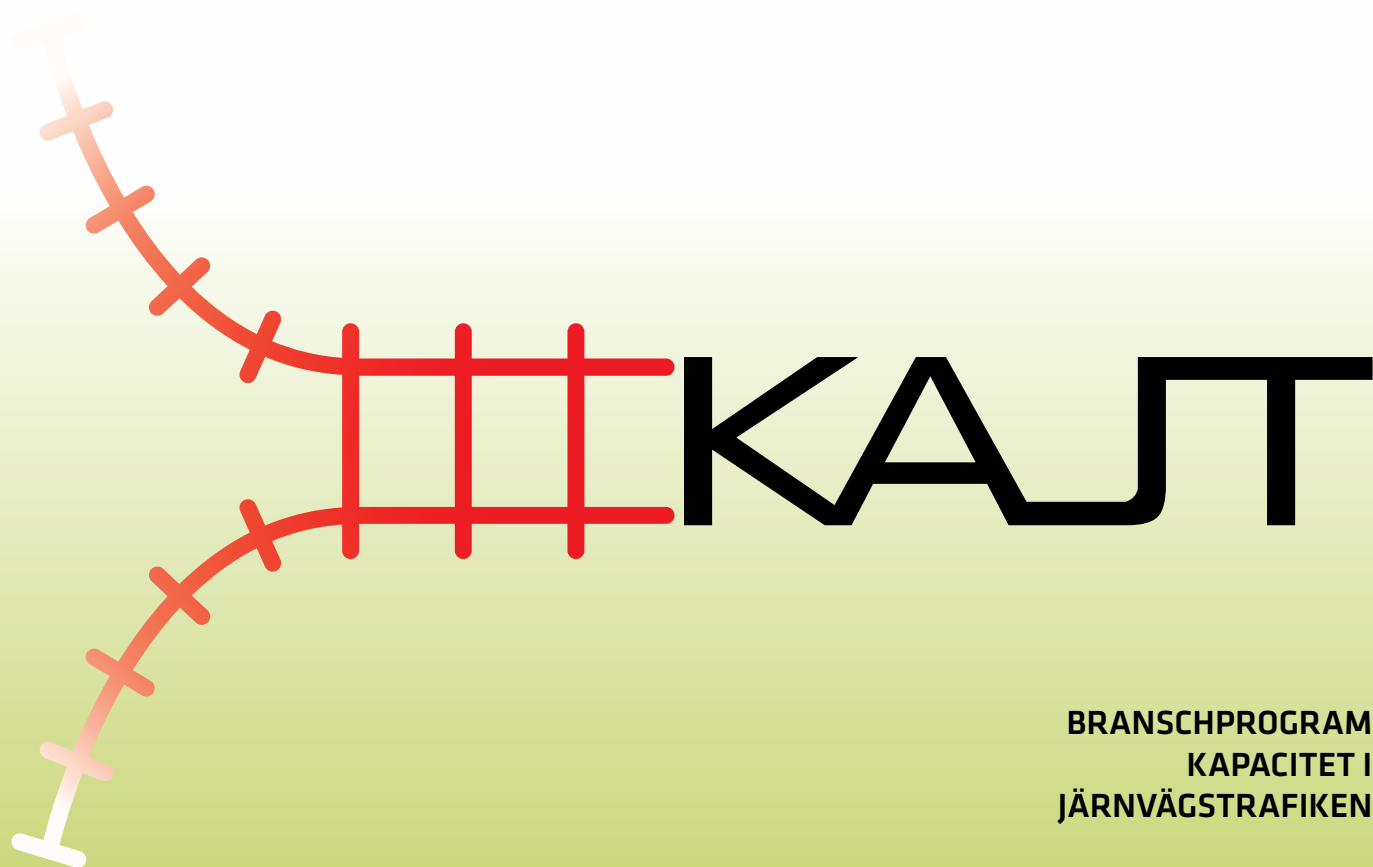


# PROJEKTKATALOG

2016-03-31



BRANSCHPROGRAM  
KAPACITET I  
JÄRNVÄGSTRAFIKEN

# Innehållsförteckning

<b>Om KAJT</b>	<b>3</b>
<b>Forskningsområde: Trafikering och infrastruktur</b>	<b>4</b>
Utformning av rangerkonfiguration i prognostserad vagnslasttrafik 2020-2040 - Pragge	5
<b>Forskningsområde: Taktisk tågtrafikplanering</b>	<b>6</b>
Framtidens LeveransTågplaneProcess - FLTP	7
Robusta tidtabeller för järnvägstrafik+ - RTJ+	9
Optimering och tidtabelläggning	11
Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått - FlexÅter	12
Realiserbara och ändamålsenliga tidtabeller: Från plan till drift - RELÄT	13
<b>Forskningsområde: Operativ trafikstyrning och körning</b>	<b>14</b>
Beslutsstöd och automation av tågtrafikstyrning - BAOT	15
Flexibel Omplanering Av Tåglägen i drift - FLOAT	16
Capacity4Rail, SP3 Operations (C4R)	17
Utvärdering av förändringar i tågtrafikledningens beslutsfattande - UFTB	18
<b>Forskningsområde: Underhåll och trafik</b>	<b>19</b>
Effektiv planering av järnvägsunderhåll	20
In2Rail, Intelligent Mobility Management (WP7-WP9)	21
<b>Forskningsområde: Uppföljning och återkoppling</b>	<b>22</b>
Metoder att mäta och utvärdera stora trafikavbrott i persontrafik på järnväg	23
Mindre störningar i tågtrafiken - MIST	24
Spridningseffekter av störningshändelser i tågtrafiken - SPRIDA	25
<b>Forskningsområde: Trafikinformation och större störningar</b>	<b>26</b>
DIALOG	27
<b>Forskningsområde: Prioriteringar och värdering i planering och drift</b>	<b>28</b>
Samhällsekonomisk effektiv fördelning av järnvägskapacitet - SamEff	29
<b>Avslutade projekt</b>	<b>30</b>
Tidtabelläggning med hjälp av simulering	31
Överbelastad infrastruktur - var går gränsen?	32
Kapacitetsanalys i ett nätverksperspektiv	33
Framtida operativa tågtrafiksystemet - FOT	34
Effektsamband för underhåll av järnväg	35
Trafikinformation lägesbild	36
Uppföljning och prediktion - UoP	37
Punktlighet genom målpunktsstyrning - PUMPS	38
Klimat på spåret - KLIPS	39
Tidtabelloptimering för Malmtrafikens expansion - TOMTE	40
Tågplan 2015 Lean Marakasen	41
Optimal Networks for Train Integration Management across Europe - OnTime	42
Förstudie uppföljning, kapacitetsplanering, simulering och trafikstyrning - FUKS	43
Samhällsekonomiska prioriteringskriterier vid tåglägestilldelning - SPIT	44
Beräkningsstöd för planering och resursallokering på rangerbangården - Ranplan	45

# Om KAJT

Branschprogram Kapacitet i järnvägstrafiken – KAJT – syftar till att förstärka järnvägssystemets förmåga att tillgodose samhällets transportbehov. Målet för forskningen inom programmet är att optimera nyttjandet av järnvägssystemet och utforma effektiva och pålitliga trafikflöden med tillhörande tjänster. Branschprogrammet bidrar till att utifrån infrastrukturella förutsättningar på strategisk, taktisk och operativ nivå ge järnvägsbranschen bättre koncept, verktyg och metoder så att svensk järnväg blir världsledande inom effektivitet, kvalitet och flexibilitet.

## Syfte och mål med KAJT

Att genom forskning bidra till bättre nytta av järnvägssystemet för medborgare och näringsliv.

Att utöva forskning och forskarutbildning inom kärn- och komplementområden och publicera resultat både vetenskapligt och på andra sätt.

Att i forskningen beakta alla intressentgruppers aspekter: medborgare, näringsliv, infrastrukturhållare, järnvägsoperatörer, entreprenörer och systemleverantörer.

