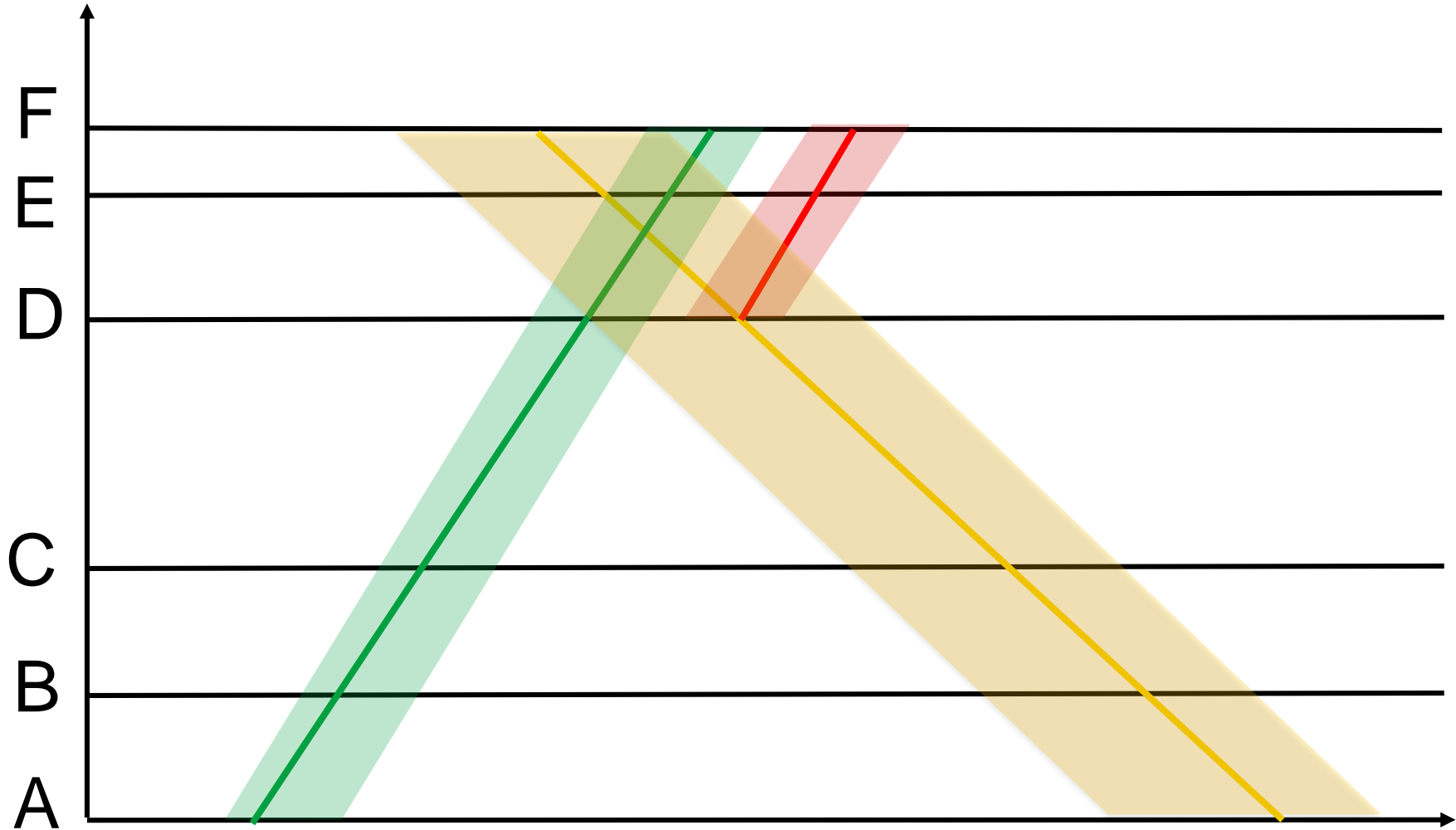
1. **Lägg till och spika tåg**
2. Iterativ geografipussläggning
3. CPLEX kör som vanligt

