

Energieffektiv tågkörning med CATO

- Överblick av CATO-systemet
 - Syfte & grundläggande idéer
 - Energikvitton
- Aktuella frågeställningar och pågående arbete
 - (C)ATO på tunnelbanan
 - Långa tåg med distribuerad dragkraft
 - Dynamiska restriktioner

Magnus Åhlander

Transrail Sweden AB

- Öka punktlighet
- Detaljstyr tågs passagetider
- Öka kapacitet på banan
- Minska slitage på fordon/bana
- Energoptimera

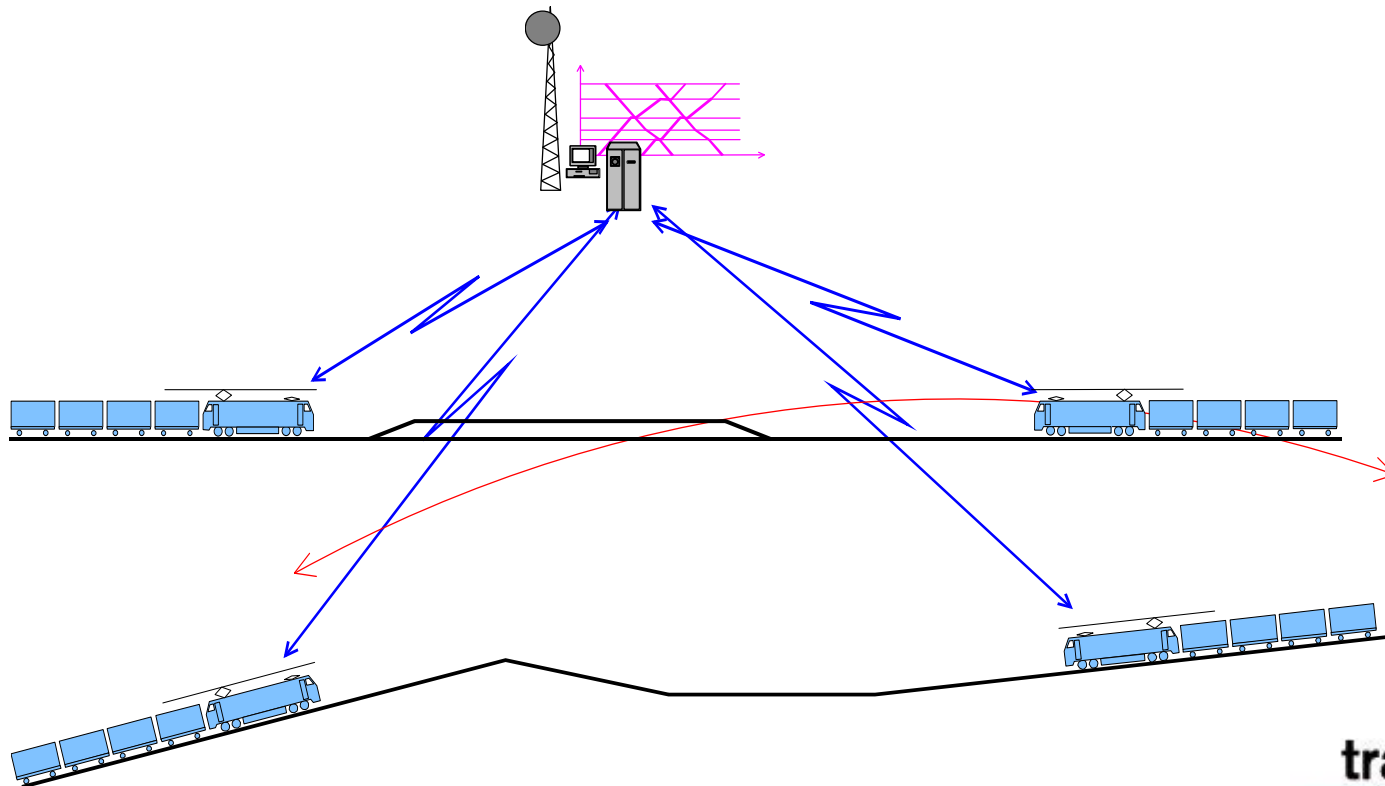


 **10%**
INCREASED LINE CAPACITY

 **20-25%**
ENERGY REDUCTION

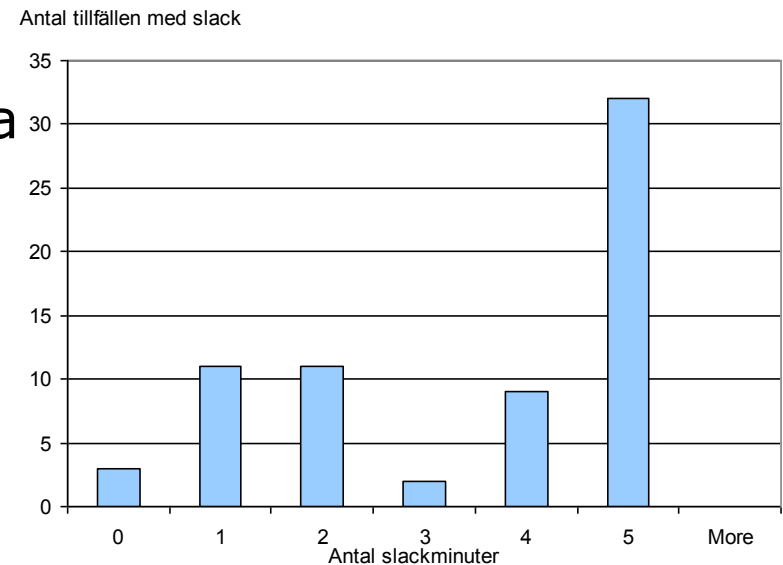
 **30%**
REDUCTION IN BRAKE MAINTENANCE

Styr tågens rörelser utifrån systemövergripande perspektiv
Samordna hastighet, inbromsning för optimala möten
Kör inte fortare än vad som behövs!
Utnyttja topografin: gasa och bromsa på rätt ställen



