

Förarstödssystem i Sverige och Standardisering av deras kommunikation



TRAFIKVERKET

Niklas Biedermann
UHje
niklas.biedermann@trafikverket.se

Innehåll

- Förarstödssystem
- Förarstödssystem i Sverige
- Datakällor
- SFERA
- Reflektioner

Förarstödssystem

- DAS – Driver Advisory System
 - Ett system som har till uppgift att optimera körningen genom att ge föraren råd kring optimal hastighet / pådrag i varje givet ögonblick
 - Energi
 - Effekt
 - Underhåll / slitage
 - Komfort
 - Tågföring / kapacitet
 - Flexibilitet (trafikplanering realtid)
 - ”bekvämlighet”
 - Osv...

Förarstödssystem – 3 varianter

- S-DAS Standalone
 - Ett förarstödssystem som inte har kommunikation med t.ex. ett trafikledningssystem (eller endast enkelriktad kommunikation)
- C-DAS Connected
 - Förarstödssystemet kommunicerar med trafikledningssystemet och ger olika rekommendationer till föraren beroende på övrig trafik
- ATO Automatic train operation
 - Steget mellan automatisk körning och ett C-DAS system kan vara väldigt litet
- Dessa system bör (ska!) inte vara säkerhetssystem
 - ATC / ATP, ETCS etc tar hand om detta
 - Tjeckien har t.o.m. ATO utan ATP-system
- Olika nivå av integration i fordonet
 - App i smarta telefonen / läsplatta
 - Skärm i förarbordet
 - Kommunikation med TCMS – systemet eller fristående

Förarstödssystem i Sverige

- Rapport genomförd av KTH hösten 2017
- Transrail: CATO
- Tydal Systems
- Cubris – GreenSpeed
- (STREAM DAS)

	Transrail	Tydal Systems			Cubris	
	CATO	TrAppen	SkyNet	AEx Operation	Info Tracker	Cubris Greenspeed
Tågkompaniet	2017-					
Arlanda Express	2015-2016			2015-		
LKAB (Malmbanan)	2012-2016					
SJ		2011-				
Hector Rail			2013-			
Nordiska Tåg					2016-	
Transdev: Snälltåget					2017-	
Transdev: Öresundståg, Krösatågen (nord och sud), Kustpilen						2015-

Datakällor

- Alla DAS system använder egna servrar på ett eller annat sätt
- I dagsläget finns bara S-DAS system
- BIS – Ban Informations System
 - Databas som innehåller information om infrastrukturen, objekt, såsom antal spar, växlar, broar, plankorsningar, plattformar, signaler osv samt information om lutningar, hastigheter mm

BdI	Km	+m	Bdlti	Kmti	+mti	spm	UNE	spår	Pl/Str	objnr	Lutning (promille)	Objektets totala längd(m)	Radie (meter)	Objektets tot. längd (m)	Signatur	Namn	Platstyp	Signatur	Platsnamn	Objektets tot. längd (m)		
006	1413	974		1413	990	16		15	Kmb	175170	0,4	16										
006	1413	990		1414	49	59		15	Kmb	175171	0	59										
006	1414	49		1414	89	40		15	Kmb	175172	0	40										
006	1414	89		1414	129	40		15	Kmb	175173	0,1	40										
006	1414	129		1414	169	40		15	Kmb	175174	0	40										
006	1414	169		1414	209	40		15	Kmb	175175	-0,5	40										
006	1414	209		1414	249	40		15	Kmb	175176	-0,4	40										
006	1414	249		1414	289	40		15	Kmb	175177	-0,6	40										
111	1418	61		1418	108	47 E			Pea-Kv	164479	-9,3	46,7										
111	1418	108		1418	245	138 E			Pea-Kv	164480	-10,3	137,6										
111	1418	323		1418	435	112 E			Pea-Kv	10	-4,3	111,6										
111	1418	435		1418	520	85 E			Pea-Kv	164481	-3,3	85,1										
111	1418	464		1418	588	124 E			Pea-Kv	24182												
111	1418	520		1418	592	72 E			Pea-Kv	164482	-4,2	72,5										
111	1418	660		1418	920	260 E			Pea-Kv	13	-10,3	260,4										
111	1418	682		1418	910	228 E			Pea-Kv	30834												
111	1418	920		1419	83	163 E			Pea-Kv	14	-10,3	163,1										

RST 2129 | Kolbäck-Sala | 2015-02-22 | Gäller till: 150222 1548 | Annonseras som 2128 kbä-sl

km	Tpl	Ank	Avg	Övrigt	Order
Kbä	Kolbäck		12:14		
Dt	Dingtuna		12:19		
Väv	Västerås Västra		12:22		
Vä	Västerås C	12:25	12:27	på/av	
Vån	Västerås N		12:31		
Tb	Tillberga		12:34		