2. Förbättra en möjlig lösning:

1. Lös om sämsta tåg
2. CPLEX Polishing
3. CPLEX kör som vanligt

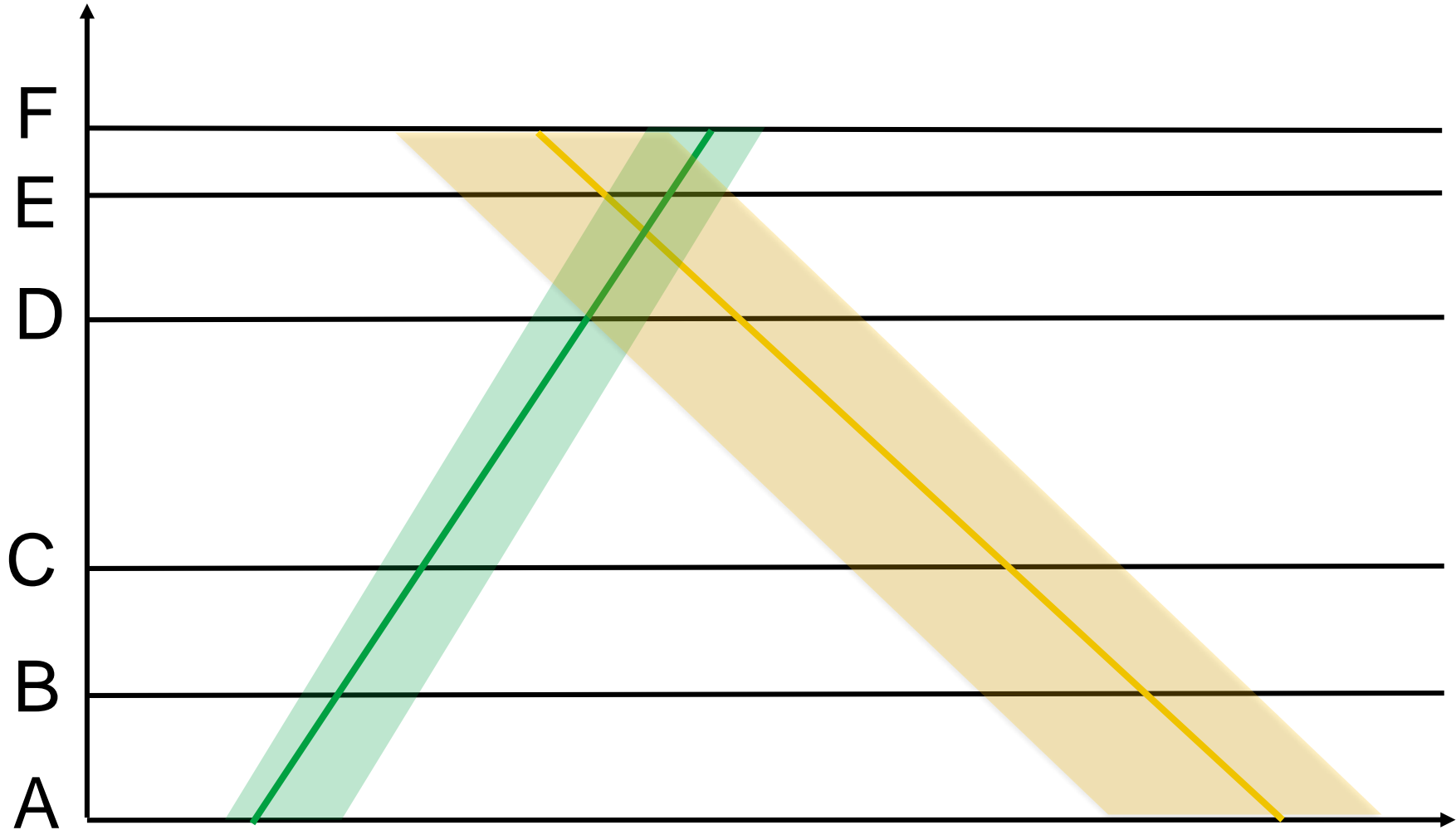
LÄGG TILL OCH SPIKA TÅG

GRÖNA OCH GULA TÅGET SKA LÄGGAS IN



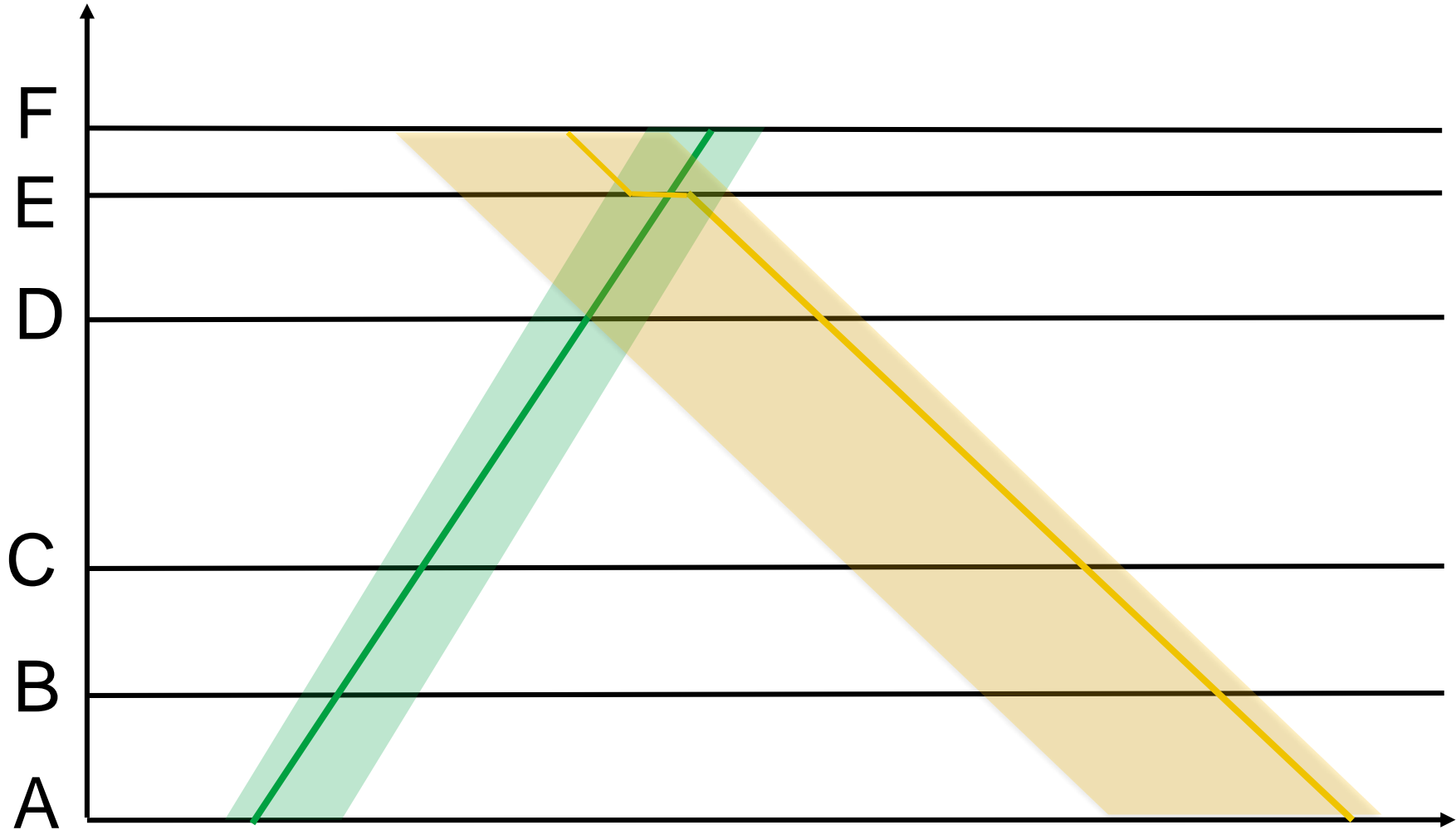
LÄGG TILL OCH SPIKA TÅG

GRÖNA OCH GULA TÅGET SKA LÄGGAS IN



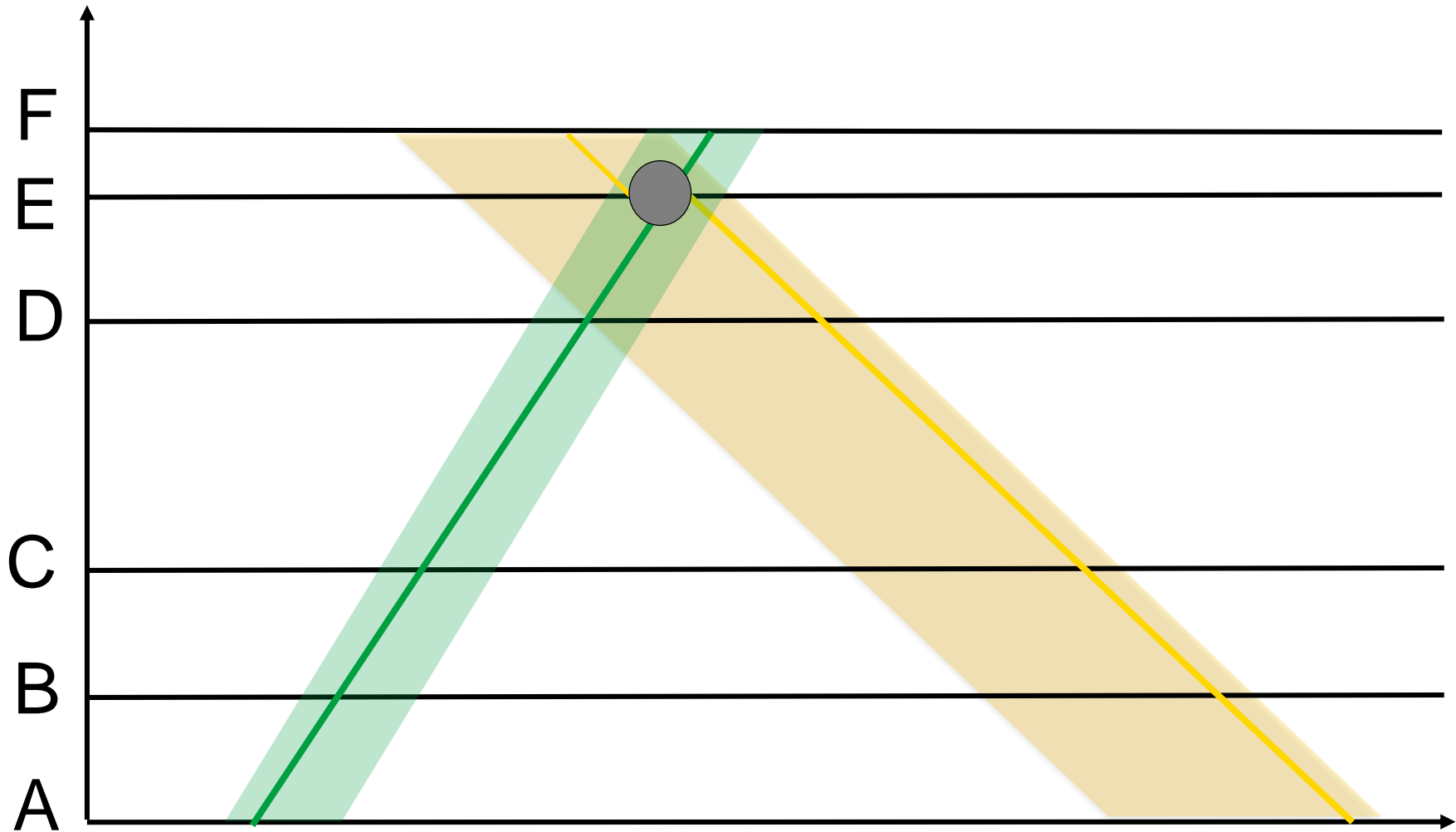
LÄGG TILL OCH SPIKA TÅG

GRÖNA OCH GULA TÅGET SKA LÄGGAS IN



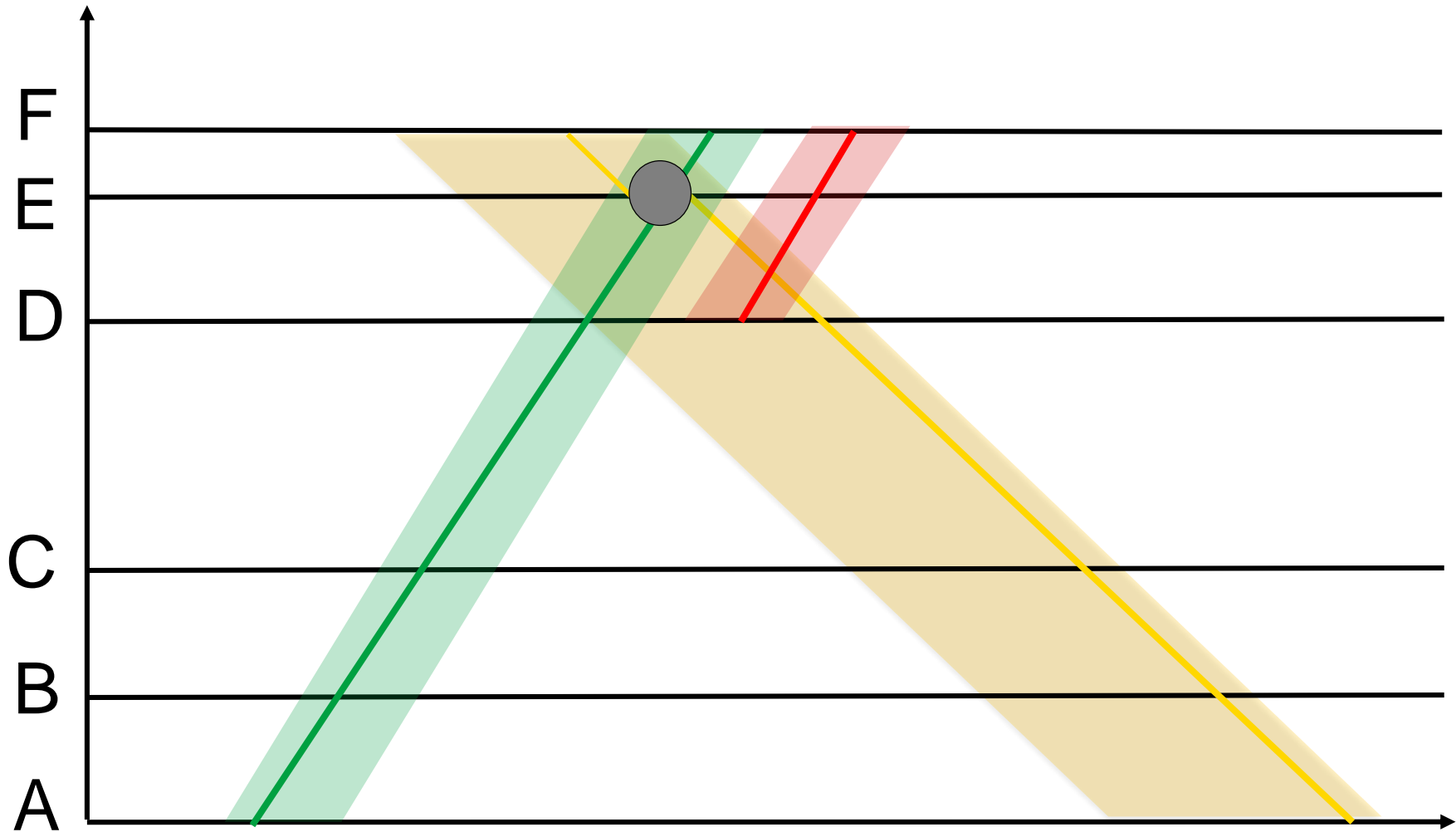
LÄGG TILL OCH SPIKA TÅG

GRÖNA OCH GULA TÅGET SKA LÄGGAS IN



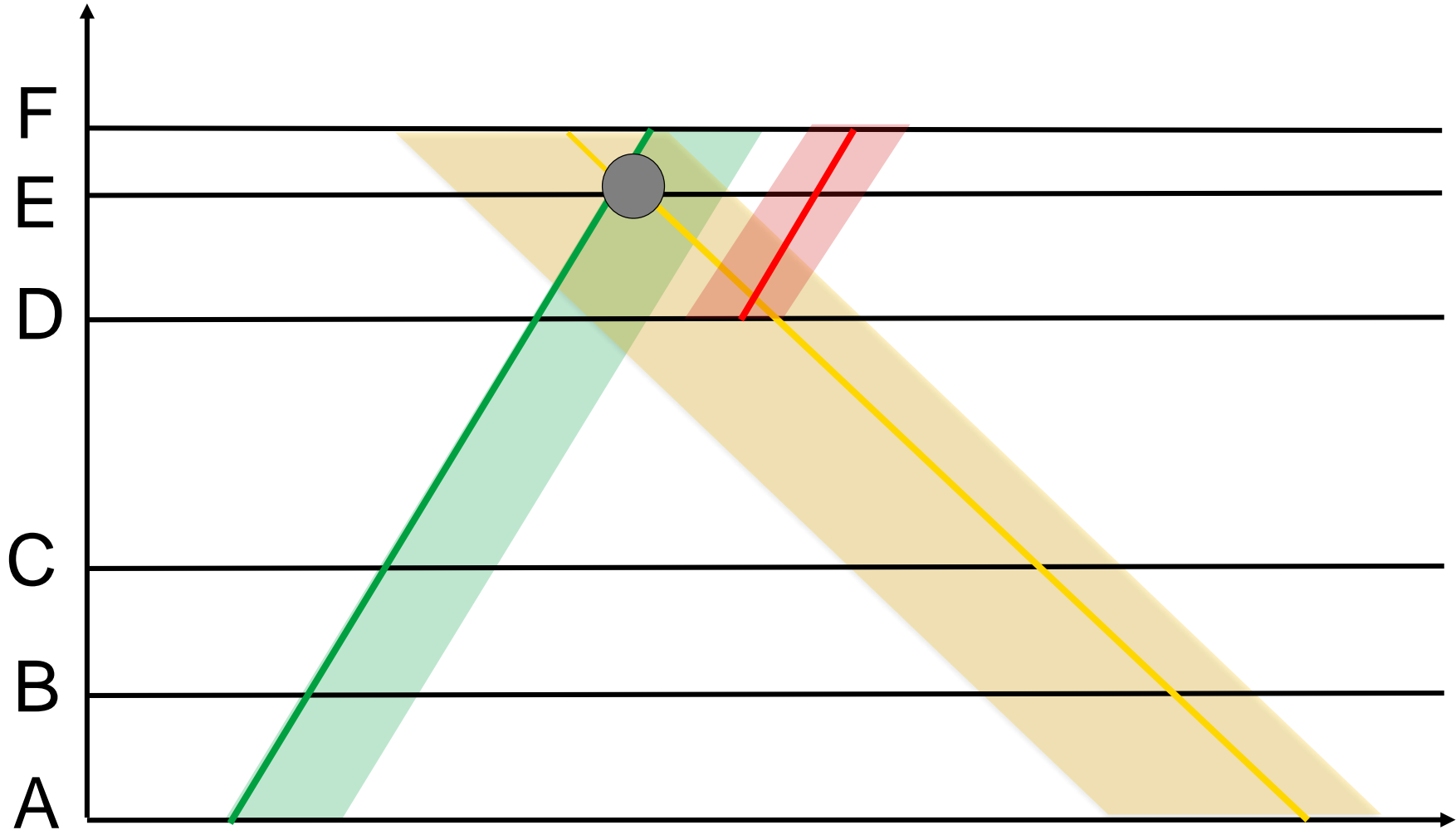
LÄGG TILL OCH SPIKA TÅG