Utnyttja befintliga frihetsgrader i tågföringen:

- de "tidsslack", som byggs in i tidtabellen och som uppstår i praktisk drift
- dagliga variationer i tågprestanda
- dagliga variationer i tågföringen



Kör inte fortare än trafiken kräver!

Kommunikation mellan central dator och tåg

Central dator (CATO-TCC)

Kopplad till trafikledning
(STEG i LKAB-fall)



Ex: "Ankom position A
senast kl 15:39:53"

CATO-TCC till tåg:
målpunkter för tåget
bandata

The diagram shows a blue train on a track. A blue arrow points from the central computer to the train, labeled 'CATO-TCC till tåg: målpunkter för tåget bandata'. A yellow callout box points to the train with the example text: 'Ex: "Ankom position A senast kl 15:39:53"'. The train is shown with a locomotive and two passenger cars.

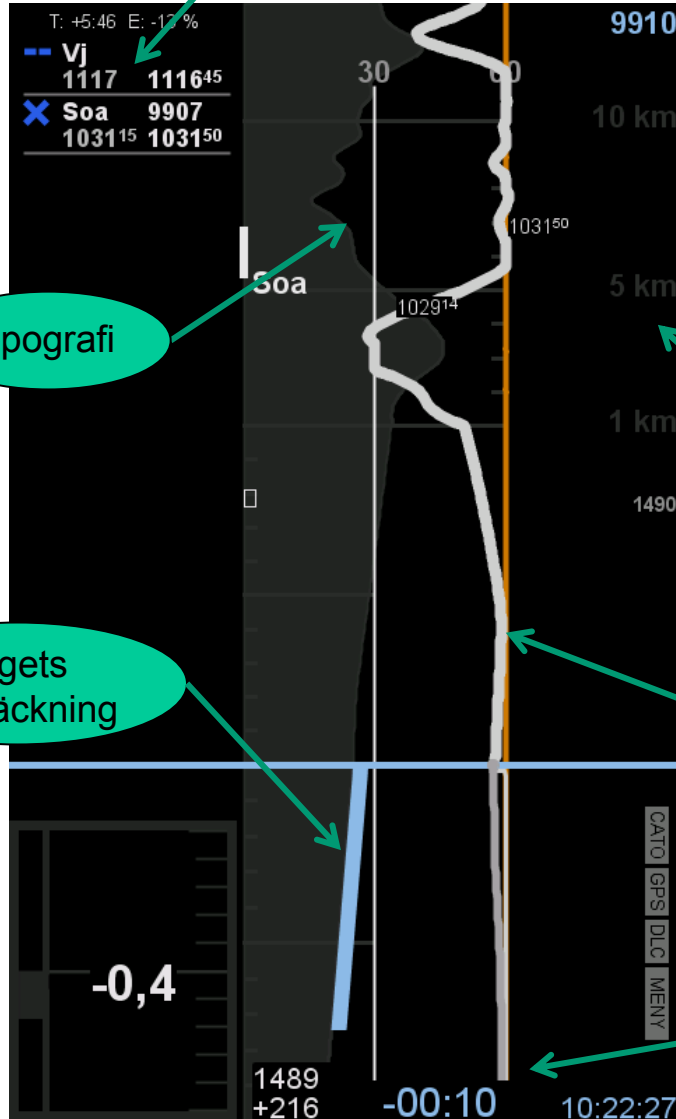
Dator i lok (CATO-TRAIN):