Tillberga-Ransta: 0+875 -- 12+746 (Snr: 77394)
Sth får vara högst 70 km/tim. helutrustad nedsättning dålig befästning

Tillberga-Ransta: 0+875 -- 12+746 (Snr: 77450)
Sth får vara högst 50 km/tim. ingår ej i atc-systemet gäller endast stax d

Rt	Ransta	12:43	12:44	annonserad avg-tid 1243 på/av	Ransta: (Snr: 78649) Uppehållet bortfaller
SI	Sala	12:52		av	

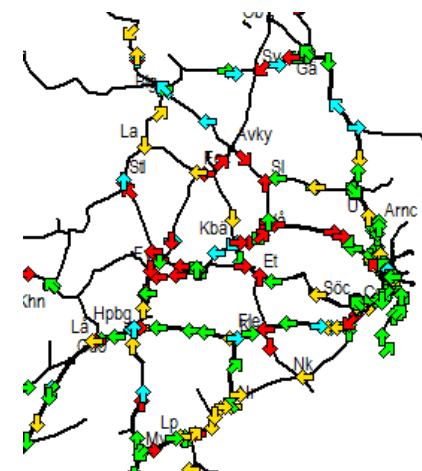
Körorder

- Information till lokföraren med order för det specifika tåget, t.ex. tillfälliga hastighetsnedsättningar, förändringar av banan som inte är införda i linjeboken mm

Datakällor

- Linjeboken
 - Beskrivning av infrastrukturen ur ett trafiksäkerhetsperspektiv för i första hand åkande personal
- TPOS - Tågpositioneringssystem
 - Samlar in tågpassager och planerade körvägar från trafikledningssystemen och tillhandahåller informationen till andra system

Km	Sth				Signaler, tpl m.m.
Karlberg					
Stockholm driftplats					
System H. ATC (Fjtkl Cst)					
(Riktning Stockholm C – Solna)					
	U1	U3	N3	N1	
	70	80	80	70	
1+685-1+694	x	x	x	x	Msi (110, 114, 120, 124)
1+700	80	—	—	80	Hatavla <U1>, <N1>
1+985-2+053	x	x	x	x	Msi (112, 116, 122, 126)
2+100	x	x	x	x	<u>Karlberg (Ke) *</u>
2+140	100/125	100	100	100	Hatavla



Datakällor

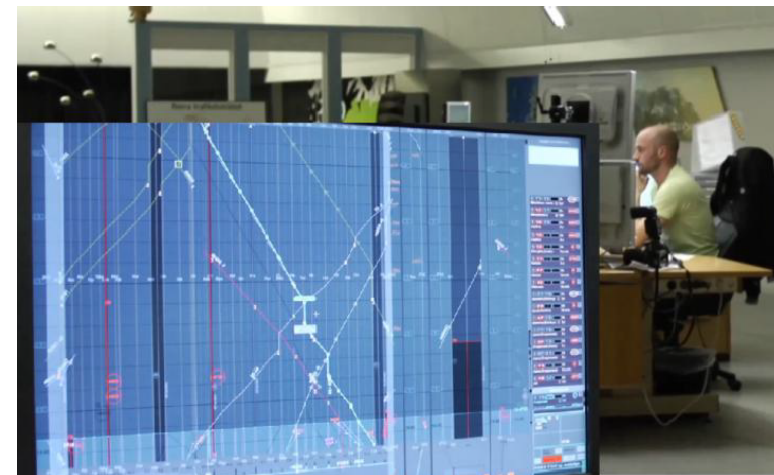
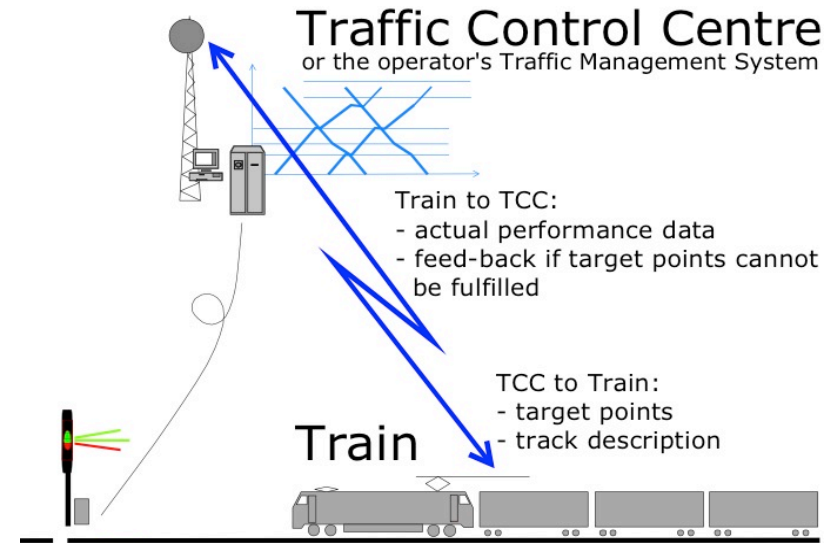
- UTIN
 - UTIN samlar ihop och tillhandahåller järnvägsrelaterad information från olika datakällor inom Trafikverket och tillhandahåller detta som XML-filer