GRÖNA OCH GULA TÅGET SKA LÄGGAS IN



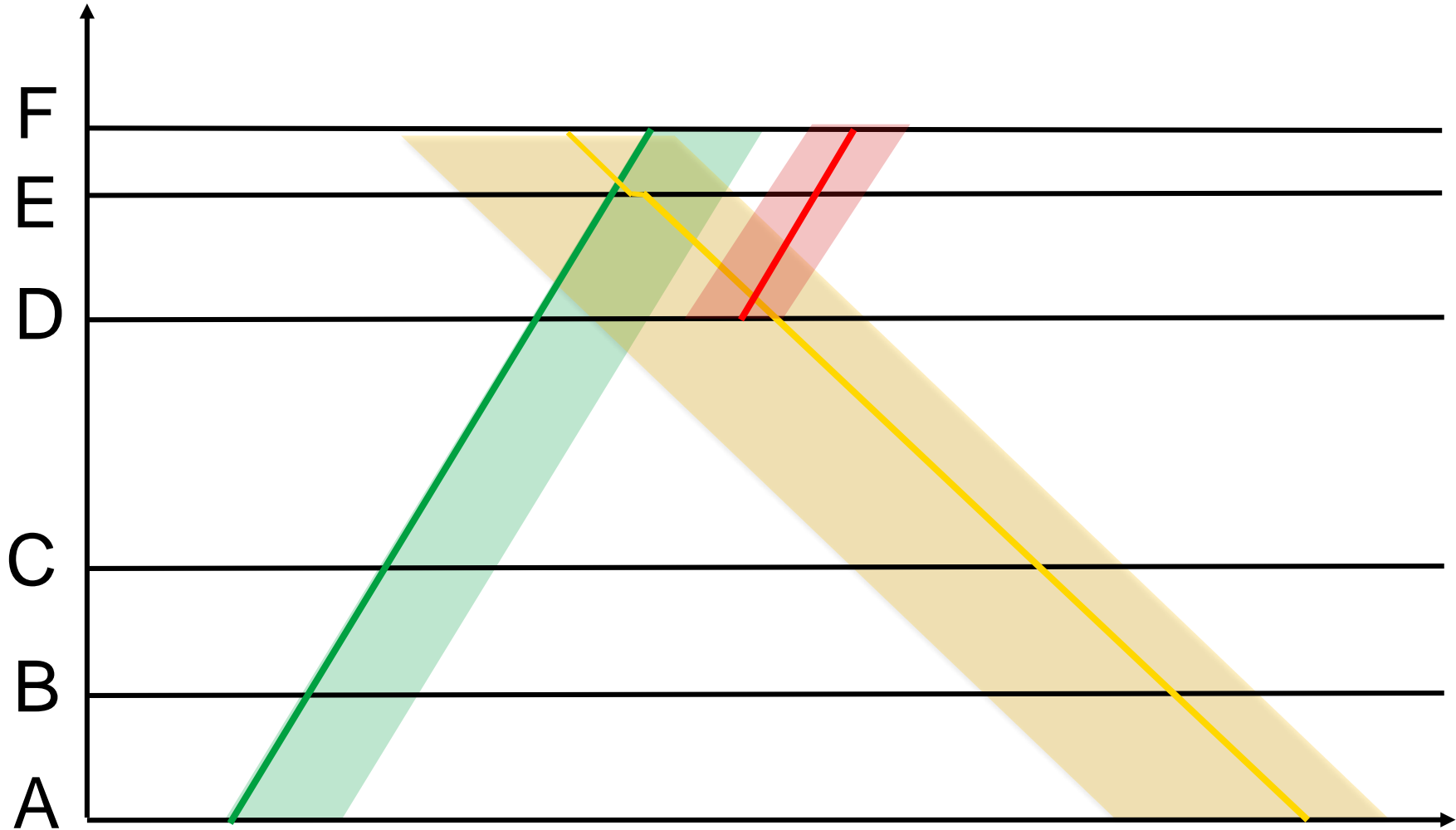
LÄGG TILL OCH SPIKA TÅG

GRÖNA OCH GULA TÅGET SKA LÄGGAS IN



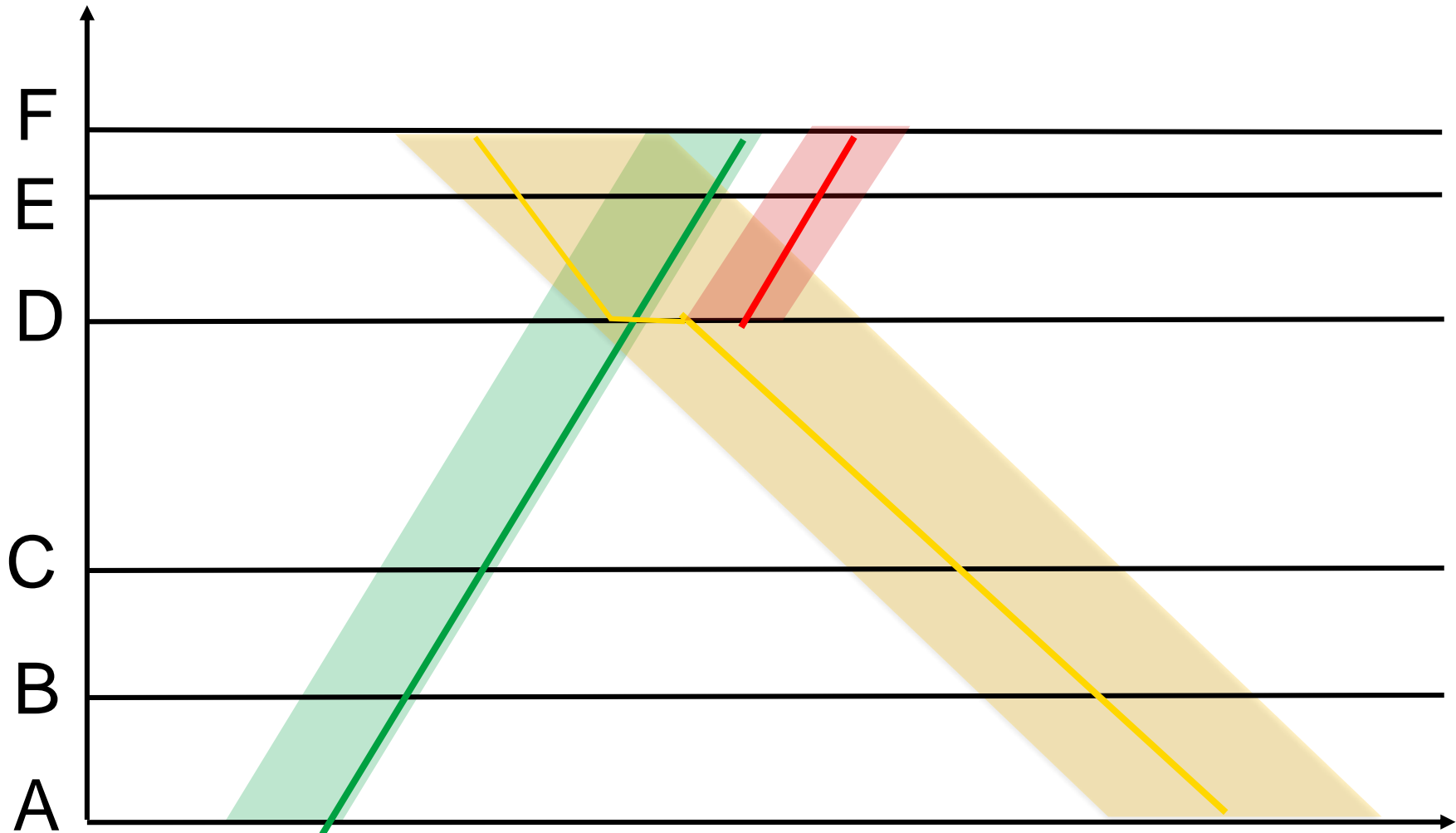
LÄGG TILL OCH SPIKA TÅG

GRÖNA OCH GULA TÅGET SKA LÄGGAS IN



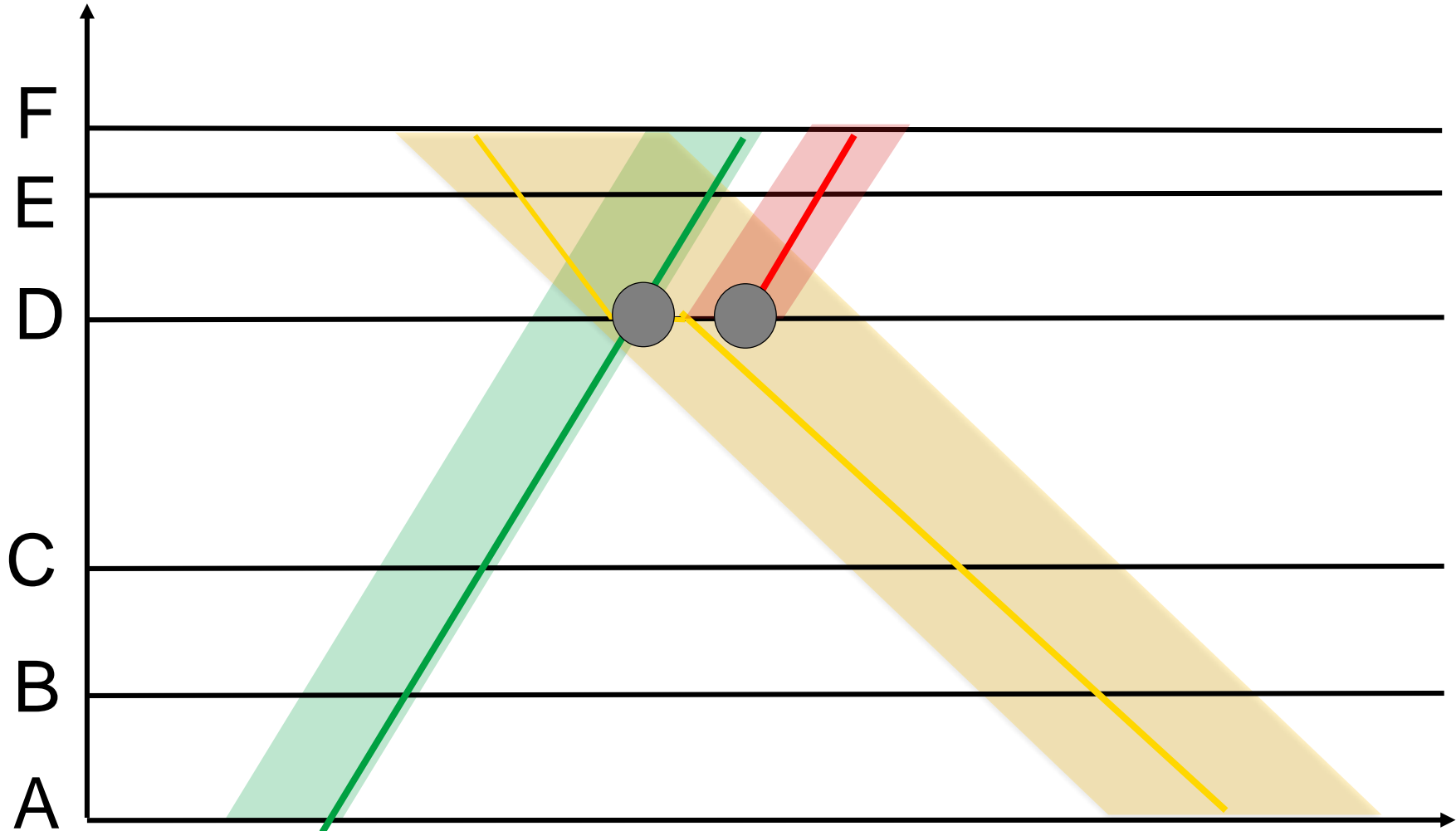
LÄGG TILL OCH SPIKA TÅG

GRÖNA OCH GULA TÅGET SKA LÄGGAS IN



LÄGG TILL OCH SPIKA TÅG

GRÖNA OCH GULA TÅGET SKA LÄGGAS IN



TVÅ UPPGIFTER

1. Hitta möjliga lösningar:

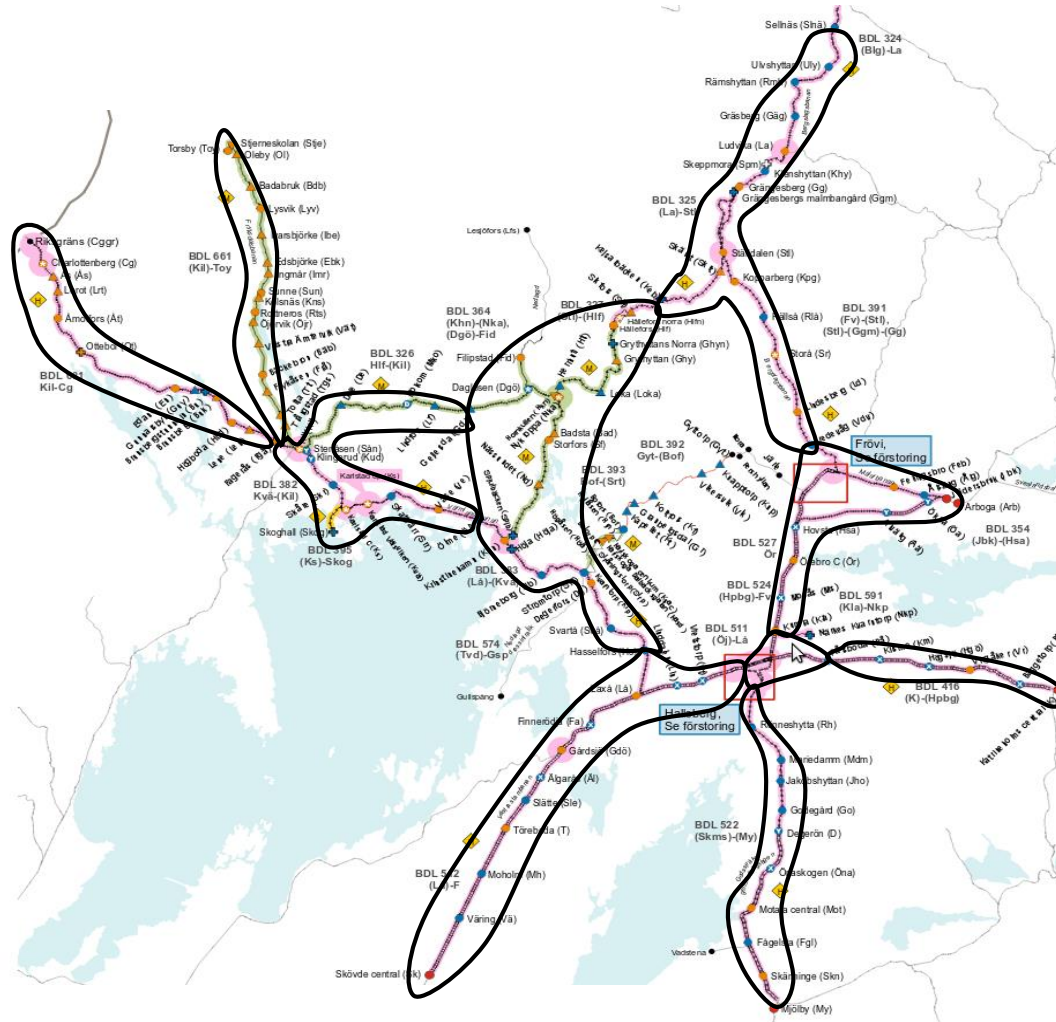
1. Lägg till och spika tåg
- 2. Iterativ geografipussläggning**
3. CPLEX kör som vanligt