Beräknar optimal körprofil för tåget
givet målpunkter

The diagram shows a blue train on a track. A blue arrow points from the central computer to the train, labeled 'CATO-TCC till tåg: målpunkter för tåget bandata'. A yellow callout box points to the train with the example text: 'Ex: "Ankom position A senast kl 15:39:53"'. The train is shown with a locomotive and two passenger cars.

Förargränssnitt

CDMI – Cato Driver Machine Interface



målpunkter

topografi

tågets utsträckning

drygt 10 km framförhållning

rekommenderad hastighet

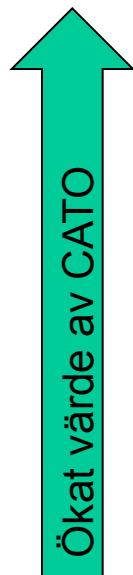
aktuell position, avvikelse och tid



Placering i förarpanel

- Sätter villkor på tid & hastighet vid passage av olika positioner
- Uppstår till följd av stopp, möten, förbigångar, banarbeten...

Ex: "Ankom position A
senast kl 15:39:53"



Målpunkter sätts av tågklarerare
Optimeras av CATO

Målpunkter sätts av tågklarerare

Målpunkter matas in av lokförare

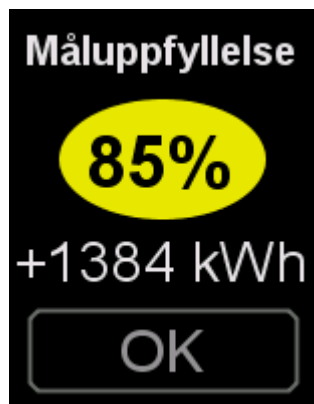
Statiska målpunkter



Jämförelse av energiförbrukning (uppskattad):