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns="http://xsd.trafikverket.se/T/Utin/TrainPosition.xsd" targetNames
xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified" attri
version="4.2.0" >
<xs:element name="TrainPosition">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Signal from TPOS</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="EventType" type="EventType">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>Event type A, B, C, D, E, F</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="TrainNumber">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>Train number</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:simpleType>
          <xs:restriction base="xs:string">
            <xs:maxLength value="6"/>
          </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
      </xs:element>
      <xs:element name="OriginalTrainNumber">
        ...
      </xs:element>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>
```

Tidtabeller	Dygnsbaserade tidtabeller för alla tåg. Man kan välja att få tidtabeller för upp till 90 dagar framåt i tiden.
Händelser	Händelser som bedöms kunna påverka tågföringen.
Beräkningsrapporter	Prognoser för tågs ankomst- eller avgångstid som gjorts. Prognoser görs framförallt på resandetåg så prognosrapporter för godstrafik är mycket få.
Tidrapporter	Tid då tåg ankommit, avgått eller passerat trafikplats.
Annonseringsinformation	Information anpassad för annonsering till resenär via exempelvis skyltar, websidor etc.
Tågsammansättningar	Aktuella tågsammansättningar (längd, vikt, fordonsnr etc.) Vissa restriktioner i tillgång till detta meddelande finns.
Spårreport	Anger vilket spår tåg är på väg in till. Realtidsrapport som bygger på händelser i Tågledningssystemet.

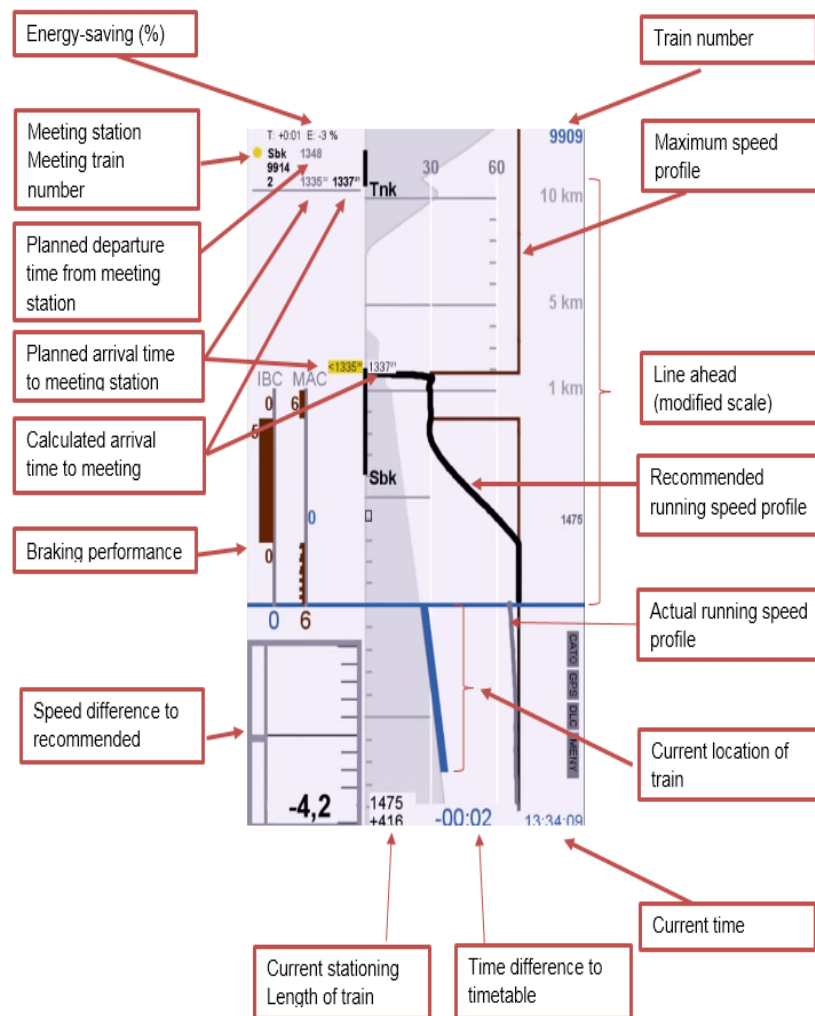
Transrail Cato

- Enda C-DAS systemet i Sverige
- CATO (Computer Aided Train Operation) utvecklades av Transrail tillsammans med Uppsala Universitet och Banverket / Trafikverket.
- De första testerna gjordes 2010 i Norrköping och Boden.
- STEG – trafikstyrning med elektronisk graf är tågklarerarens användargränssnitt. I dagsläget kräver det dock mycket manuell hantering



Transrail Cato

- CATO är det mest avancerade systemet i Sverige, det kan optimera för valfri parameter eller exempelvis en kostnad som utgörs av flera parametrar
- Finns i 3 versioner med olika detaljeringsgrad samt olika varianter av information om omkringliggande tåg
- Baserar på en dator i fordonet som kommunicerar med en bildskärm, antingen fastmonterad eller lös (läsplatta)