2. Förbättra en möjlig lösning:

1. Lös om sämsta tåg
2. CPLEX Polishing
3. CPLEX kör som vanligt

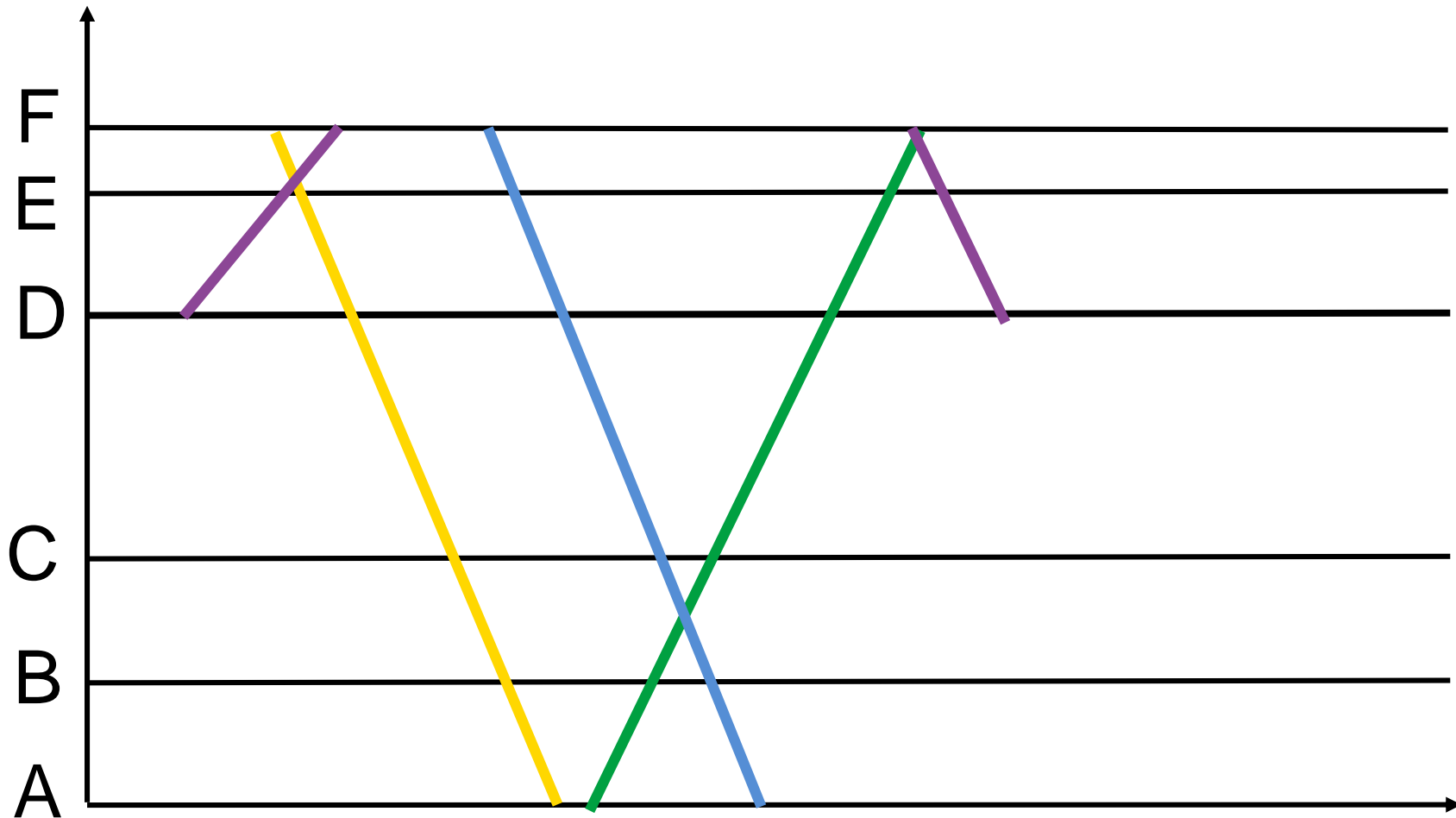
HITTA MÖJLIG LÖSNING

ITERATIV GEOGRAFIPUSSLINGSSHEURISTIK (IGPH)