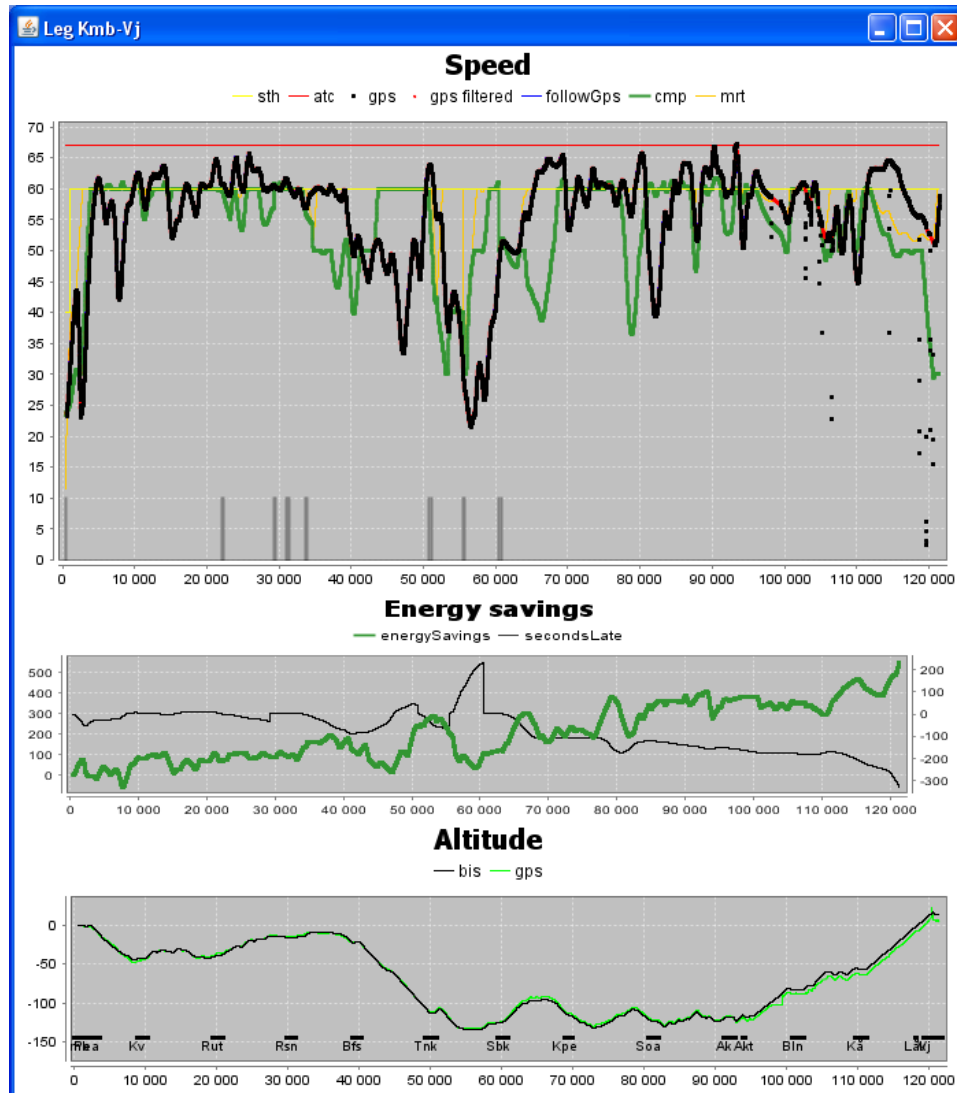
- CATO:s hastighetsangivelser
- Faktisk körning

Presenteras i CDMI
efter körning:



Jämförelser kan göras i
efterhand:

- Nyttöanalys för att bedöma besparingspotential med CATO.



- Loggar data från alla körningar
- Stöd vid utvärdering

Utvärdering lokförare:

- Målpunktsprickning
- Följning av CMP
- Energibesparing
- ...

Utvärdering tågklarare:

- Långa tider med närmaste målpunkt onåbar
- Sena omplaneringar med stor påverkan på målpunkt
- Stopp i infart, förutsatt att förare i båda tågen följer CMP
- Stort slack i körningens sista sträcka
- ...



LKAB

- Alla 26 IORE-lok CATO-utrustade
- Långa, tunga tåg (746m, 8600ton, 60-70 km/h)
- Dynamisk tidtabellsinformation från kopplat tågledningssystem (Trafikverkets STEG)
- Möteshantering



ATrain

- Alla 7 tågsätt CATO-utrustade
- Korta, snabba tåg (93m, 200ton, 200 km/h)
- Statisk tidtabellsinformation (95% av körningar håller tidtabell)

CATO



Nya
utmaningar!

CATO ATO-läge (Automatic Train Operation)

Olika sätt att följa CATO:s
hastighetsprofil:

- Kontroll av CATO genom gas- och bromslägen
- Kontroll av fordonets kontrollsysteem baserat på hastighetsangivelser från CATO

Säkerhet garanteras hela tiden av ATP-systemet (ATC)

Fördelar med CATO:

- tåg ankommer precis i tid
- reducerad energiförbrukning
- ökad passagerarkomfort

Kontroll genom att koppla samman operativa tidtabeller, tåg hastigheter, tågledning och tågföring med hjälp av moderna IT- och kommunikationslösningar