- Systemet har använts på Malmbanan av LKAB (2012-2017), Arlandabanan av A-Train AB (2015-2016) och används sedan 2017 av Tågkompaniet.



Transrail CATO data

- CATO-TCC är ansluten till tågledningsmodulen STEG. CATO-TCC får statisk infrastrukturdata från BIS, data laddas ned manuellt som textfiler, kräver handpåläggning
- Dynamisk data hämtas kontinuerligt via UTIN, t.ex. vilka spår tåg kör på från TPOS mm
- Information om var tågen befinner sig fås på olika sätt för de olika användarna, TPOS, GPS, accelerometrar (Arlanda express)



Tydal Systems

- Tydal Systems AB har utvecklat DAS-system sedan 2010. För tillfället finns 4 olika applikationer, marknadsförda och sålda via Railit Tracker AB
 - TrAppen utvecklades åt SJ i sin första version 2010. Alla personal i fält (lokförare, tågpersonal, informatörer mm) använder appen, totalt 3200 användare
 - Skynet används av Hector Rail sedan 2013. Appen används av alla lokförare, ca 230 användare
 - Aex operations är Arlanda express variant sedan 2015. Används av alla lokförare och tågvärdar.
 - Info Tracker är en app som inte är utvecklad för ett särskilt företag. För tillfället används den av Nordiska Tåg och Snälltåget, totalt ca 20 användare

Tydal Systems

- Alla 4 applikationer är olika men bygger på samma princip
 - Syftet är att samla all information personalen behöver på ett enkelt och lättöverskådligt sätt
 - Förarstöd för energioptimering & komfort är en funktion bland många
 - Information om turen, trafikinformation, fordonet, resenärer osv
 - Appen ger inga anvisningar att följa utan endast rekommendationer samt information om vad resultatet av nuvarande körsätt blir
- Datakällor

System	Purpose	Protocol	Data format
UTIN	Time tables, train positions, events	Web service (https)	XML (push)
Körorder	Operational safety information	Web service (https)	XML (on demand)
Linjeböcker	Safety documents	Web page (http)	HTML (parse)
BIS	Infrastructure information	Download from Lastkajen	GIS shape (dump file)
Trafikinfo	Arrivals/departures	Web services (http)	JSON (on demand)

Tydal Systems

Current speed: 3 km/h

Next stop and distance to it: Nästa: Västerås C, Avstånd: 0,4 km

Estimated and planned arrival: Beräknad: 10:30:11, Planerad: 08:25:00

Recommended speed: Rek. hast: 200 km/h

Brake application time (shown when there is less than 30 seconds remaining until you should brake): Broms: [arrow pointing to a red bar]

GPS: POS 10:21:34

Link to positions of nearby trains

Current (and next) position

Next stop