Att verka för att forskningsresultaten kan omsättas i tillämpbara processer och verktyg.

Att bidra till kompetensutveckling och kompetensspridning inom och utanför branschprogrammet.

Att stärka parternas samarbete genom gemensam verksamhet t.ex. samarbetsprojekt, seminarier, konferenser och doktorandkurser.

## Forskningsområde

KAJT:s forskningsområde är Kapacitetsplanering och trafikstyrning, från operativ drift till 40 år framåt i tiden. Forskningen delas upp i Kärnområden och Fördjupningsområden. Kärnområden definierar branschprogrammets primära forskningsområden. Inom kärnområden är det medlemmarna i KAJT som är Sveriges primära forskningsutövare. Deltagarna i branschprogrammet har tillsammans ledande kompetens för att bedriva forskning inom området. KAJT:s tre kärnområden är:

- Trafikering och infrastruktur (TI)
- Taktisk trafikplanering (TT)
- Operativ trafikstyrning och tåγκörning (OT)

Fördjupningsområden definierar ämnen som KAJT ska utforska i tillägg till kärnområdena. Fördjupningsområdena förändras mer dynamiskt än kärnområdena, som avses ligga fast. Under 2015 har KAJT haft följande fördjupningsområden:

- Uppföljning och återkoppling (UÅ)
- Underhåll och trafik (UT)
- Trafikinformation och hantering av större störningar (TS)
- Värdering och prioritering i planering och drift (VP)

Inom forskningsområdet ska branschprogrammet utveckla metoder och processer, tillämpliga på branschprogrammets intressenter. Forskningsområdet beskrivs närmare av KAJT:s forskningsprogram. I denna folder redovisas de projekt som pågår inom KAJT.

Mer information om KAJT, projekt och rapporter kan hittas på hemsidan [www.kajt.org](http://www.kajt.org).

[www.kajt.org](http://www.kajt.org)

Martin Joborn  
Programkoordinator  
Linköpings universitet  
Telefon: +46 (0)705 709 992  
E-post: [martin.joborn@kajt.org](mailto:martin.joborn@kajt.org)

Magnus Wahlborg,  
Trafikverkets kontaktperson  
Trafikverket  
Telefon: +46 (0)10 123 1440  
E-post: [magnus.wahlborg@trafikverket.se](mailto:magnus.wahlborg@trafikverket.se)



## FORSKNINGSOMRÅDE: TRAFIKERING OCH INFRASTRUKTUR

Det finns ett ömsesidigt beroende mellan infrastrukturens utformning och trafikering som påverkar kapacitet och punktlighet. När man bygger ut infrastrukturen måste man ta hänsyn till framtida marknadsförutsättningar med flexibilitet för olika trafikupplägg och när man utformar tidtabellerna måste man ta hänsyn till en given infrastruktur. Inte bara antalet tåg utan även blandningen av tåg med olika medelhastighet påverkar kapacitetsutnyttjandet och punktligheten.

Tidsperspektivet på de studerade frågorna inom kärnområde Trafikering och infrastruktur (TI) är ofta strategiskt, från nästa tidtabell till stora projekt som ska planeras för en 60-årig kalkylperiod. I det långsiktiga perspektivet gäller det att ta fram modeller och metoder för att utforma en robust infrastruktur för flexibel tågföring och i det mer kortsiktiga perspektivet metoder för trafikplanering som medger både hög kapacitet och kvalitet. Inom kärnområdet TI studeras de trafikala aspekterna av infrastrukturen, snarare än de tekniska aspekterna. Viktiga frågeställningar är strategiska investeringsfrågor, drift och underhållsfrågor, analyser och samband, transportefterfrågan, långsiktig investeringsplanering och trafiksystemet i samhället som helhet.

Inom kärnområdet utvecklas metoder för att analysera samband mellan infrastruktur och trafikering och mellan tidtabellsutformning och kapacitet och punktlighet. Härvid används både analytiska metoder och simulering samt en kombination av systematisk simulering och matematisk utvärdering.

# Förstudie utformning av rangerkonfiguration i prognostiserad vagnslasttrafik 2020 – 2040 (PRAGGE/PRAGGE2)

Projektets mål är att utveckla metoder för att kunna bedöma effekter av olika konfigurationer av rangerbangårdar och att tillämpa dessa metoder för Sävenäs och Hallsbergs rangerbangårdar.

## Huvudsakliga aktiviteter

Vidareutveckling av optimeringsmetoder för planering och styrning av spåranvändning på en rangerbangård, dels för riktingsgruppen i sig och dels för infarts- riktungs- och utfartsgrupper samordnat. Tillämpning av utvecklade metoder för analys av Sävenäs och Hallsbergs rangerbangårdar. Analys och anpassning av data. Analys av resultat och bangårdsbeläggning.

Green Cargo medverkar i projektet, dels som referens och dels genom att bidra med historiska utfallsdata från rangerbangårdars verksamhet.

Projektet består av en forskningsdel och en tillämpningsdel av mer utredande karaktär, där den tillämpade delen till större delen är baserad på forskningsresultaten.

## Forskningsbidrag

Metoder för att bedöma kapaciteten på en rangerbangård. Optimeringsmodeller och optimeringsmetoder för planering och styrning av rangerbangårdar, inkl infarts-, riktungs- och utfartsgrupper.

## Nytta för beställare

På 1-3 års sikt: Kvantitativt beslutsunderlag för dimensionering och utformning av Sävenäs och Hallsbergs rangerbangårdar.

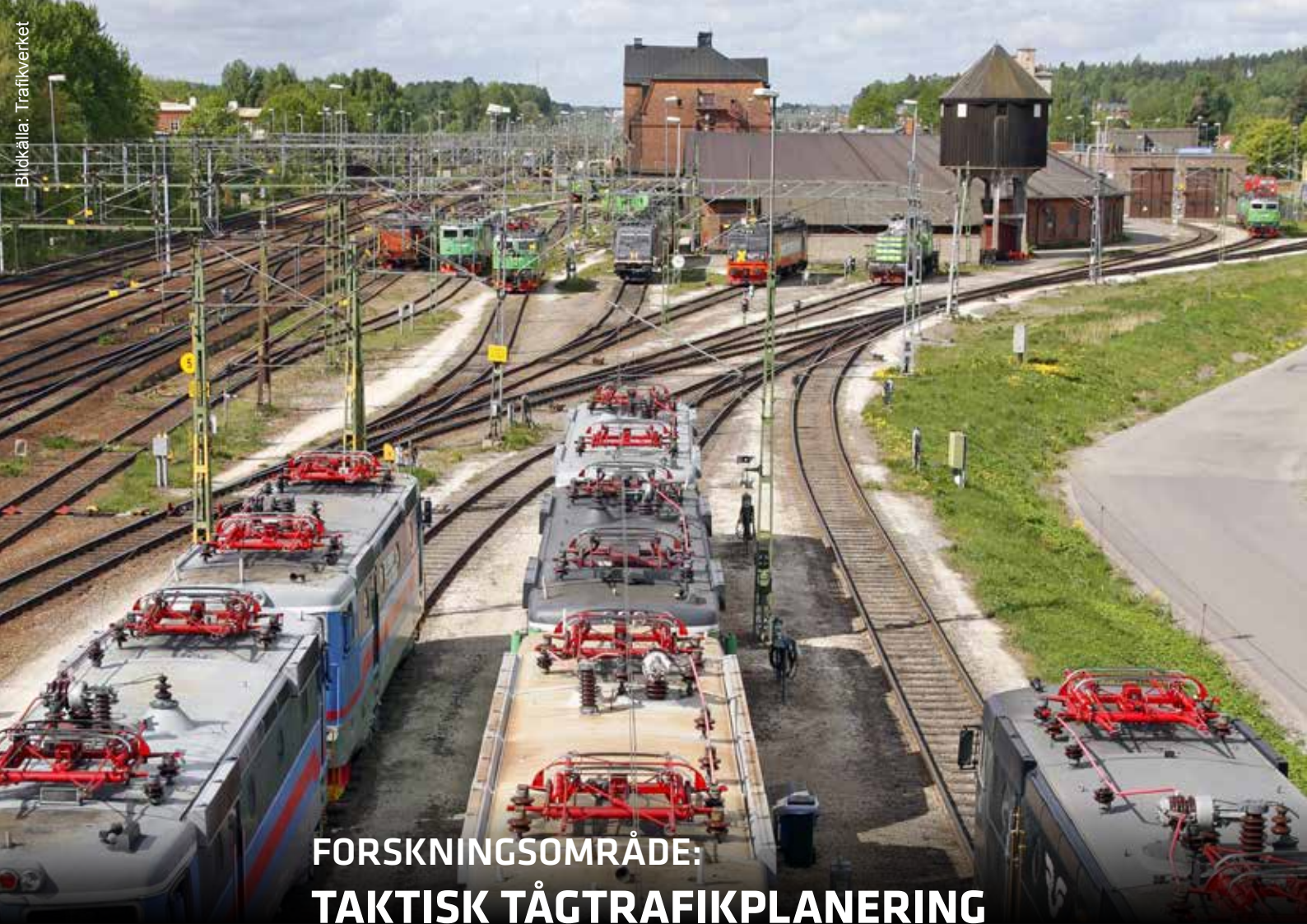
På 3-5 års sikt: Bättre metoder för totalanalys av en rangerbangårds strategiska dimensionering, taktiska planering och operativa styrning.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Beräkningsstöd för planering och resursallokering på rangerbangården - RanPlan, Shift2Rail