1. Planerade tidtabell med eventuella avvikelser



2. Optimera tidtabeller för att hålla trafiken enligt plan

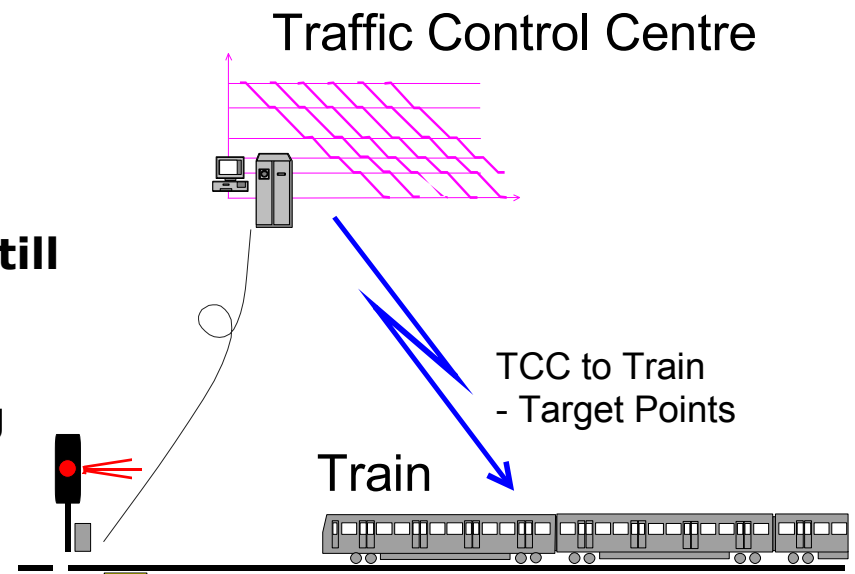


3. Skicka individuella tidtabeller till tågen



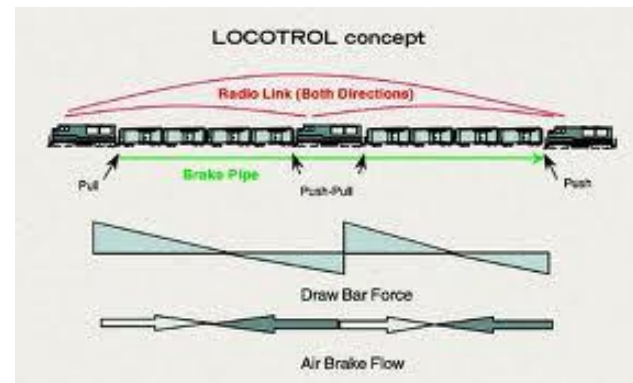
4. Optimera körning för varje tåg

- Ankom precis i tid
- Minimera energiförbrukning



Distribuerad dragkraft:

- Lokenheter i framända samt inuti tåget och/eller i dess bakända
- Lokenheter styrs av lokförare i framändan
- Radiokommunikation av gas- och bromslägen till andra lok
- Synkron- eller asynkron (olika elpådrag/elbroms i olika dragenheter) styrning



Fördelar med distribuerad dragkraft:

- Bättre kurvtagning (minskade sidokrafter i kurvor)
- Minskade koppelkrafter
- Bättre bromsning pga. snabbare tillsättning/lossning

Utmaningar CATO:

- Distribuerad dragkraft – hantering av asynkrona gas- och bromslägen
- Kurvmotstånd som funktion av hastighet mm. – kan påverka energiförbrukning ~5%
- Hantering av koppelkrafter – tåget får inte ryckas sönder
- Förfining av bromsmodell – modellering av bromstryck per vagn

Problem:

- CATO tar inte hänsyn till dynamisk tågväg- och passagedata från andra tåg. Riskerar att:
 - Få stopp bakom framförvarande (kör för snabbt)
 - Orsaka stopp för bakomvarande tåg (kör för långsamt)
- Problemen har observerats tex. för Arlandatågen som delvis delar bana med pendeltåg

Utmaningar CATO:

- Få tillgång till dynamisk tågväg- och passagedata från andra tåg (tex. via TPOS i Sverige)
- Ta fram dynamiska restriktioner för CATO-tågen (som säkrar att man kör lagom fort) utifrån dynamisk tågväg- och passagedata
- Inkorporera dynamiska restriktioner i beräkningslogik och optimering i CATO



Tack för att ni lyssnade!

www.cato.transrail.se

www.transrail.se/CatoFilm.php