Available platform length

Current staff onboard the train

Brake application time (shown when there is less than 30 seconds remaining until you should brake)

Minimum speed to be on time to the next stop

Link to a list of current phone numbers.

Link to a list of departures from the next stop

Initiates a phone call to Trafikverket Dispatcher

Initiates a phone call to your colleague

Link to a list of all staff scheduled to work on the train

Link to a list of all vehicles in the train (technical data and schedule)

Skynet

Tågläge för tåg 10419

Mh	430	Cst 2
T	90300	Jbk 1
Körorder	463	Hr -1
Sle		
Äl		
Gdö		
Fa	10419	G 3
Lå	3358	Lå 1
Lin		
Vt		
	49461	Gsh -35
Öj		
Täl		

HECTORRAIL

Tågläge

Sde					
Spn			2155	Lp	0
K	5462	K	2	5119	Hrbg T-1
	144	Cst	0		
	2164	Kbä	1	291	Lp 0
Stö					
Smt					
Åby	544	Cst	23		
	246	Cst	0		
Nr	8758	Nr	1		
				8763	My 0
Fi					

Stations

Trains in your direction

Trains in the opposite direction

This train is between Spn and K

Orange trains are about to start

Green trains are on time or early

Red trains are delayed

Neutral section (no voltage in the overhead lines)

Current position of the train (GPS)

Elevation profile of the railway line

Station

Cubris - GreenSpeed

- GreenSpeed utvecklas av Cubris, Danmark, i samarbete med Transdev.
- Används sedan 2015 av Transdev på Öresundstågen, Krösa Syd och kommer att användas på Krösa Nord och Kustpilen.

Annotations for the screenshot:

- Next stop name: BALLINGSLÖV
- Planned arrival and departure time: 06:52 (arrival), 06:53 (departure)
- Platform: 1
- Station/timing point name: HÄSSLEHOLM
- Timeliness: 40 (minutes)
- Scheduled arrival time, estimated arrival (or delay information), arrival platform: 06:52
- Upcoming speed restrictions: 140 (km/h)
- Upcoming advice: RÄTT TID
- Upcoming stations and timing points, indicated with station areas: HÄSSLEHOLM
- Current location: HÄSSLEHOLM
- Current station: HÄSSLEHOLM
- Current advice: 40 (minutes)
- Current speed restriction: 534+237 (km/h)
- Position, track number: 534+237

TRAFIKPLÅTS	PLANERAD	O	F	SPÅR
HÄSSLEHOLM	06:48	06:48	✓	2
BALLINGSLÖV	06:52	06:53	!	1
MOSSELUND		06:53		
HÅSTVEDA	06:59	07:06		3
OSBY	07:11	07:12		13
TUNNEBY		07:15		
KILLEBERG	07:17	07:18		2
ÄLMHULT	07:23	07:24		2
DIÖ SÖDRA	07:30	07:31		2
DIÖ NORRA		07:31		
ENERYDA		07:36		3
VISLANDA	07:42	07:43		2
BLÄDINGE		07:46		
ALVESTA	07:51			2

- Systemet körs i Sverige på en läsplatta, men kan även integreras i fordonet. Beräkningar sker i läsplattan.

Cubris - GreenSpeed