Utförare	SICS Swedish ICT AB
Projektledare	Martin Aronsson, martin@sics.se
Övriga projektdeltagare	Sara Gestrelus, Zohreh Ranjbar, Martin Joborn
Beställare	Mats Åkerfeldt, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2015-2016
Omfattning (total)	
Projekttyp	KAJT-relaterat (Ej finansierat via KAJT)



## FORSKNINGSOMRÅDE: TAKTISK TÅGTRAFIKPLANERING

Kärnområdet Taktisk tågtrafikplanering (TT) berör främst konstruktionen av tågplanen. Tidsperspektivet är från ungefär 1,5 år innan trafikdag fram till 24 timmar innan trafikering där den 1 åriga tågplanen och adhoc-processen är det primära forskningsområdet. Under den taktiska trafikplaneringen ska operatörernas (ibland motstridiga) önskemål och entreprenörernas önskemål om tågfria tider förenas med de infrastrukturella möjligheterna och utifrån detta ska en lämplig tågplan tas fram. Tågplanen ska underhållas och anpassas och till slut omsättas till en produktionsplan. Viktiga aspekter är att tågplanen bör vara konstruerad så att den är praktiskt lämplig för resenärer, godtransportörer och banarbetsentreprenörer, samtidigt som den ska vara robust. Dessutom ska den gå att genomföra på ett sådant sätt att det är möjligt att köra tåg till och från depåer, och det ska finnas tillräckligt med spår på driftsplatserna.

Inom kärnområdet studeras sambanden mellan de komplexa krav som finns på tågplanen. Målet är att utveckla bättre processer och metoder för den taktiska trafikplaneringen, inkluderande metoder för att väga motstridiga krav mot varandra. Inom TT används många olika metoder såsom optimering, simulering, processmodellering och statistisk analys.

Optimerings- och simuleringsmetoder, planeringsprocesser för tågplanen, samverkansprocesser, robusthetsaspekter i tågplanen är exempel på områden som studeras.

# Framtidens LeveransTågplaneProcess – FLTP

Framtidens LeveransTågplaneProcess (FLTP) studerar och tar fram nya metoder för leveransplanering i framtidens långtidsplanering. Syftet är att förbättra kvalitén på både leveransåtagandena och den slutgiltiga produktionstidtabellen.

För att kunna använda flexibiliteten i Successiv Planering och utnyttja den potential som finns i olika dagars trafikering måste handläggare få hjälp att hantera den ökade komplexiteten (se Figur 1). Ett bra hjälpmedel är beslutsstödsystem med automatisk planering, och målet med FLTP är att ta fram optimeringsmetoder som kan användas i ett sådant system. Metoderna bör dessutom vara så pass snabba att dagens ledtider kortas väsentligt. I projektet ingår även att studera beslutsstödsystem i andra industrier för att kunna överföra dessa kunskaper till järnvägen.

## Huvudsakliga aktiviteter

Utveckling av optimeringsmodeller och optimeringsalgoritmer.

## Forskningsbidrag

Forskningsbidraget från projektet är en undersökning av huruvida det finns matematiska modeller som kan förbättra långtidsprocessen. I denna fråga ingår utveckling och utvärdering av matematiska modeller och dess användbarhet, samt utvärdering av hur kapacitetstilldelningen påverkas när dessa modeller används.

## Nytta för beställare

- 1–5 års sikt: FLTP kan bidra med kunskap om förutsättningar, möjligheter och problem med en långtidsprocess som tar fram avtalstider och leveransåtagande.
- 5–10 års sikt: Metoden bör kunna introduceras successivt och då ge ett effektivare kapacitetsutnyttjande.

## Rapporter

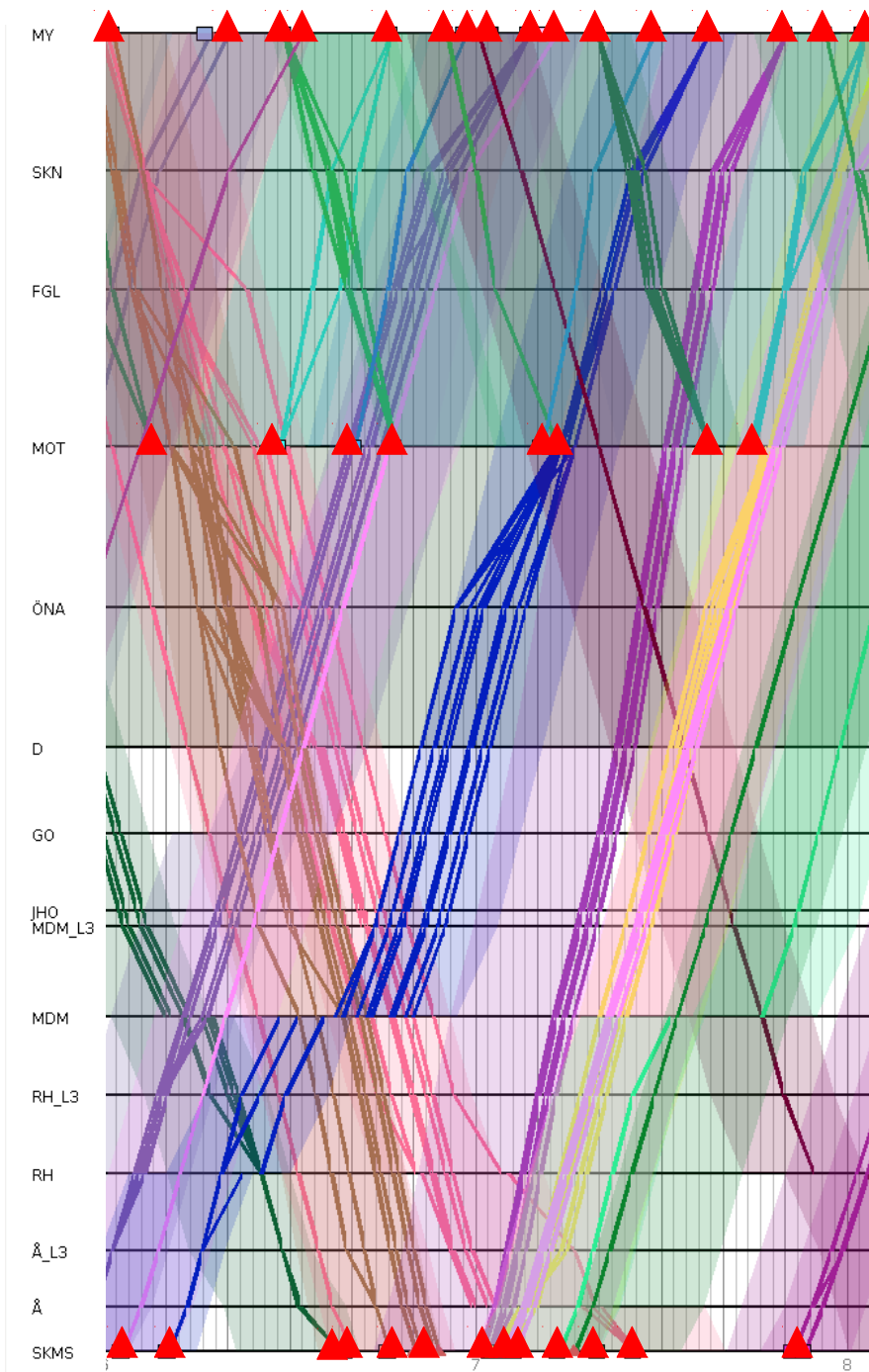
Gestrelius, S., Aronsson, M., Bohlin, M. (2013): On the uniqueness of operation days and delivery commitment generation for train timetables. 6th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (RailTokyo), Tokyo, Japan, 2015.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Robusta tidtabeller för järnvägstrafik, Mindre störningar i järnvägstrafiken, Effektiv planering av järnvägsunderhåll.