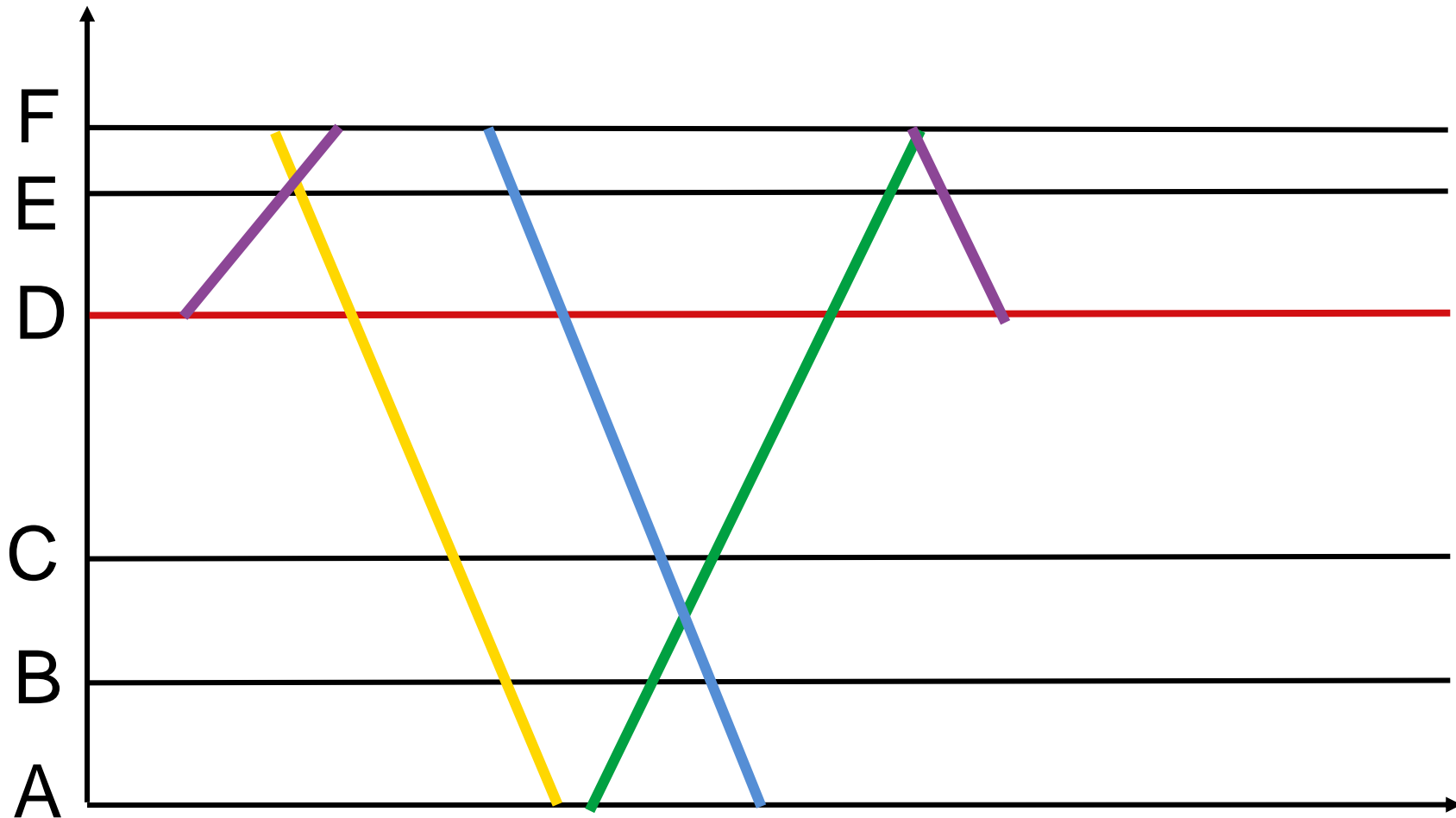
IGPH

1. DELA UPP PROBLEMET I MINDRE GEOGRAFI-BITAR



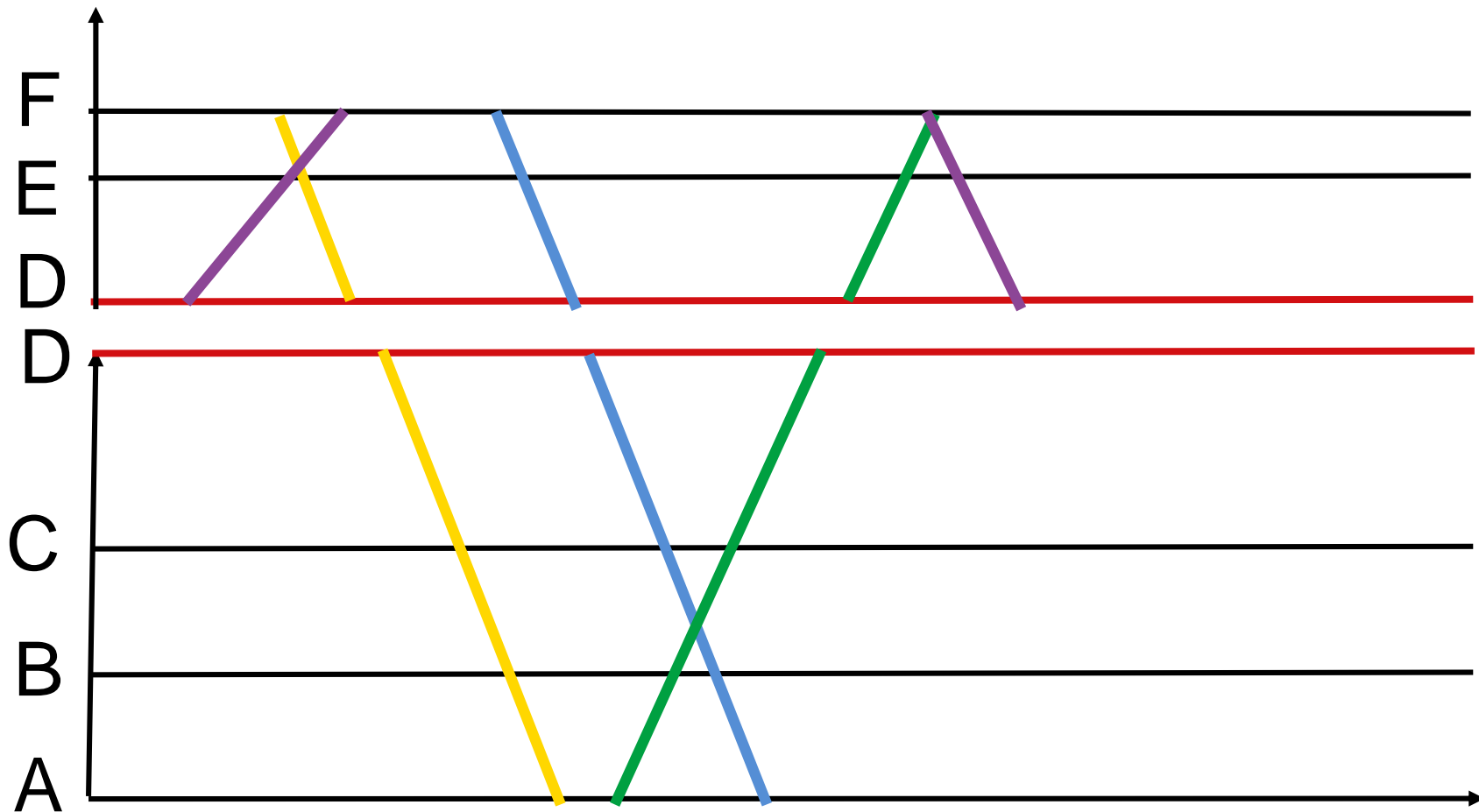
IGPH

1. DELA UPP PROBLEMET I MINDRE GEOGRAFI-BITAR



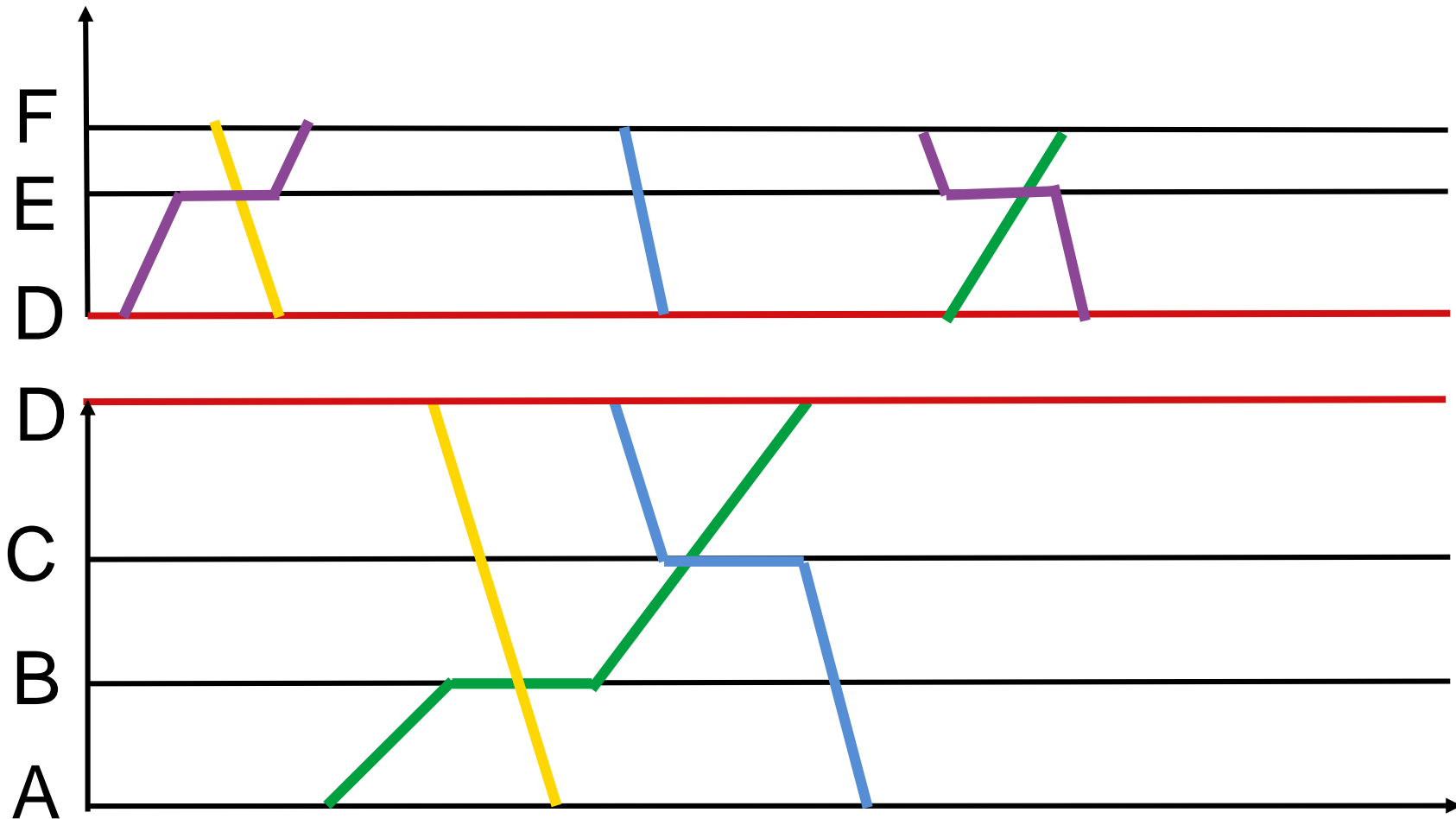
IGPH

1. DELA UPP PROBLEMET I MINDRE GEOGRAFI-BITAR



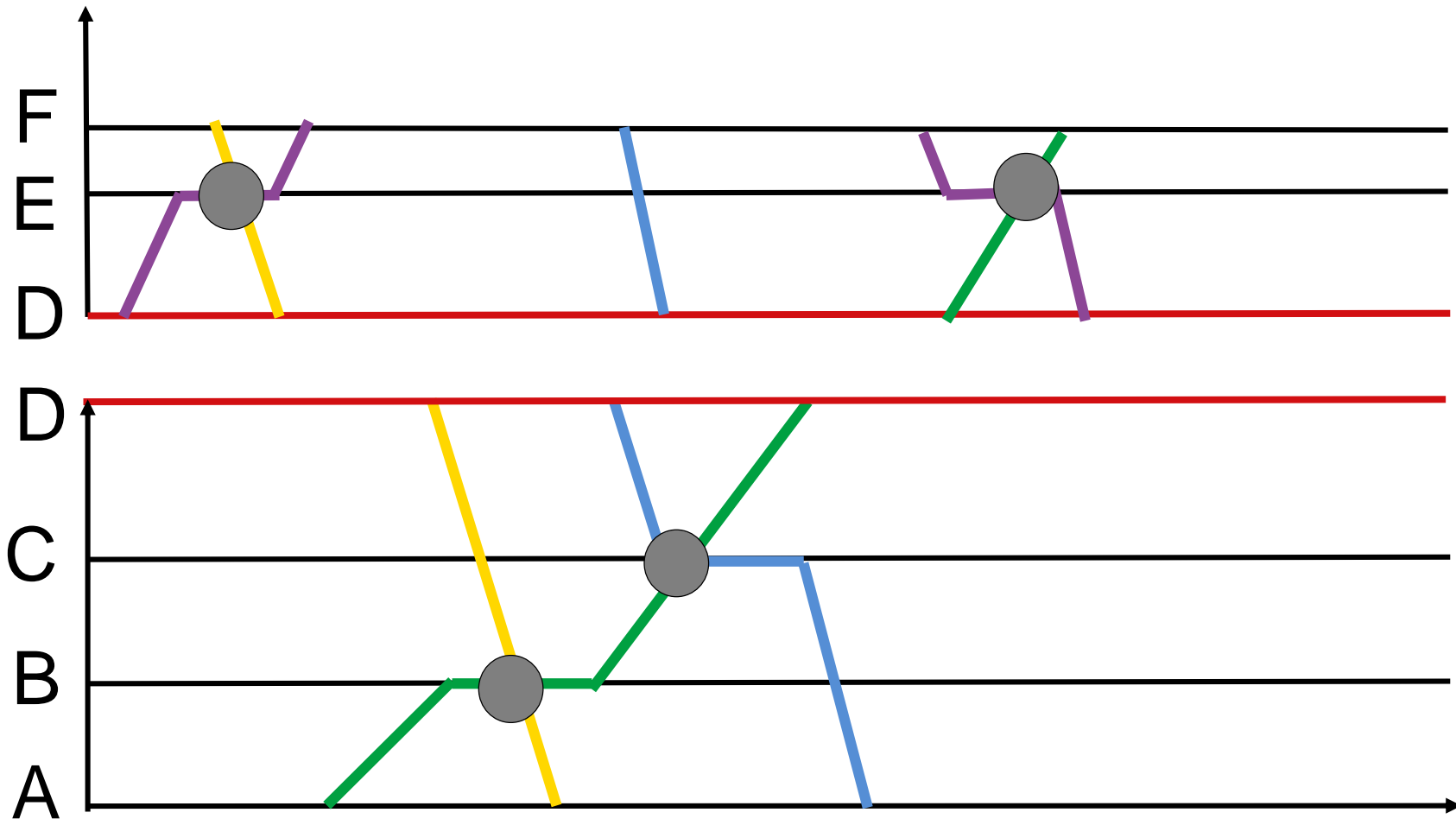
IGPH

2. TIDTABELL GEOGRAFIBITARNA



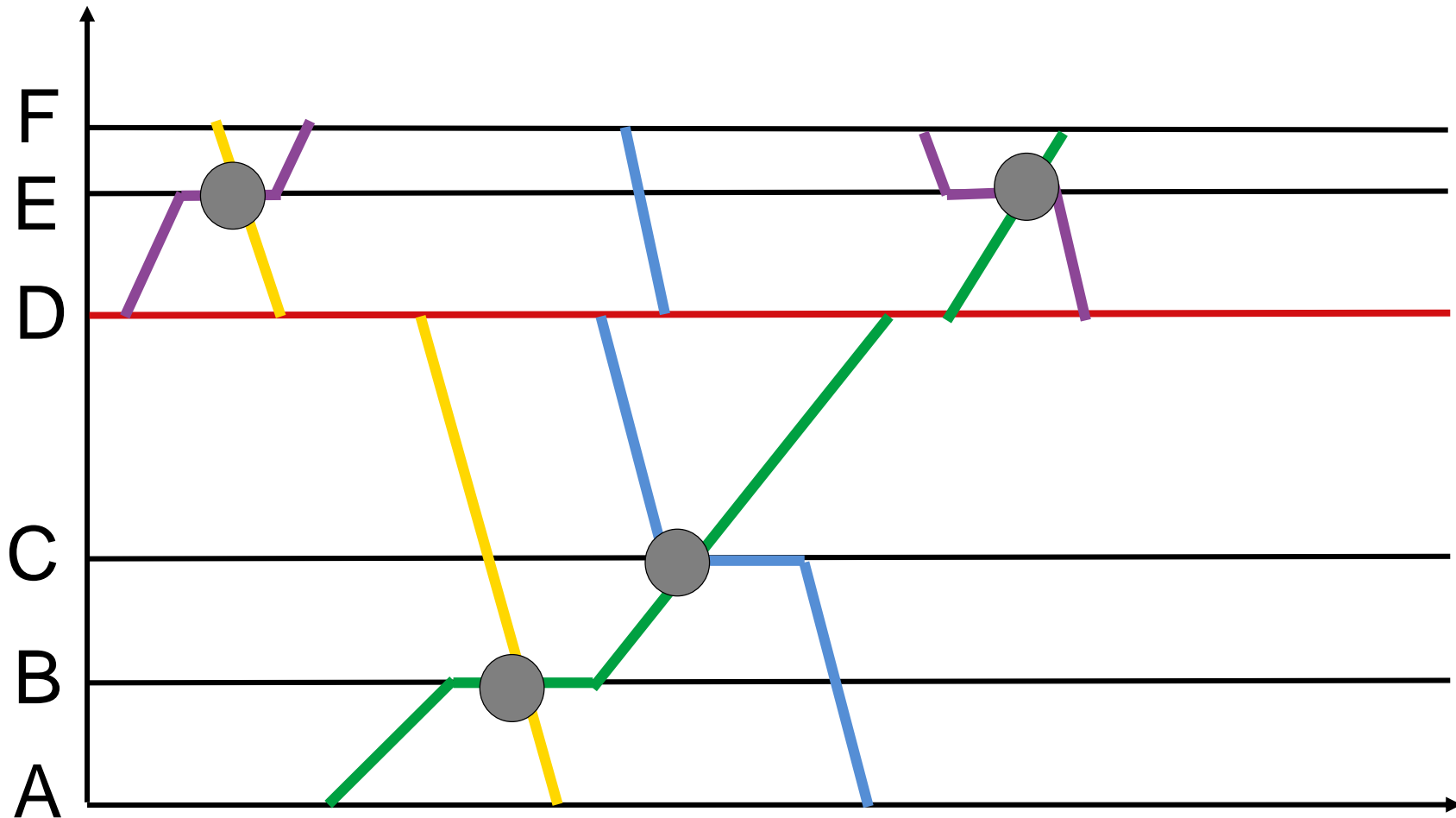
IGPH

3. SPIKA MÖTESPLATSERNA I BITARNA



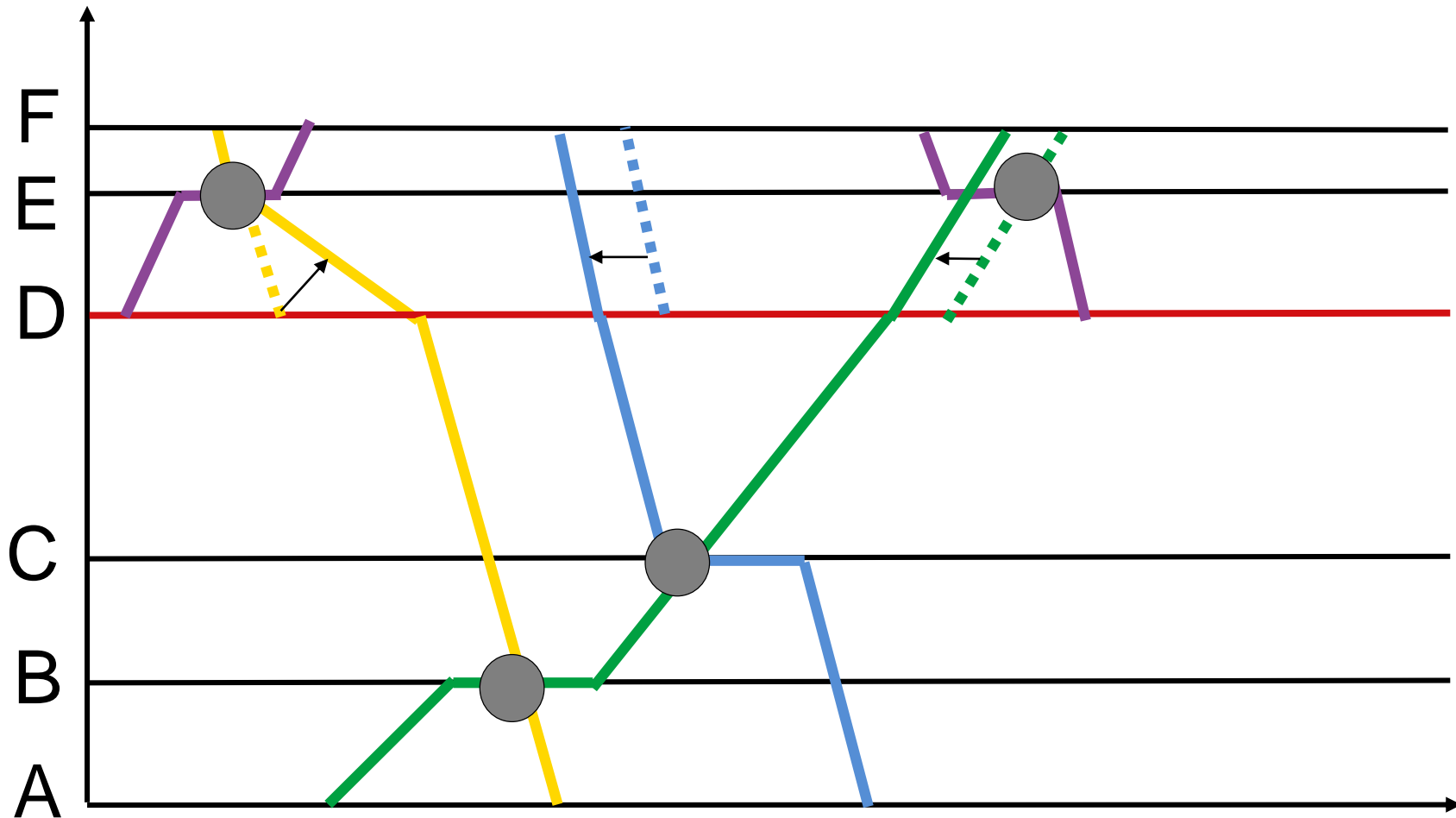
IGPH

3. SÄTT IHOP BITARNA OCH FÖRSÖK LÖSA DET TOTALA PROBLEMET MED SPIKARNA



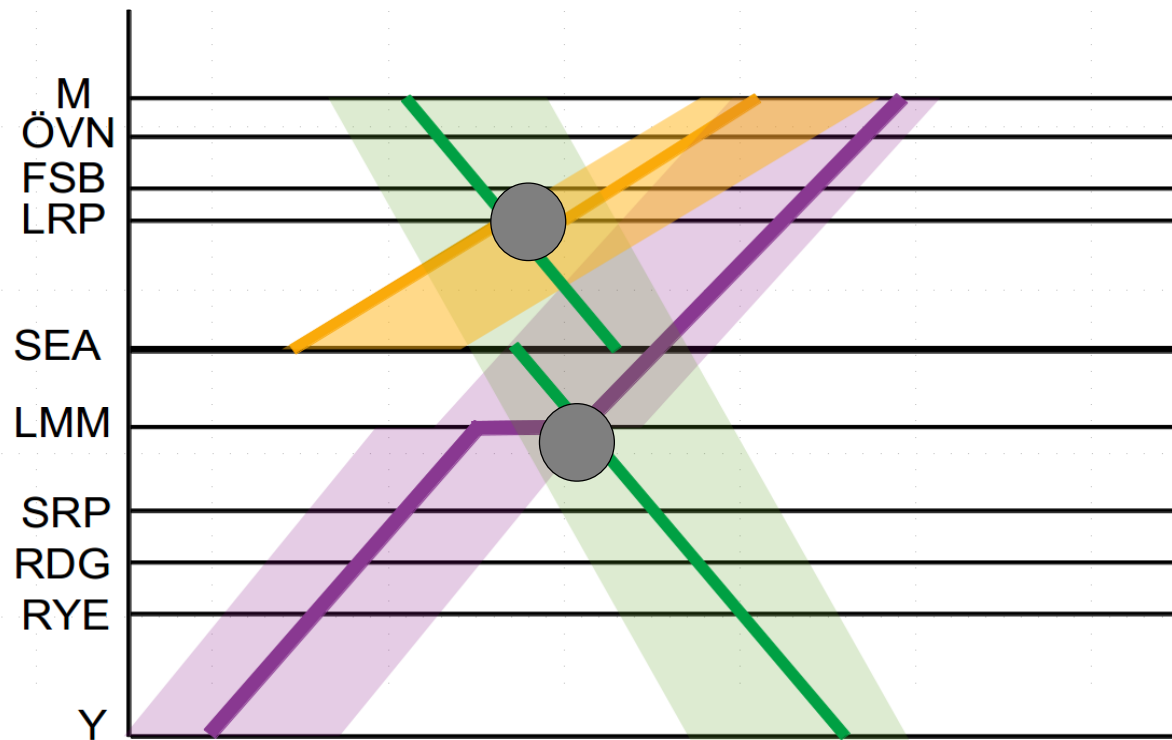