- Data hämtas och processas i en central server som skickar informationen till de anslutna tågen
- Data
 - Tidtabeller kommer från UTIN
 - Infrastrukturdata kommer via BIS, men med handpåläggning
 - Information om hastighetsnedsättningar mm läggs in manuellt från Linjeboken och Tågorder
 - Utöver det läggs rekommenderade (lägre) hastigheter in utgående från förarnas erfarenhet



STREAM DAS

- STREAM DAS har utvecklats under åren 2013-2016 i ett WP i STREAM-projektet. Arbetet leddes av RI.SE SICS i Västerås i samarbete med Mälardalens Universitet och finansierades av Vinnova
- STREAM var ett 7. Ramprogramprojekt som handlade om analys av stora datamängder i realtid
- Applikationen baserar på öppen källkod och Android. Syftet är att ge en bas för vidare utveckling av DAS. Systemet beräknar den optimala hastigheten för minimal energiförbrukning vid vilken tåget ankommer i tid.



(a) at the beginning of the trip (b) during the operation



(c) at the end of the trip

Kommentarer från användarna

Detta är erfarenheter och tankar från systemets kunder

- LKAB – CATO
Behövde en aktiv insats både från tågklararen och föraren
Svårt att visa de verkliga besparingarna – vad var på grund av systemet och vad genom förändrat förarbete
- Hector Rail – Skynet
Förarna uppskattar att se omkringliggande tåg samt att se linjens höjdprofil, underlättar körningen och planeringen. Bekvämt med tidtabeller i appen
Ingen statistik kring energibesparing. Diskussioner hur mycket appen ger och hur mycket som påverkas av utbildning
- A-train – CATO och Aex Operations
CATO fungerade väl, men på en sådan kort sträcka (20 min) är det svårt att visa nyttan med ett så pass sofistikerat system
- SJ – Trappen
Oklart hur mycket energi som sparas, men appen underlättar förarens arbete genom att den information som behövs för tågets framförande, trafikinformation mm finns enkelt tillgänglig

Förarstödssystem i Europa

- Förarstödssystem på den tyska marknaden (tabell – ej komplett)
- SBB och SNCF som exempel har (eller utvecklar) ett system med hög integration – inte särskilt vanligt med DAS-system i mer omfattande drift

- Tyskland och t.ex. Sverige har en mer diversifierad marknad, bland annat pga mindre styrning från infrastrukturförvaltaren och en mer avreglerad järnvägsmarknad

Anbieter	Produktname	Einsatzbereich/ Anwen- dergruppe	Geeignet für Fahrzeu- ge mit Diesel- und/oder Elektroan- trieb		Installationsart des FAS		Hinweise
			Diesel	Elektrisch	Mobil	Fest eingebaut	
Alstom S. A.	CATO	SPV / SGV	✓	✓	✓	(✓)	Markteintritt unter Bezeichnung CATO geplant, fest eingebaute onboard-Lösung geplant