Utförare	SICS Swedish ICT
Projektledare	Martin Aronsson, martin@sics.se
Övriga projektdeltagare	Sara Gestrelius
Beställare	Hans Dahlberg, Trafikverket, PL
Tidsperiod	2014–2016
Omfattning (total)	2,25 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt



Figur 1: Olika färdplaner för olika dagar ger ett svårare planeringsproblem.



# Robusta Tidtabeller För Järnvägstrafik + - RTJ+

Robusta tidtabeller för järnvägstrafik, fortsättningsprojekt (RTJ+) är en fortsättning på projektet Robusta tidtabeller för järnvägstrafik (RTJ), som pågått 2010–2013. Med robusta tidtabeller avses här tidtabeller där tågen, trots mindre trafikstörningar, kan behålla sina tåglägen (leveransåtaganden) i större utsträckning. RTJ fokuserades kring att identifiera och kvantifiera robusthet som ett kvalitetsmått på tidtabellen. I RTJ+ utvecklas och utvärderas arbets- och beräkningsmetoder som stödjer framtaget av robusta tidtabeller. Med metoderna ska man kunna analysera och utvärdera hur och i vilken form tidsseparering och olika typer av gångtidsmarginaler bör läggas in i tidtabellen för att minska störningskänsligheten. Robustheten hos de tidtabeller som tas kan utvärderas med simulering och optimering.

## Huvudsakliga aktiviteter

Modellering, algoritmutveckling, testning, verifiering, samt utvärdering och konsekvensanalys.

## Forskningsbidrag

Forskningsbidraget är att utveckla metoder som kan öka robustheten i en existerande tidtabell. I denna fråga ingår utvärdering och en konsekvensanalys av hur övriga aspekter kan påverkas.

## Nytta för beställare

- 1–5 års sikt: Projektet kan bidra till bättre förståelse av vilka egenskaper i den studerade tidtabellen som är avgörande för robustheten.
- 5–10 års sikt: De metoder som tas fram i projektet bör kunna tillämpas systematiskt vid tidtabellskonstruktion.

## Rapporter

Andersson, E.V., Peterson, A. and J. Törnquist Krasemann (2015): “Improved railway timetable robustness for reduced traffic delays – a MILP approach”, in: 6th International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis RailTokyo 2015, Tokyo, Japan, March 23–26, 2015.

Khoshniyat, F. and A. Peterson (2015): “Robustness improvements in a train timetable with travel time dependent minimum headways”, in: 6th International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis RailTokyo 2015, Tokyo, Japan, March 23–26, 2015.

Andersson, E.V. (2014): “Assessment of robustness in railway traffic timetables”, licentiate thesis, Linköping Studies in Science and Technology. Thesis No. 1636, Department of Science and Technology, Linköping University, Norrköping.

Andersson, E.V., Peterson, A. and J. Törnquist Krasemann (2013): “Quantifying railway timetable robustness in critical points”, *Journal of Rail Transport Planning & Management* 3, pp 95–110.

Andersson, E., Peterson, A. and J. Törnquist Krasemann (2013): “Introducing a new quantitative measure of railway timetable robustness based on critical points”, in: 5th International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis RailCopenhagen 2013, Copenhagen, Denmark, May 13–15, 2013.

Peterson, A. (2012): “Towards a robust traffic timetable for the Swedish Southern Mainline”, in: COMPRAIL 2012 13th International Conference on Design and Operation in Railway Engineering, New Forest, UK, September 11–13, 2012. (Published as WIT Transactions on the Built Environment 127, pp 473–484.)

Andersson, E., Peterson, A. and J. Törnquist Krasemann (2011): “Robustness in Swedish railway traffic timetables”, in: 4th International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis, Sapienza – University of Rome, February 16–18, 2011, S. Ricci et al. (eds.).

Grimm, M. (2012): “The analysis of congested infrastructure and capacity utilisation at Trafikverket”, in: 13th International Conference on Design and Operation in Railway Engineering, New Forest, UK, September 11–13, 2012. (Published as WIT Transactions on the Built Environment, pp 359 – 367).

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Flexibel Omplanering Av Tåglägen i drift (FLOAT), Framtidens LeveransTågplaneProcess, Uppföljning och prediktion, samt Tidtabellsläggning med hjälp av simulering.



Utförare	Linköpings universitet
Projektledare	Anders Peterson, anders.peterson@itn.liu.se
Övriga projektdeltagare	Fahimeh Khoshniyat, Johanna Törnquist Krasemann, Emma Andersson (t.o.m. 2015-03-31)
Beställare	Marie Dagerholm, SJ AB, Magdalena Grimm, Trafikverket, PL, Per Norman, Vinnova
Tidsperiod	2013–2016
Omfattning (total)	5,66 MSEK

# Optimering och tidtabellläggning

Syftet med projektet är att klargöra förutsättningarna för att utveckla en metod som gör det möjligt att via formell optimering ta fram tidtabeller baserat på de önskemål operatörerna har om att få bedriva trafik.

## Huvudsakliga aktiviteter

Projektet bygger vidare på en ofta citerad artikel med ett nätverk av tågrörelser i rum och tid för varje tåg och med en master-funktion som prissatte block-kapacitet. (Brännlund, U., P.O. Lindberg, J-E. Nilsson, A. Nöu (1998). Railway Timetabling Using Lagrangian Relaxation. Transportation Science, Vol. 32, No. 4, November 1998). Det nya projektet innehåller flera förbättringar.

1. Bättre representation av blockeringsregler. Det innebär bland annat att det nu är möjligt att i modellen fånga alla regler som styr tågens rörelser på banan.
2. Parallellisering: Mer än 90 procent av den tid som åtgår för optimeringen avser kortaste-väg-beräkningar. Ett projektarbete som genomförts av datalogstudenter har visat att man genom att parallellisera dessa beräkningar får en linjär (i antal processorer) uppskalning av hastigheten i körningarna.
3. Disaggregerad bundle (DB): I det tidigare arbetet användes bundle-metoder. Nu tar vi hänsyn att duala målfunktionen är en summa av funktioner, en per tåg. Detta gör det möjligt att skapa en bundle av s.k. sub-gradienter (motsvarande potentiella rutter för tågen) för varje funktion och ytterligare snabba upp körningarna. Denna del utförs f.n. av en doktorand i Matlab.
4. Rapid Branching: I uppsatsen från 1998 användes en primalheuristik för att få heltalslösningar. En tysk forskargrupp har sedermera utvecklat ”rapid branching”, en snabb genomsökning av B&B-trädet för att successivt premiera heltalsnära lösningar. Denna del görs av en exjobbare, som anropar doktorandens kod.
5. Förbättrad hantering av tidshantering: I 1998-modellen diskretiseras körtiderna på enskilda block till minuter, halvminuter e.d. Det ger ett avrundningsfel som växer med antalet block. Genom att istället runda av total körtid (från sista stopp), begränsas tidsfelet till diskretiseringsintervallet (minut etc.).