IGPH

3. SÄTT IHOP BITARNA OCH FÖRSÖK LÖSA DET TOTALA PROBLEMET MED SPIKARNA



IGPH

3. SÄTT IHOP BITARNA OCH FÖRSÖK LÖSA DET TOTALA PROBLEMET MED SPIKARNA

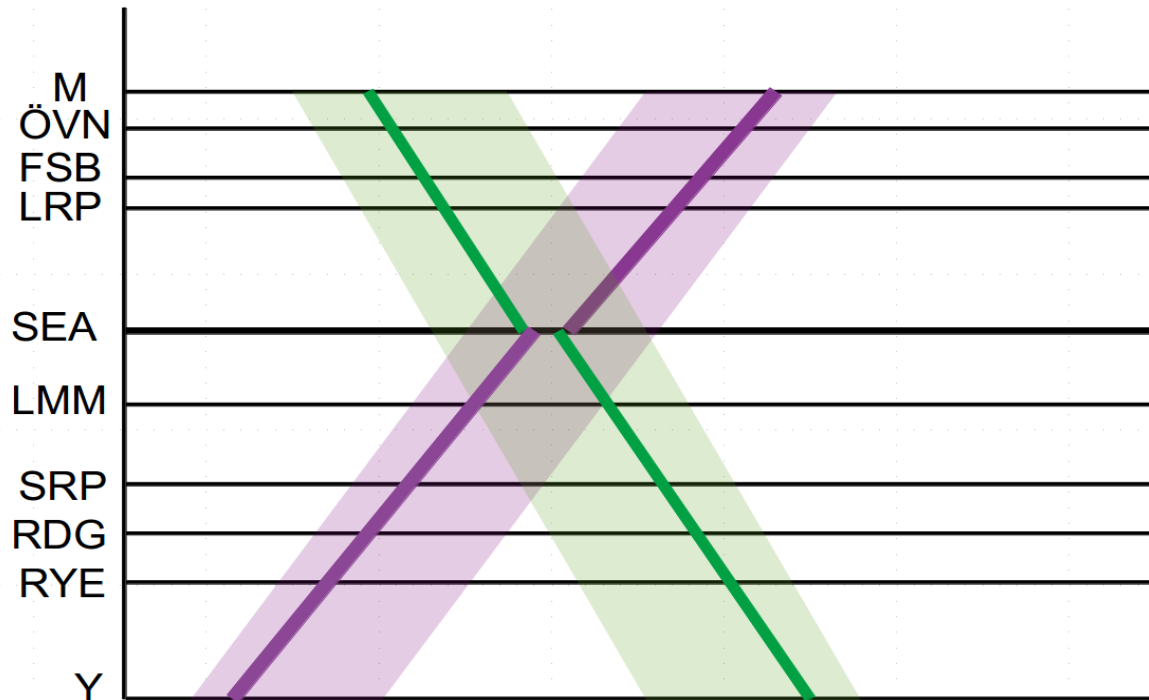


Givet de spikade mötesplatserna kan det gröna tåget aldrig hålla ihop tidsmässigt i SEA.

Tidsvillkoret måste relaxeras i SEA.

IGPH

3. SÄTT IHOP BITARNA OCH FÖRSÖK LÖSA DET TOTALA PROBLEMET MED SPIKARNA

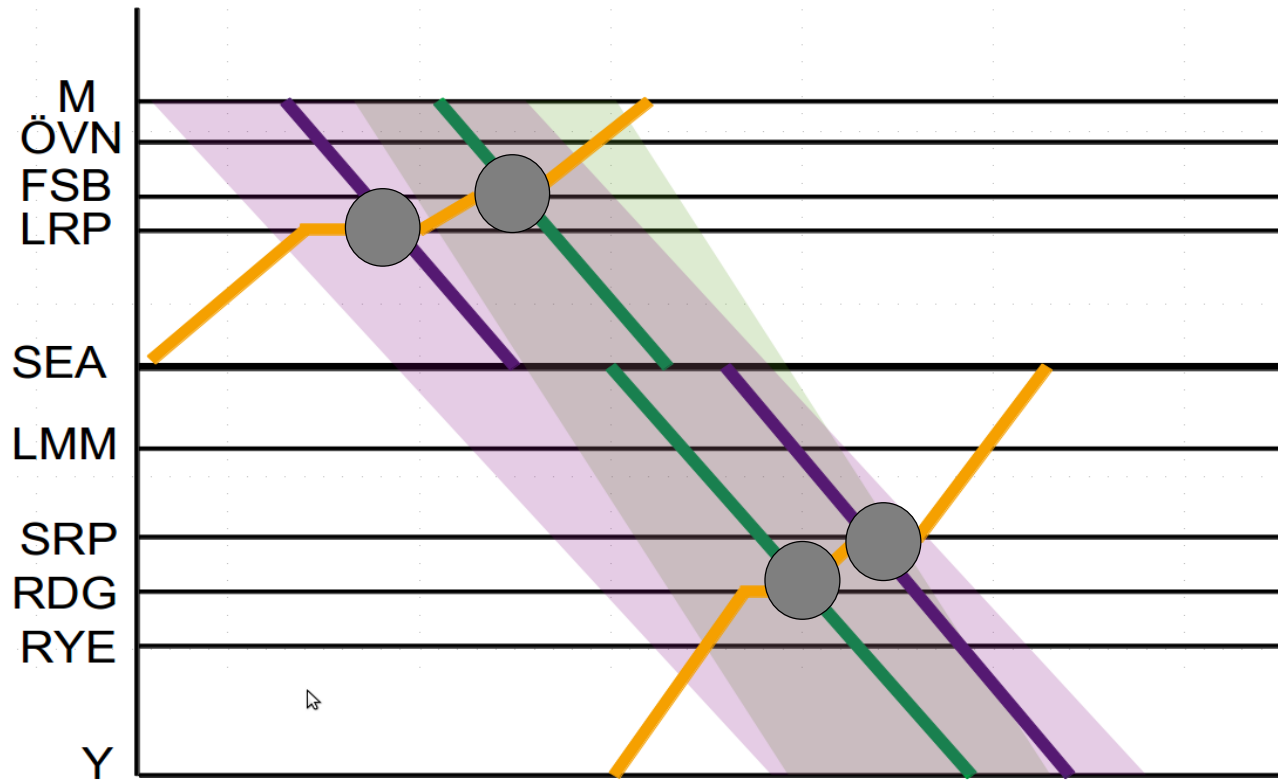


Båda problemen har satt mötet utanför sitt eget område. Om tågen inte kan mötas i SEA är problemet olösbart.

Mötesplatsvillkoret måste relaxeras i SEA.