Bombardier AG	EBI Drive 50 / DSM	SPV / SGV	✓	✓	x	✓	Bestandteil des Zugmanagementsystems von Bombardier. Nur anwendbar in Fahrzeugen des Herstellers
Cubris ApS / Danske Statsbaner (DSB)	GreenSpeed	SPV / SGV	✓	✓	✓	✓	bisher im DACHL-Raum nicht in Anwendung, Markteintritt in Deutschland geplant
DB Kommunikationstechnik GmbH	FASSI	SPV	✓	✓	✓	✓	ehem. EcoTrainBook
DB Systel GmbH	ESF-EBuLa	SPV	✓	✓	x	✓	integriert in elektronischen Buchfahrplan der DB
Inavet GmbH / ETC Gauff Mobility Solutions	smartrains.DAS	SPV / SGV	✓	✓	✓	✓	integriert in verschiedene Betriebsleit- und IT-Systeme
Interautomation Deutschland GmbH / TU Dresden / Inavet GmbH	InLineMobile.FAS	SPV / SGV	✓	✓	✓	✓	
IVU Traffic Technologies AG	IVU.cockpit	SPV / Straßenbahn	✓	✓	✓	✓	Integriert in Betriebsleitsystem
Knorr-Bremse AG	LEADER	SPV / SGV	✓	✓	x	✓	unterschiedliche Versionen für Personen- und Güterverkehr
SBB AG / CSC	RCS-ADL	SPV / SGV	✓	✓	✓	✓	Bestandteil des Rail Control Systems (RCS) der SBB AG
Siemens AG	ECO Cruise	SPV / SGV	x	✓	x	✓	integriert in Siemens Vectron-Loks und nur in diesen anwendbar, greift in die Fahrzeugsteuerung ein
TU Dresden	COSEL	SPV / Straßenbahn	✓	✓	✓	(✓)	Im Einsatz in Dresden und Leipzig, fest eingebaute onboard-Lösung geplant
Voith GmbH und Co. KGaA	EcoScout	SPV / SGV	✓	✓	x	✓	

Källa: Fahr umweltbewusst! Energieverbrauch im Schienenverkehr durch den Einsatz von Fahrerassistenzsystemen reduzieren, MRK Management Consultants GmbH , 2017

SFERA – UIC projekt

- Syftet är att möjliggöra för interoperabla förarstödssystem genom ett standardiserat kommunikationsprotokoll – baserar till stor del på UNISIG Subset-126 (ATO over ERTMS)
- En utvecklare som gör ett enkelt förarstödssystem som App ska kunna följa standarden, likaväl som den som utvecklar ett ATO-system
- Idag
 - Varje infrastrukturförvaltare tillhandahåller data på ”något” sätt, ofta en kombination av databaser och olika dokument
 - Varje förarstödssystem vill ha data på olika sätt
 - Många system är utvecklade för ett visst område och en viss kund – Ofta fungerar de inte ens överallt i ett land
 - C-DAS – system har ännu fler begränsningar eftersom de förutsätter dubbelriktad kommunikation i realtid med infrastrukturförvaltaren – Idag finns ingen samordning kring hur detta ska ske
 - Många europeiska projekt (Ramprogramprojekt, UIC-projekt mfl) har tittat på förarstödssystem ur olika aspekter – mest i syfte att utveckla nya funktioner

SFERA – Deltagare