## Forskningsbidrag

Uppsatsen från 1998 har fått stort genomslag i forskarsamhället och resulterat i många efterföljande studier. Den nya uppsatsen syftar till att ta detta initiativ ett ytterligare steg mot tillämpning. Alla punkter ovan är presenterbara i vetenskapliga tidskrifter, om än inte alla var för sig.

## Nytta för beställare

Syftet med förstudien är att identifiera om de förbättringar som görs av det arbete som tidigare gjorts i Sverige och i andra länder. Med detta som grund blir det möjligt att ta arbetet ett steg vidare för att ta fram en modell som kan användas i praktisk tidtabellläggning. Förstudien har därmed ingen annan nytta för beställaren än att identifiera ett slutligt utvecklingssteg i riktning mot en fullskalig test av förfarandet. Ett sådant prov skulle kunna innebära att man för någon del av järnvägsnätet prövar det framtagna förfarandet parallellt med att arbetet med tidtabellen genomförs på traditionellt sätt.



Utförare	VTI
Projektledare	Jan-Eric Nilsson, jan-eric.nilsson@vti.se
Övriga projektdeltagare	Per Olov Lindberg, VTI, Martin Aronsson, SICS, Johanna Törnquist, BTH
Beställare	Hans Dahlberg, Trafikverket, PL
Tidsperiod	2014–2015
Omfattning (total)	0,8 MSEK
Projekttyp	Förstudie

# Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått - FlexÅter

Projektet syftar till att utveckla framtidens metoder inom området tågplanering, trafiksimulering och optimering, huvudfokus är taktisk planering. Mer specifikt ska projektet ta fram nya simuleringsbaserade algoritmer och metoder för att mäta robusthet, flexibilitet och återställningsförmåga i tidtabeller, automatiskt anpassa parametrarna i en högnivå-modell efter resultaten, samt ta fram en demonstrator som visar på möjligheterna. På längre sikt är effektmålet att bättre kunna mäta kapacitet och förhållandet mellan kapacitets-relaterade parametrar som tidtabellens robusthet mot störningar och infrastrukturens flexibilitet att hantera förändringar, utnyttjad kapacitet, och resulterande förseningar.

## Huvudsakliga aktiviteter

Att ta fram metoder och analysmått för storskalig analys av järnvägsnät baserat på tillgängliga data och en kombination av simulering och optimering.

## Forskningsbidrag

Projektet syftar till att tidtabeller ska kunna simuleras i stor skala och därigenom utvärderas med avseende på flera kvalitetsaspekter och frågeställning. Huvuddelen i arbetet är att metodiken utvecklas genom att kombinera simulering och optimering. Projektet kommer resultera i nya adaptiva metoder för storskalig analys av tidtabeller.

## Nytta för beställare

1-5 års sikt: Kunskap om förutsättningar, möjligheter och problem med kvalitetsmått för flexibilitet, robusthet och återställningsförmåga i tidtabeller

5-10 års sikt: Metoden bör kunna introduceras successivt och då ge robustare tidtabeller vid ett visst kapacitetsutnyttjande.

## Närmast relaterade KAJT-Projekt

Framtidens leveranstågplaneprocess

Tidtabellläggning med hjälp av simulering – projektet avslutat

Överbelastad infrastruktur – projektet avslutat

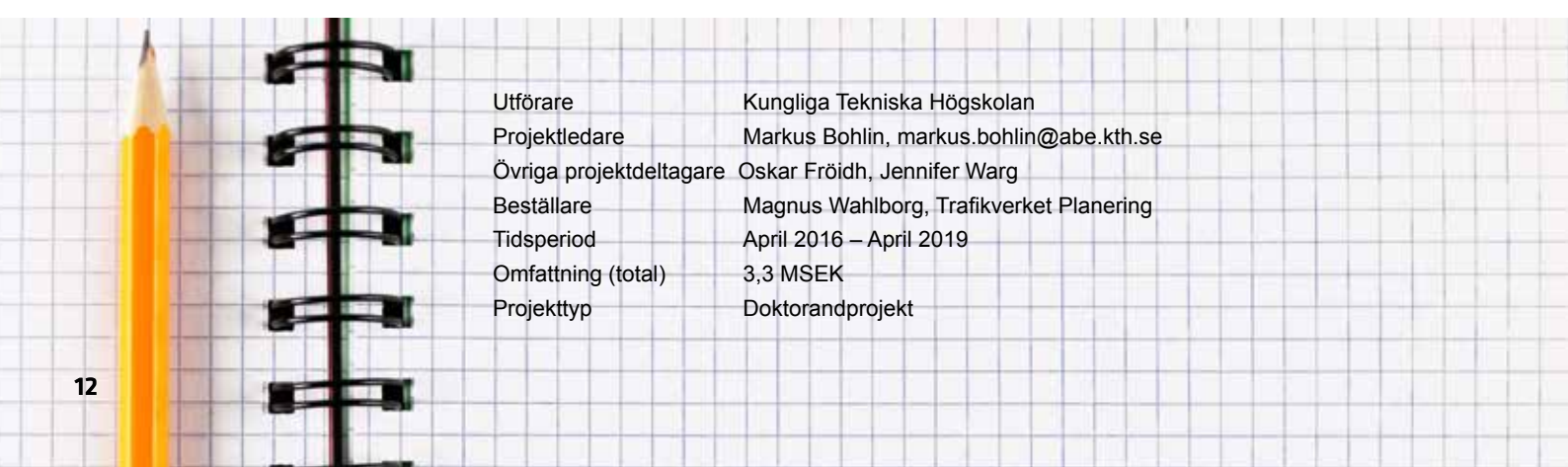
Robusta tidtabeller för järnvägstrafik+

Utvärdering av tidtabellsstrategier med hjälp av simulering (KTH)

Mindre störningar i tågtrafiken (Lund)

## Koppling EU-projekt/Shift2Rail

Koppling S2R – CCA WA4 Smartplanning



Utförare	Kungliga Tekniska Högskolan
Projektledare	Markus Bohlin, markus.bohlin@abe.kth.se
Övriga projektdeltagare	Oskar Fröidh, Jennifer Warg
Beställare	Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering
Tidsperiod	April 2016 – April 2019
Omfattning (total)	3,3 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt

# Realiserbara och ändamålsenliga tidtabeller

## - RELÄT

Projektet avser utveckla principer och metoder för att analysera och förbättra tidtabellens robusthet på ett ändamålsenligt sätt för att skapa goda förutsättningar för att drift av tågtrafik och banunderhåll ska kunna genomföras som planerat.

En tidtabells robusthet - så som vi betraktar den - har en direkt påverkan på förseningars spridningseffekt och trafikens möjligheter till återhämtning, vilka i sin tur påverkar bland annat ankomstpunktlig-het, undervägspunktlig-het, kanalpunktlig-het och systemets leveransförmåga. Centrala frågeställningar i projektet är därför följande:

- Hur kan vi bedöma kvaliteten i aktuella tidtabeller innan de tas i drift och vilken effekt kan denna ha på utfallet?
- Vad är robusthet utifrån ett trafikplaneringsperspektiv ett trafikledningsperspektiv och järnvägs företagens perspektiv samt vilken effekt har robustheten på sättet man planerar resp. utfallet?
- Hur kan vi skapa och justera robusta tidtabeller med hjälp av optimerande beräkningsstöd och vilken typ av funktionalitet finns det störst behov av?