IGPH

3. SÄTT IHOP BITARNA OCH FÖRSÖK LÖSA DET TOTALA PROBLEMET MED SPIKARNA

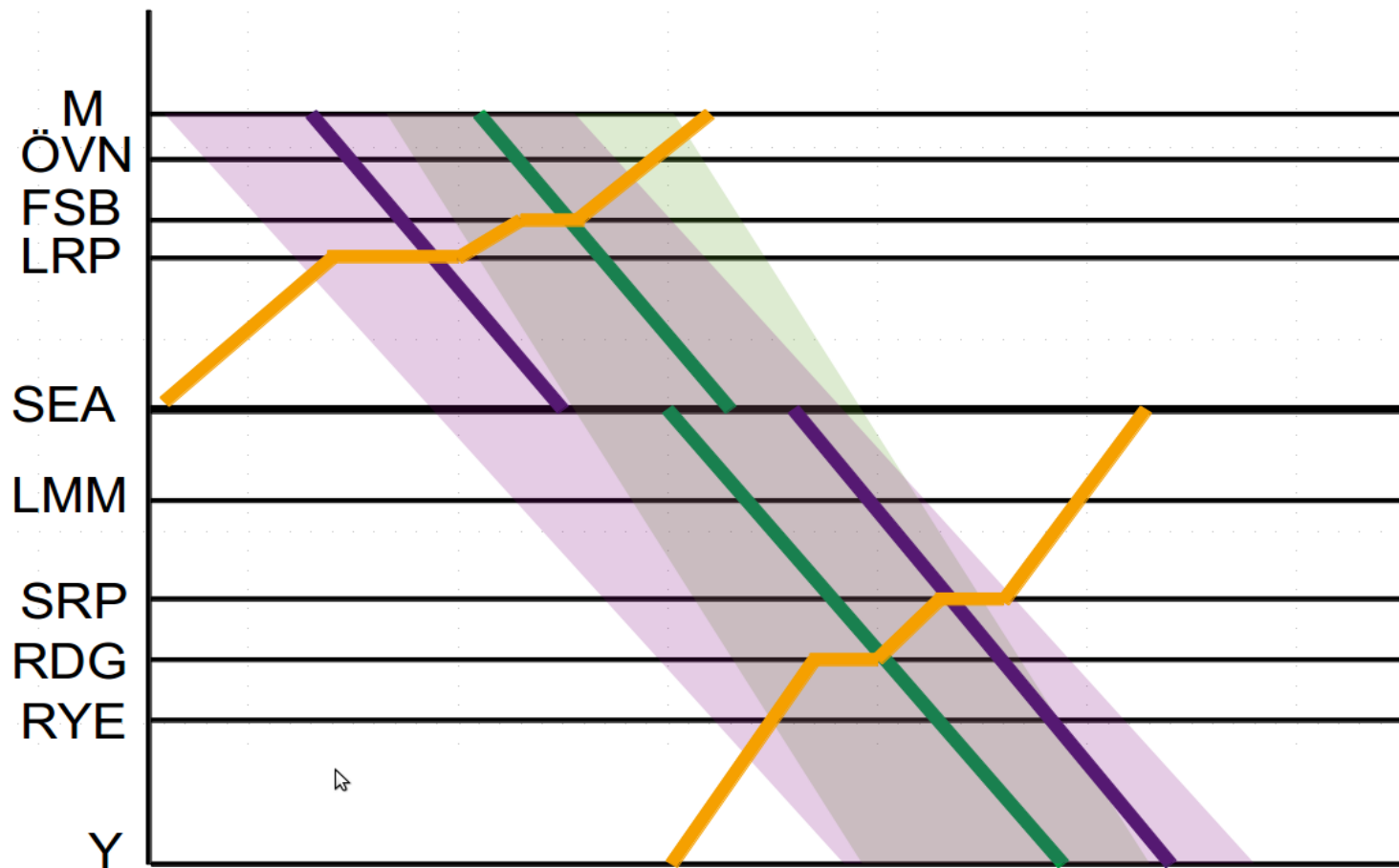


De spikade mötesplatserna get två olika tågordningar i SEA.

Tågordningsvillkoret måste relaxeras.