- Protokollet ska fungera för S-DAS, C-DAS oberoende av förekomsten av säkerhetssystem eller inte.
- Resultat
 - UIC International Railway Solution (IRS) som definierar krav för datautbyte och dess format
- Projektid 2017-2019
- Deltagare
 - Bane NOR
 - DB Cargo, DB Netz
 - NS, ProRail
 - ÖBB
 - SBB
 - Infrabel, SNCB/NMBS
 - SNCF
 - Trafikverket
- Utvecklingen är starkt driven från el-sidan pga. energibesparing

Relaterade projekt

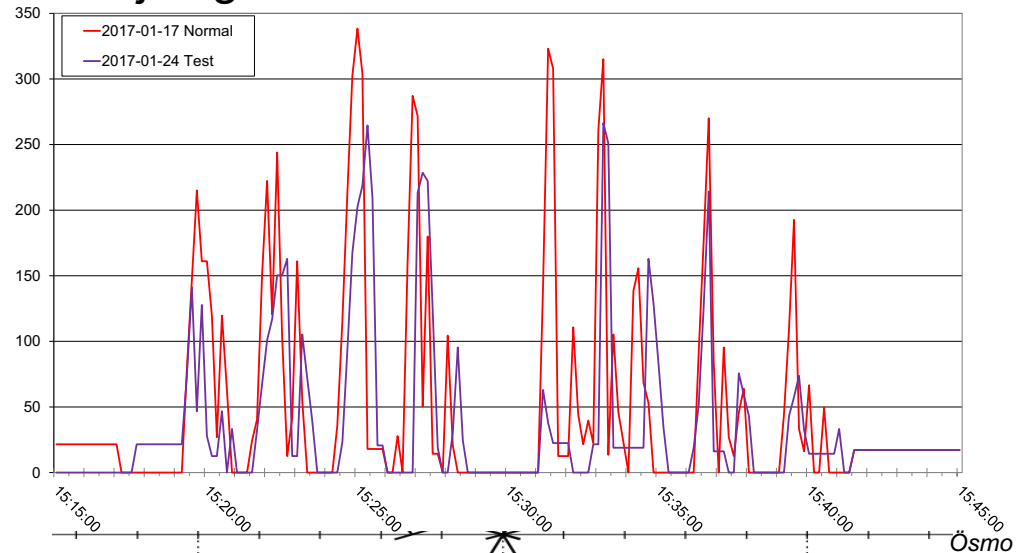
- ON-TIME Project (Optimal Networks for Train Integration Management across Europe)
 - ON-TIME har utvecklat “Specification of a driving advisory systems (DAS) data format”
- ERA/Shift2Rail ATO (Automatic Train Operation)
 - Detta projekt syftar till ATO med ERTMS men tar inte hänsyn till “enkla system”
- railML och RailTopoModel
 - railML och RailTopoModel är två olika språk för att beskriva järnvägssystem (xml)

Infrastrukturförvaltarens roll

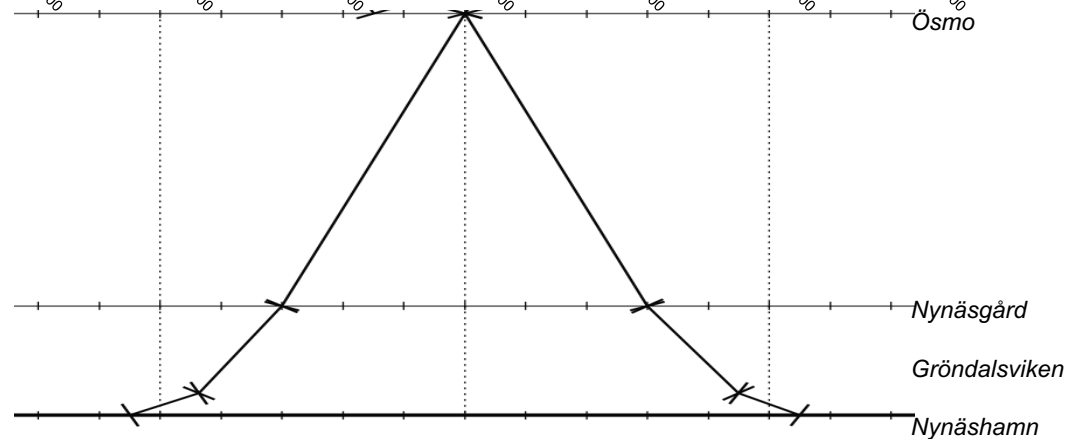
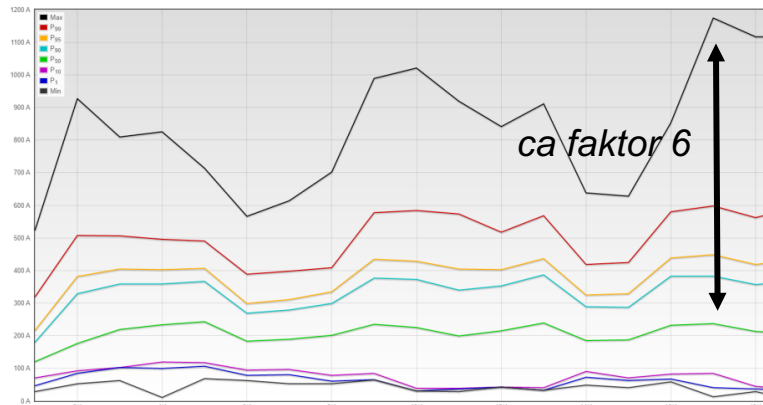
- Interoperabla S-DAS – system ger huvudsakligen nytta för operatören
- Om C-DAS – system används för att optimera ”systemet järnväg” är det viktigt även för infrastrukturförvaltaren att olika system fungerar (med någon form av lägsta-nivå) överallt
- Förarstödsystem på en fri marknad
 - Ett system behöver kunna fungera oberoende av leverantör
 - Trafikverket har stora nyttor av att C-DAS används (Kapacitet, flexibilitet, effekt, mm) samt har som mål att energiförbrukningen ska minska
 - Systemet bör inte bara optimera ur tågfärdens perspektiv utan ur systemets – vad är tillräckligt bra? Lägsta-nivå?
 - Ska användande vara obligatoriskt? Ge ekonomiska fördelar?
 - Det finns ett stort spektra av förarstödsystem – från den enkla appen till det sofistikerade systemet – från ett rent energioptimeringssystem till ett ”personalhanteringssystem” – olika operatörer har olika behov
- Standardisering - SFERA – risk: det blir för komplicerat
 - Det måste vara enkelt och billigt så att det används

Förrarstödsystem – minska lasttoppar

- Effektivt utnyttjande av kraftförsörjningen med C-DAS
- Via körorder: kör försiktigt pga svag matning
- Jämförelse mellan två tisdagar
- X60, $P_{max} = 5,6$ MW
- Linjeström
Ösmo-Nynäshamn

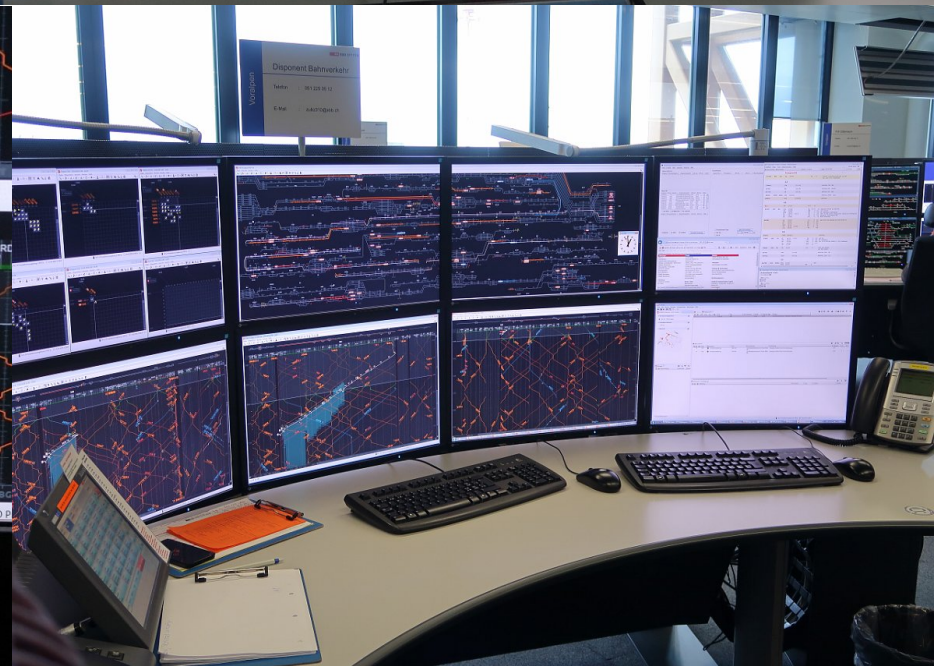


Ösmo: Ström - Omformare/Omriktare Total



Förrarstödssystem – exempel Schweiz

- Tågledning och förrarstödssystem helt integrerat – egenutvecklat Driftledningscentral Zürich



HOW STANDARDS PROLIFERATE:
(SEE: A/C CHARGERS, CHARACTER ENCODINGS, INSTANT MESSAGING, ETC.)



Tack för uppmärksamheten