### Huvudsakliga aktiviteter

Projektet har två kompletterande delar:

Del 1: tidtabellsanalyser med fokus på robusthet och kopplingen till det praktiska utfallet

Del 2: utveckling av beräkningsmetoder för konstruktion och revidering av tidtabeller.

Del 1 utgörs initialt av empiriska studier och övergår senare till datorbaserade experiment där resultaten från del 2 är en förutsättning för att skapa och revidera tidtabeller i linje med projektets ansatser.

Vi utgår från en optimeringsmetod som tillämpats i RTJ+ och FLOAT (dvs. en MILP-modell som löses med hjälp av kommersiella lösare såsom Cplex eller Gurobi) men vi avser i projektet vidareutveckla metoden för att kunna hantera större geografiska områden (dvs. flera olika bandelar).

Det kommer att handla om alternativa, enklare strategier för uppsnabbning som tidigare visat sig effektivt på snarlika problem och effektiva omformuleringar av problemet, men även heuristiker kan bli aktuella att utveckla och tillämpa om det finns behov. Projektarbetet kommer att genomföras med fokus på fallstudier på Södra Stambanan och dess angränsade bandelar.

### Forskningsbidrag och nytta för beställare

Att konstruera och revidera tidtabeller för järnvägstrafik och –underhåll är en stor såväl praktisk som teoretisk utmaning och det finns ett tydligt behov hos Trafikverket av den typ av beslutsstöd som projektet fokuserar på. Att utveckla beräkningsmetoder som snabbt kan skapa och justera tidtabeller för större nätverk och längre tidsperioder är en gedigen forskningsutmaning såväl nationellt som internationellt. Även om projektet fokuserar på de förutsättningar som gäller i Sverige så är frågeställningen av internationell relevans och har många likheter med schemaläggning och resursallokering inom andra branscher.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

RTJ+ och Tågplan 2015 Lean Marakasen.

Förutom att projektet har en tydlig koppling till flera KAJT-projektet som nämns ovan så berörs det även av pågående och avslutade utvecklingsprojekt såsom Marknadsanpassad planering av kapacitet (MPK), Operativa Beslutskriterier (OBK) och Tillsammans för Tåg i Tid (TTT).



Utförare	Linköpings universitet
Projektledare	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist@bth.se
Övriga projektdeltagare	Fahimeh Khoshniyat, Jan Lundgren
Beställare	Magdalena Grimm, Trafikverket Planering
Tidsperiod	Augusti 2016 – December 2018
Omfattning (total)	1,8 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt



## FORSKNINGSOMRÅDE: OPERATIV TRAFIKSTYRNING OCH KÖRNING

Kärnområdet Operativ trafikstyrning och tåγκörning (OT) studerar trafikeringen inom tidsperspektivet 24 timmar före utförande till 24 timmar efter utförande. Frågor som studeras berör den operativa trafikledningen och metoder och verktyg för att järnvägen ska styras på ett effektivt sätt, både ur ett mänskligt, metodmässigt och algoritmässigt perspektiv. Den operativa trafikledningen ställer stora kognitiva krav på människor som arbetar med den, och deras verktyg måste vara utformade på sätt som stöder arbetet på rätt sätt. I det operativa skedet uppstår många avvikelser från planerna och man måste ha metoder och verktyg som kan hjälpa till att identifiera potentiella konflikter innan de uppstår, hantera de situationer, störningar och konflikter som uppstår och ge stöd för olika slags prioriteringar samt att på rätt sätt kommunicera den plan man planerar att verkställa. Förutom den direkta trafikledningen av tågen i tågplanen ska man även operativt hantera banarbeten, att det finns kapacitet att ta fordon till och från depåer, att det ska finnas spår på driftplatserna, m.m.

Många parter bör samordnas för att den operativa processen ska vara effektiv: trafikledning, lokförare, järnvägsbolag/trafikoperatörer och entreprenörerna vid banarbeten. Speciellt intressant är lokförarens situation och hur man kan stödja honom/henne för att göra tåγκörningen effektiv ur både trafik och miljösynvinkel. Behovet av information går i båda riktningarna, trafikledningen kan effektiviseras om lokförare har möjlighet att återkoppla och rapportera status till trafikledningen. Lokförarnas totala informationsmiljö måste också utformas så att den bildar en användbar integrerad helhet. De måste stödjas effektivt samtidigt som de kan ha fokus på det säkerhetskritiska i sitt arbete.

En viktig fråga rör balansen mellan automatiska styrsystem och mänsklig styrning, där man måste hitta ett bra samspel som fungerar i praktiken i olika situationer. Metoder behöver utvecklas för uppföljning och för att analysera utfallet av trafikeringen i syfte att ge lämplig återkoppling. Kärnområdet OT täcker alla dessa aspekter av den operativa hanteringen av trafikstyrningen, dess organisation, resurser, arbetsplatsutformning, geografiska placering, styrprinciper, informations- och beslutsstöd, MTO-aspekter, etc. Inom OT används metoder som beteendevetenskap, kunskap om mänsklig styrning och automation, användbarhet, gränssnittsutformning, statistisk analys, optimering och simulering.

# Beslutsstöd och automation av tågtrafikstyrning – BAOT

Projektets syfte är att utreda förutsättningarna för en högre nivå av automatiserade beslutsstöd för tågtrafikledningen genom att identifiera situationer och omständigheter där sådana kan bli aktuella och att undersöka villkoren för implementering av sådana automatiserade beslutsstöd.

## Huvudsakliga aktiviteter

Behovsanalys genom arbetsseminarier och möten mellan olika forskargrupper samt genom fältstudier i den operativa tågtrafikledningen. Behovsanalyserna bygger på tidigare erfarenheter, tidigare projektresultat, användningsfall och praktiska exempel. Vid eventuell implementering av automationsstöd ska överlämningsproblematik studeras närmare.

## Forskningsbidrag

Beslutsstöd med inriktning mot samspelet mellan människa och teknik, särskilt människa-automationsinteraktion.

## Nytta för beställare

Att minska variationen i de bedömningar som görs och skapa mer likvärdiga beslut innebär att kvaliteten på besluten i den operativa trafikledningen ökar.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Framtida tågtrafikstyrning - FTTS

OnTime

Flexibel Omplanering Av Tåglägen i drift - FLOAT



Utförare	Uppsala universitet
Projektledare	Bengt Sandblad, <a href="mailto:bengt.sandblad@it.uu.se">bengt.sandblad@it.uu.se</a>
Övriga projektdeltagare	Arne W Andersson, Anders Jansson
Beställare	Peter Hammarberg, Trafikverket, TL
Tidsperiod	2013–2015
Omfattning (total)	0,8 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt

# Flexibel Omplanering Av Tåglägen i drift – FLOAT

Att trafikledarnas arbetsuppgifter är mycket komplexa och tidvis enormt kognitivt belastande är de allra flesta överens om sedan länge. Samtidigt är tillgången till beslutstöd och hjälpmedel mycket begränsad. Eftersom trafiken i stora delar av det svenska järnvägsnätet har blivit alltmer intensiv och oregelbunden de senaste åren och efterfrågan på transparenta, ändamålsenliga operativa prioriteringskriterier har lyfts fram, så har det blivit ännu tydligare att det finns ett behov av beslutstöd för trafikledarna. I projektet FLOAT utvecklar och utvärderar vi koncept, principer och metoder för beräkningsstöd som syftar till att underlätta trafikledarens arbete i den operativa driften.

## Huvudsakliga aktiviteter

Matematisk modellering av järnvägstrafik och den operativa driften samt utveckling och utvärdering av optimeringsmetoder.

## Forskningsbidrag

Det är allmänt känt att det är svårt att snabbt, i realtid, lösa komplexa optimeringsproblem såsom operativ omplanering av tågtrafik är. Det finns ett behov av att studera olika metoder för att formulera problemet väl, att utveckla och utvärdera effektiva lösningsmetoder och framför allt att undersöka dess praktiska tillämpbarhet. Forskningen i projektet FLOAT bidrar till att delvis besvara dessa frågor med avseende på det sammanhang vi verkar i.