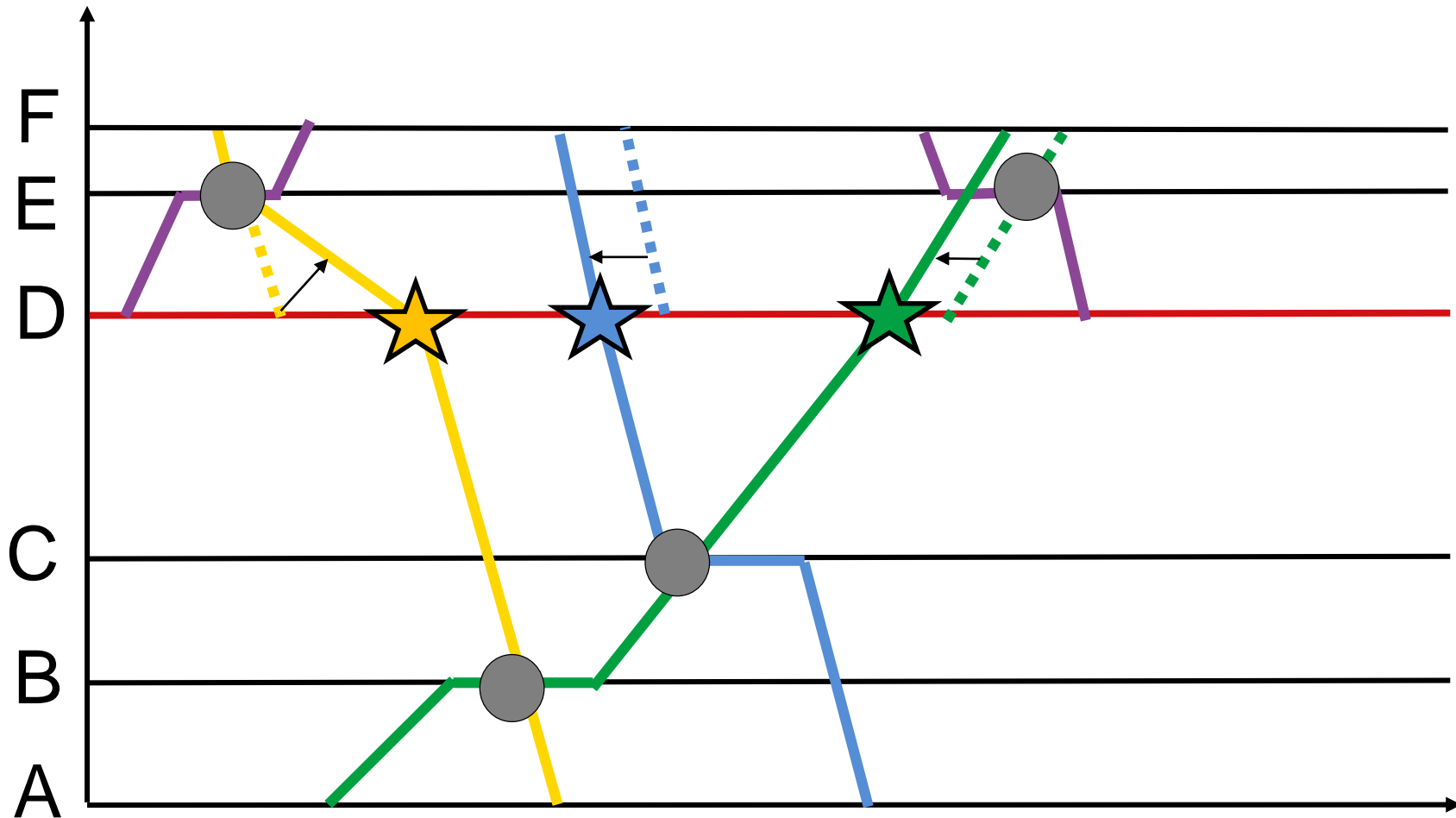
IGPH

4. SLÄPP TÅG SOM ÄR OGILTIGA I TOTAL-PROBLEMSLÖSNINGEN OCH LÖS IGEN. UPPREPA FÖR ALLA OGILTIGA TÅG.



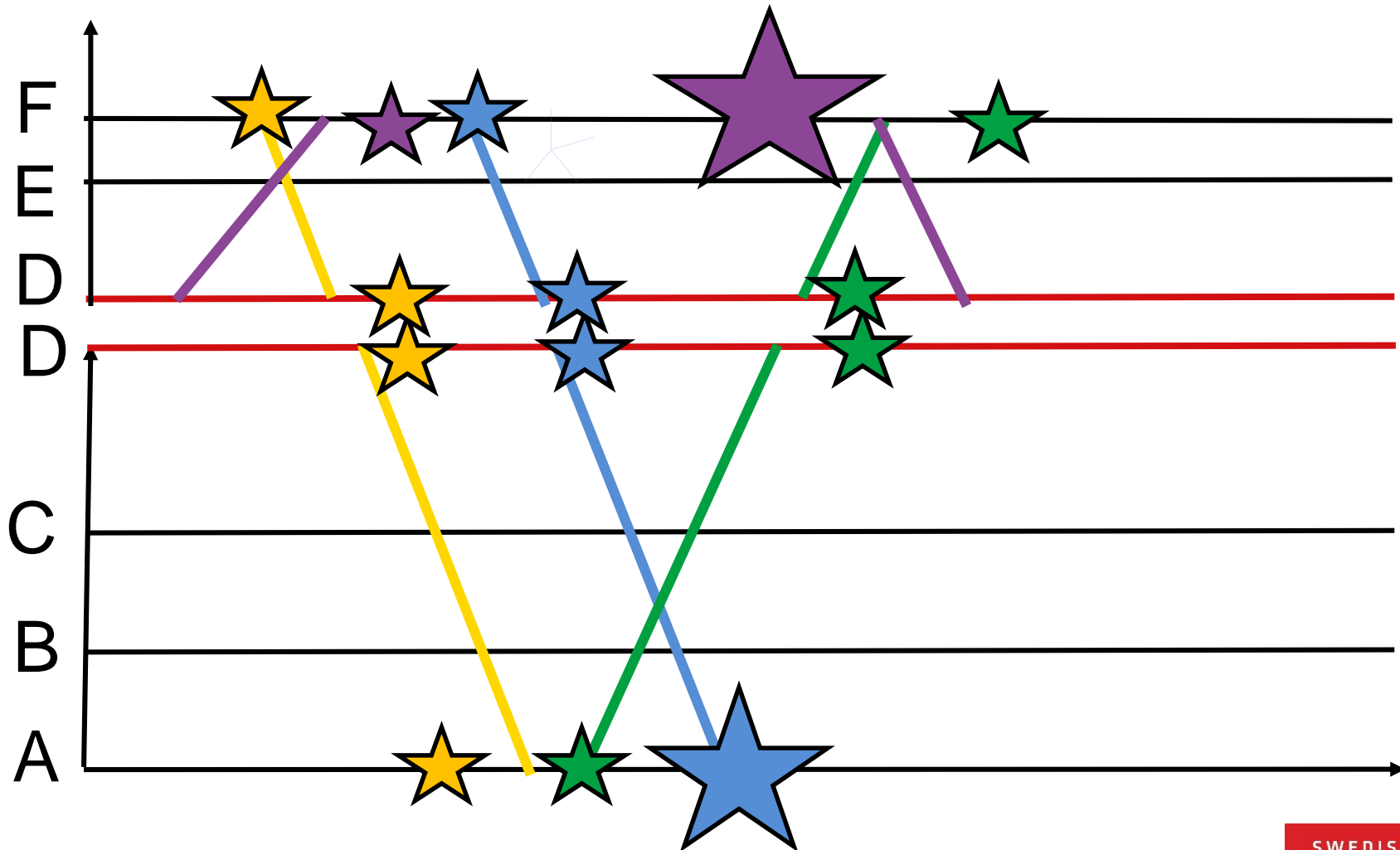
IGPH

5. OM INGEN GILTIG LÖSNING. DELA UPP IGEN OCH OPTIMERA TIDERNA I TOTALLÖSNINGEN.



IGPH

5. OM INGEN GILTIG LÖSNING. DELA UPP IGEN OCH OPTIMERA TIDERNA I TOTALLÖSNINGEN.



TVÅ UPPGIFTER

1. Hitta möjliga lösningar:

1. Lägg till och spika tåg
2. Iterativ geografipussläggning
3. **CPLEX kör som vanligt**

2. Förbättra en möjlig lösning:

1. Lös om sämsta tåg
2. CPLEX Polishing
3. CPLEX kör som vanligt

HITTA MÖJLIG LÖSNING

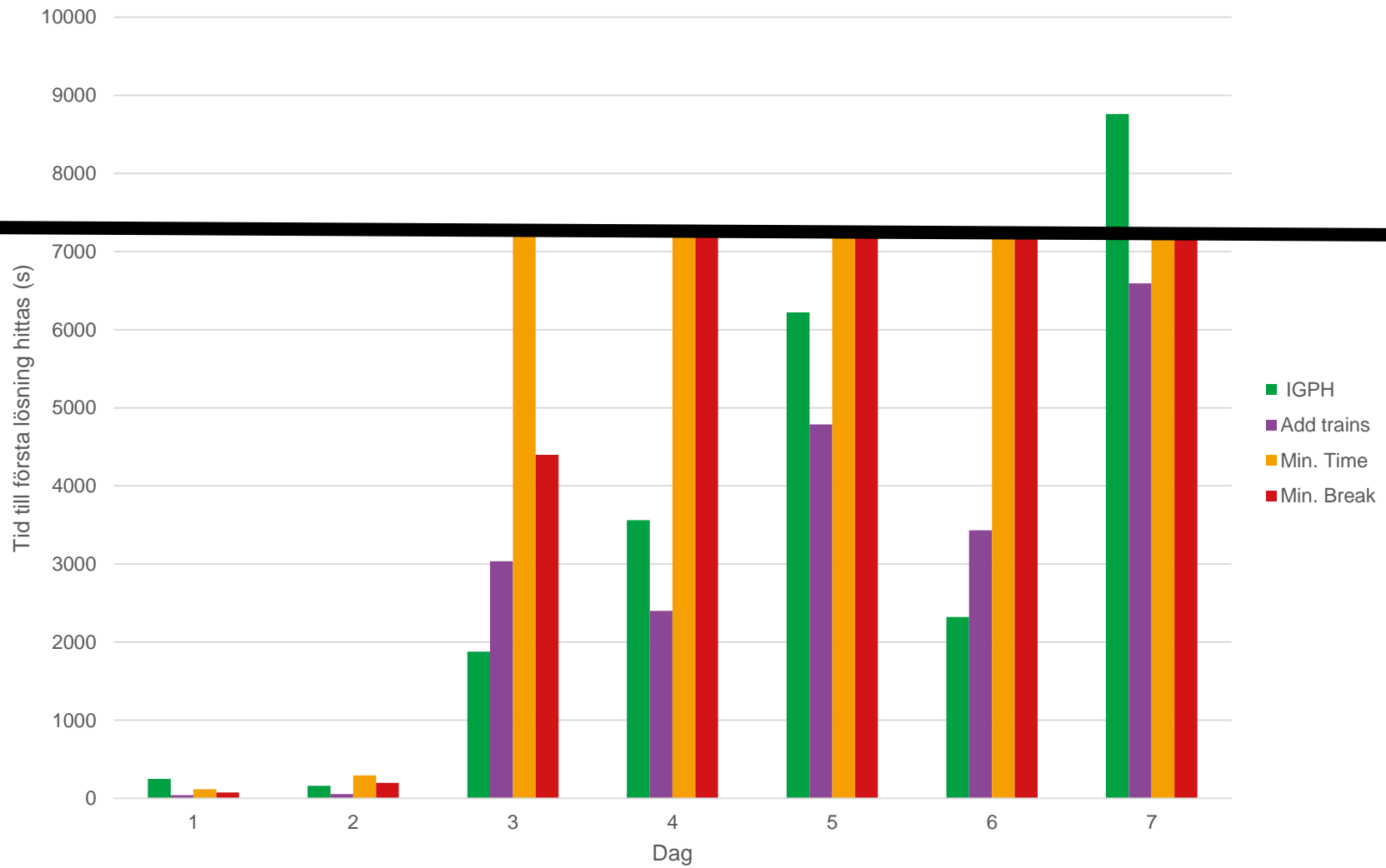
OLIKA MÅLFUNKTIONER OCH CPLEX 12.2

1. Spika alla beslutsvariabler och ändra så få som möjligt.

2. Minimera total körtid för tågen.

Stäng ner efter 2h.

RESULTAT



TVÅ UPPGIFTER

1. Hitta möjliga lösningar:



1. Lägg till och spika tåg
2. Iterativ geografipussläggning
3. CPLEX kör som vanligt

2. Förbättra en möjlig lösning:

1. Lös om sämsta tåg
2. CPLEX Polishing
3. CPLEX kör som vanligt

TVÅ UPPGIFTER

1. Hitta möjliga lösningar:

1. Lägg till och spika tåg
2. Iterativ geografipussläggning
3. CPLEX kör som vanligt

2. Förbättra en möjlig lösning:

1. Lös om sämsta tåg
2. CPLEX Polishing
3. CPLEX kör som vanligt

IMPROVEMENT HEURISTICS

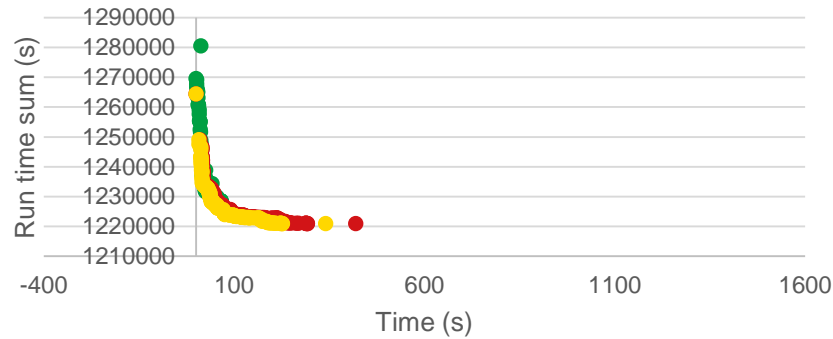
GÖR EN MÖJLIG LÖSNING BÄTTRE

1. Släpp alla mötesplatser och stoppmönster för tåg som har dåliga värden i målfunktionen (5 åt gången).
2. CPLEX 12.2 Polishing funktion, stäng efter 10 min.
3. CPLEX 12.2 Normal, stäng efter 10 min.

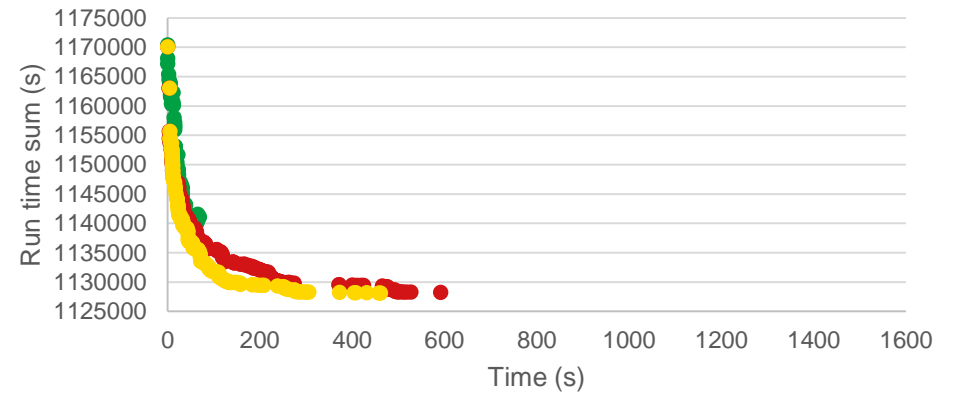
RESULTAT HA SAMMA TIDSKALA

Worst trains Polish Cplex standard

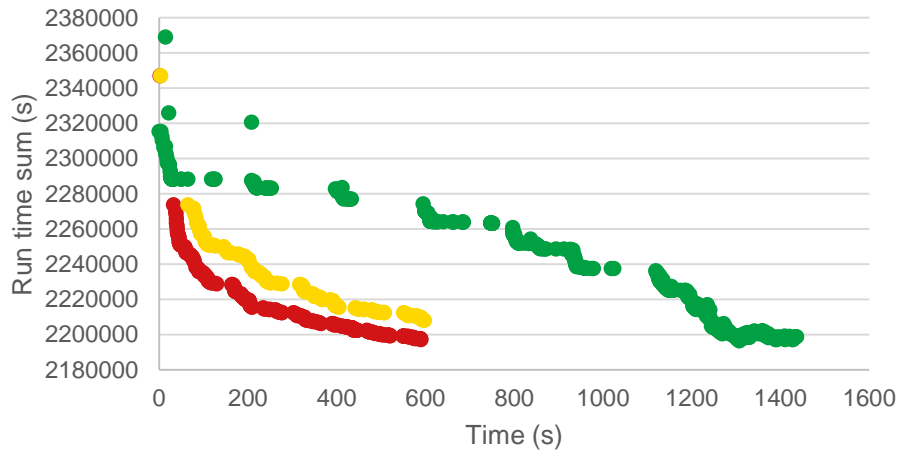
Day 1



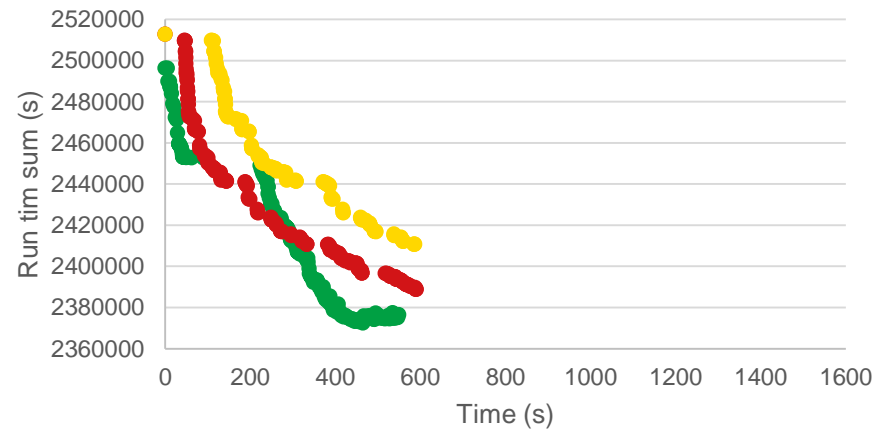
Day 2



Day 3

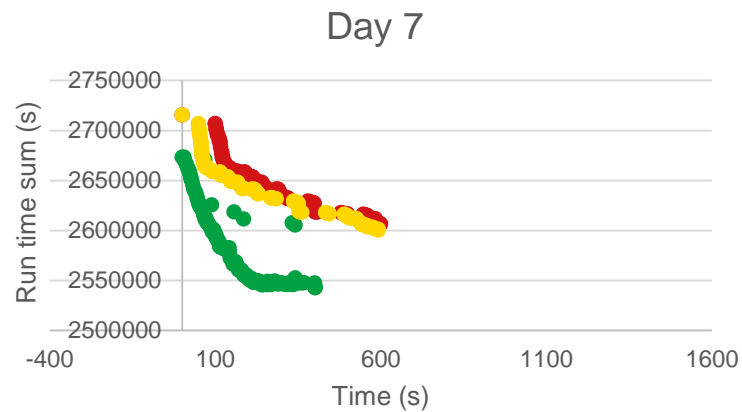
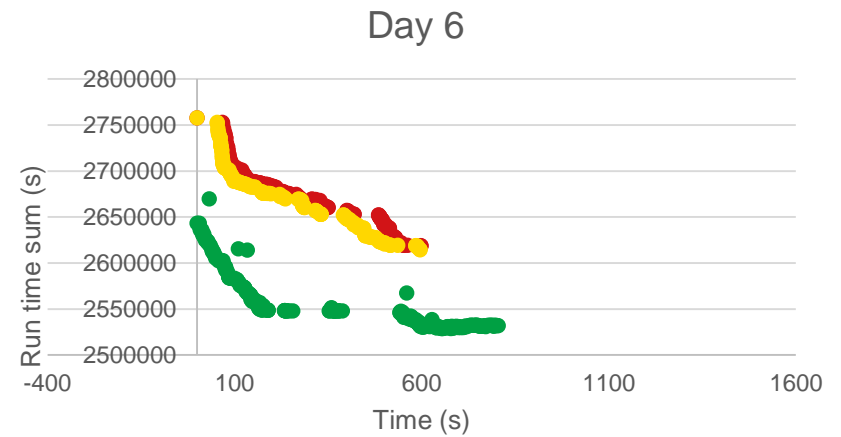
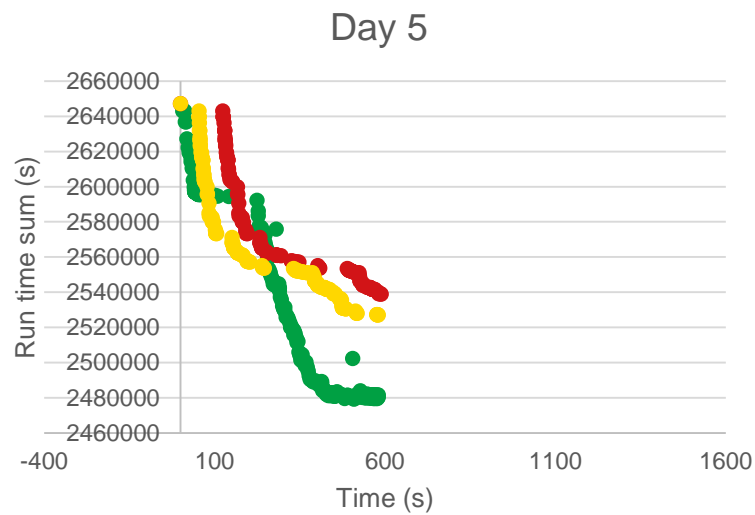


Day 4



RESULTAT

Worst trains Polish Cplex standard



TVÅ UPPGIFTER

1. Hitta möjliga lösningar:

- ★ 1. Lägg till och spika tåg
- 2. Iterativ geografipussläggning
- 3. CPLEX kör som vanligt

2. Förbättra en möjlig lösning:

- ★ 1. Lös om sämsta tåg
- 2. CPLEX Polishing
- 3. CPLEX kör som vanligt

SAMMANFATTNING

- Mål: Hitta metod för att lösa stora geografiska områden genom att anpassa problemet på olika sätt.
- Två-steps metod: Hitta möjlig lösning först, förbättra sedan.
- Hitta lösning: Bäst att lägga till 5 tåg åt gången.
- Förbättra lösning: Ta bort sämsta tåg och lägg till igen.
- ...fungerar bättre än att lösa rakt av med cplex men tar fortfarande lång tid.
- Många inställningar som skulle kunna påverka.