## Nytta för beställare

- 1–5 års sikt: FLOAT ska bidra med ny, relevant kunskap om förutsättningar, behov, möjligheter och potentiella hinder med utveckling och tillämpning av olika former av beräkningsstöd som syftar till att underlätta trafikledarens arbete och främja god tågföring och hög leverans kvalitet. Fokus är på förutsättningar och behov på Malmbanan och Södra Stambanan.
- 5–10 års sikt: Beräkningsstödet innefattar olika nivåer av funktionalitet med varierande komplexitet och IT-systemmässiga krav. Det som verkar mest relevant att arbeta vidare med i nuläget utifrån Trafikverkets behov och förutsättningar är två funktioner: 1) En leverans kvalitetssäkrande funktion som kan putsa till och trimma planen och konfliktreglerade spårplanen mm när den går över till Trafikledning från korttidsplaneringen och 2) en konsekvensanalytisk funktion som i realtid ”bedömer” aktuell plan och dess sannolika konsekvenser över tiden samt som ev. föreslår mindre justeringar av planen vid behov. Projektet FLOAT ska kunna bidra till utvecklingen och den praktiska utvärderingen av dylika funktioner.

## Rapporter

Johanna Törnquist Krasemann, ”Configuration of an optimization-based decision support for railway traffic management in different contexts”, Konferenspaper från IAROR-konferensen RailTokyo, mars 2015.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Robusta tidtabeller för järnvägstrafik, Beslutsstöd för automation.

Utförare	Blekinge Tekniska Högskola
Projektledare	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist@bth.se
Övriga projektdeltagare	Håkan Grahn
Beställare	Peter Hammarberg, Trafikverket, TL
Tidsperiod	2013–2017
Omfattning (total)	3 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt



# Capacity4Rail, SP3 Operations (C4R)

Linköpings universitet deltar i EU-projektet Capacity4Rail, där delprojekt SP3 handlar om "Operations". Tillsammans med Trafikverket ansvarar Linköping universitet för arbetspaketet "WP3.2 Simulation and models to evaluate enhanced capacity". Projektet har en koppling till det tidigare EU-projektet OnTime (2011–2014). LiUs bidrag handlar om förbättrade simuleringsmetoder och IT-stöd på den operativa nivån. Metoderna kommer att göra stokastiska simuleringar av störnings-scenarier. För implementering och demonstrationer sker samarbete med konsultföretaget Oltis Group, Tjeckien. Mer information om Capacity4Rail finns på [www.capacity4rail.eu](http://www.capacity4rail.eu).

## Huvudsakliga aktiviteter

Modellering, algoritmutveckling, testning, verifiering, samt utvärdering och konsekvensanalys.

## Forskningsbidrag

Forskningsbidraget är att utveckla metoder som kan användas för att utvärdera olika scenarier, främst på operativ nivå. Här finns också en tydlig koppling till robust tidtabellsläggning på den taktiska nivån.

## Nytta för beställare

- 1–5 års sikt: Projektet kan bidra till bättre förståelse av hur störningar fortplantas på operativ nivå.
- 5–10 års sikt: De metoder som tas fram i projektet bör kunna tillämpas i tågklarering på operativ nivå, och vid stress tester i tidtabellskonstruktion.

## Rapporter

Kecman, P.; Corman, F.; Peterson, A. and M. Joborn (2015), "Stochastic prediction of train delays in real-time using Bayesian networks", CASPT2015, Conference on Advanced Systems in Public Transport, Rotterdam, The Netherlands, July 19–23, 2015.

Dasighi, M.; Wahlborg, M.; Lundgren, J.; Peterson, A.; Joborn, M. and P Kecman (2014), "Evaluation measures and selected scenarios", Deliverable D32.1, Capacity4Rail, Collaborative project SCP3-GA-2013-60560, FP7-SST-2013-RTD-1.

Peterson, A. (ed.) (2014), "Specification of modelling tools and simulations" Milestone MS3, Capacity4Rail, Collaborative project SCP3-GA-2013-60560, FP7-SST-2013-RTD-1.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Robusta tidtabeller för järnvägstrafik, Flexibel Omplanering Av Tåglägen i drift (FLOAT).



Utförare	Linköpings universitet
Projektledare	Anders Peterson, <a href="mailto:anders.peterson@itn.liu.se">anders.peterson@itn.liu.se</a>
Övriga projektdeltagare	Pavle Kecman, Martin Joborn
Beställare	Europeiska Kommissionen, Magnus Wahlborg, Trafikverket, PL
Tidsperiod	2013–2017
Omfattning (total)	2,93 MSEK
Projekttyp	EU-projekt

# Utvärdering av förändringar i tågtrafikledningens beslutsfattande - UFTB

STEG (Styrning av Tåg genom Elektronisk Graf) har medfört ett förändrat arbetssätt för den operativa tågtrafikplaneringen på de trafikcentraler där verktyget hittills använts. Projektets mål är att dokumentera effekterna av förändringarna genom att beskriva hur STEG har förändrat trafikplanerarnas arbete, främst deras beslut och bedömningar.

## Huvudsakliga aktiviteter

Projektet har två huvudaktiviteter som löper parallellt. Fältstudier i form av intervjuer med trafikplanerare som regelbundet använder STEG. Här är syftet att identifiera styrkor och brister i det nya arbetssättet. Lab-studier i form av experiment där interaktionsprinciper som används i STEG utvärderas under mer kontrollerade betingelser. Här är syftet att mer i detalj klarlägga vad det är som gör att STEG underlättar trafikplanerarnas dagliga arbete.

## Forskningsbidrag

Kunskap inom interaktions- och gränssnittsdesign, kognitiv ergonomi, visualisering och besluts- och bedömningsforskning.

## Nytta för beställare

Kunskap om effekten och betydelsen av interaktionsprinciper och gränssnittsdesign som underlättar den operativa tågtrafikplanerings dagliga arbete. Snabbare och bättre beslut leder till mindre variation och bättre planeringsförmåga, vilket leder till bättre utnyttjande av befintlig kapacitet.

## Rapporter

Jansson, A. (2014): Den svenska ansatsen till kontrollstrategier för operativ tågtrafikplanering i ett nutidshistoriskt och internationellt vetenskapligt perspektiv. Delrapport I, UFTB-projektet. Uppsala universitet.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

DIALOG

Framtida operativa tågtrafiksystemet - FOT

Framtida tågtrafikstyrning - FTTS



Utförare	Uppsala universitet
Projektledare	Anders Jansson, anders.jansson@it.uu.se
Övriga projektdeltagare	Anton Axelsson, Mats Lind
Beställare	Jörgen Frohm, Trafikverket, TL
Tidsperiod	2014–2016
Omfattning (total)	2,1 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt



## **FORSKNINGSOMRÅDE: UNDERHÅLL OCH TRAFIK**

Ett järnvägssystem behöver en ansenlig mängd underhåll för att ge god funktion, tillgänglighet, driftsäkerhet och komfort. Detta underhåll är både tids- och kostnadskrävande och måste genomföras säkert och i koordination med normal trafik. Detta ställer krav på effektivare underhåll.

Under den senaste tiden har allt mer fokus lagts på underhållets betydelse i järnvägsnätet. Det växande behovet av underhåll kombinerat med ett fortsatt högt nyttjande av infrastrukturen kommer att öka kraven på att underhåll utförs på ett sätt som är effektivt både vad gäller resursutnyttjande och ur trafikeringsynvinkel. Inom område Underhåll och trafik (UT) studeras planering och styrning av underhåll och trafik och den påverkan de har på varandra. Underhållsplaneringen kan vara både strategisk (t.ex. vilket år man ska göra spårbyten), taktisk (t.ex. när på året underhåll ska utföras) och operativ (t.ex. planering och styrning av snöröjning, reparationer).

Underhåll av infrastrukturen har stor inverkan på operatörerna och deras verksamhet. Banägarers och operatörernas prioriteringar står ofta i strid med varandra, och kostnadsbilden för banägare, operatör och samhälle kan vara helt olika. Metoder för att planera underhåll och ändå ha en effektiv trafikering utvecklas. Hantering av operatörernas konsekvenser av underhåll studeras, liksom underhållsplanering ur ett samhällsperspektiv. Tidsperspektivet är huvudsakligen taktiskt och operativt, men kan också gälla de strategiska faserna. Underhållsåtgärder som beaktas kan vara både planerbara och händelsestyrda.

# Effektiv planering av järnvägsunderhåll

Målet med projektet är att utveckla metoder och matematiska modeller för att kunna samplanera järnvägstrafik och underhåll på ett sådant sätt att var och ens (negativa) inverkan på den andra minimeras. Speciellt fokus ges åt att kunna planera in servicefönster i tidtabellen, dvs sammanhållna tågfria tider då allt underhåll skall utföras.

Ambitionen är att resultat ska kunna omsättas till praktisk användning. Det betyder att relevans, lösningskvalité, svarstider och effektivitet är viktiga aspekter.

## Huvudsakliga aktiviteter

Analys av frågeställningar och dess samhällsekonomiska kostnader. Utveckling av matematiska modeller för lokal och regional planering av servicefönster. Utveckling och förädling av optimeringsmetoder för framtagna matematiska modeller.

## Forskningsbidrag

Samordnad planering mellan järnvägstrafik och underhåll är ett relativt nytt forskningsområde. Forskningsbidrag är dels metoder för att värdera nytta och kostnad av servicefönster, dels nya matematiska optimeringsmodeller för samtidig hantering av servicefönster och trafik och metoder för att optimera dessa modeller.

## Nytta för beställare

På kort sikt: Underlag för prioritering och värdering av servicefönster kontra trafik och underlag för att kunna påvisa servicefönstrens nytta och värde.

På 5 års sikt: Analys- och planeringsverktyg för servicefönster i Trafikverkets kapacitetsplanering, speciellt i ett regionalt och nationellt perspektiv.

På 10 års sikt: Bättre anläggningsunderhåll.

## Rapporter

Lidén, T. Railway infrastructure maintenance – a survey of planning problems and conducted research

Lidén, T. Samhällsekonomisk värdering av servicefönster på Norra Stambanan, sträckan Ockelbo–Ljusdal

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Tågplan 2015 Lean Marackasen Samhällsekonomiskt effektiv planering av järnvägskapacitet.



Utförare	Linköpings universitet
Projektledare	Martin Joborn, martin.joborn@liu.se
Övriga projektdeltagare	Tomas Lidén
Beställare	Lars Brunsson, Trafikverket Underhåll
Tidsperiod	2013 – 2018
Omfattning (total)	2,8 + 3,3 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt

## In2Rail, Intelligent Mobility Management (WP7–WP9)

In2Rail är ett så kallat ”lighthouse”-projekt till det kommande EU-programmet Shift2Rail, dvs ett projekt som visar vägen för kommande forskning och utveckling inom Shift2Rail. SICS medverkar huvudsakligen som stödpart till Trafikverket inom den del som kallas Intelligent Mobility Management (I2M). Fokus i I2M är hur framtidens TMS-system (tågledningssystem) ska kunna innehålla mer avancerad information om infrastrukturen och dess nuvarande och framtida status, och hur TMS-systemet då ska kunna stödja trafikledaren i att göra bättre beslut som bättre tar hänsyn till infrastrukturens status, även med hänsyn till extern påverkan på infrastrukturen såsom väder. Arbetet bedrivs i nära samverkan med JvtC vid Luleå Tekniska Universitet.

Övriga svenska parter i In2Rail är Trafikverket, Chalmers, Luleå Tekniska Universitet och Bombardier.

Mer information om In2Rail finns på [www.in2rail.eu](http://www.in2rail.eu).

### Huvudsakliga aktiviteter

Utförning, specifikation och verifikation av trafikledningens användning och nytta av bättre infrastrukturinformation.

### Forskningsbidrag

Detta projekt är en mycket begränsad bit av I2M-delen av In2Rail. Forskningsbidraget i I2M ligger främst i att definiera generell arkitektur och gränssnitt för framtida TMS-system, samt undersöka hur man kan skapa bättre information om nuläge och framtida läge på infrastrukturen för att kunna göra bättre TMS-system och bättre tågledningsbeslut.

### Nytta för beställare

- 1–5 års sikt: Bättre samordning mellan planering och operativ process (trafikledning) om infrastrukturens status, bättre samordning mellan planering/trafikledning och infrastrukturprocessen (underhåll/reinvestering/uppgradering).
- 5–10 års sikt: Framtida TMS-system kan vara bättre modulariserade med generellare gränssnitt och innehålla mer kvalificerad information om infrastrukturen och dess status.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Effektiv planering av järnvägsunderhåll. Den framtida operativa trafikledningen, organisation och stödsystem.



Utförare	SICS Swedish ICT
Projektledare	Martin Joborn, <a href="mailto:martin.joborn@sics.se">martin.joborn@sics.se</a>
Övriga projektdeltagare	
Beställare	Magnus Wahlborg, Trafikverket, PL
Tidsperiod	2015–2018
Omfattning (total)	0,5 MSEK
Projekttyp	EU-projekt



## FORSKNINGSOMRÅDE: UPPFÖLJNING OCH ÅTERKOPPLING

Område Uppföljning och återkoppling (UÅ) hanterar analys av datakällor, identifiering av samband och återkoppling till olika stadier av planeringen. Huvudsyfte med uppföljning i detta perspektiv är just återkoppling för bättre planering. Data som uppföljning baseras på kommer främst från utfall av tågkörning, och återkoppling för kunskapsuppbyggnad kan ske till både det strategiska, taktiska och operativa planeringsskedet. Uppföljning och återkoppling kommer in i ett flertal pågående KAJT-projekt. Ett arbete pågår med att närma KAJT med Tillsammans för tåg i tid, TTT.

# Metoder att mäta och utvärdera stora trafikavbrott i persontrafik på järnväg

Projektets syfte är att analysera stora trafikavbrott i persontrafik på järnväg. Stora trafikavbrott har blivit allt vanligare inom järnvägssystemet beroende på extremt väder som följd av klimatkrisen, ökad trafik och eftersläpande underhåll.

## Huvudsakliga aktiviteter

Någon tillförlitlig statistik över stora trafikavbrott och metoder att bedöma konsekvenserna finns inte såvitt känt. En första fråga är att definiera trafikavbrott dvs. var går gränsen mellan en försening och ett trafikavbrott. En andra metodfråga är vilka effekter som uppstår och hur de ska värderas. Vi avser här också att göra en fallstudie på något eller några trafikavbrott. En inventering av stora trafikavbrott för persontrafiken under 2014 avses göra för att få en uppfattning om omfattningen och effekterna av stora trafikavbrott för persontrafiken.

## Forskningsbidrag och nytta för beställare

Projektet väntas leda till hur stora trafikavbrott i persontrafiken ska definieras och hur de ska mätas i förhållande till ”normala” förseningar. Vidare kommer en rekommendation av hur uppgifter om stora trafikavbrott ska samlas in och vilka uppgifter de bör innehålla. Med hjälp av denna studie och den tidigare om godstrafik kan de viktigaste orsakerna till stora trafikavbrott identifieras och därmed möjliggörs också att identifiera och värdera åtgärder för att så långt som möjligt minska stora trafikavbrott och effekterna av dem.



Utförare	Kungliga Tekniska Högskolan
Projektledare	Oskar Fröidh, oskar.froidh@abe.kth.se
Övriga projektdeltagare	Bo-Lennart Nelldal
Beställare	Elisabet Spross, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2015 - 2016
Omfattning (total)	0,4 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt

# Mindre störningar i tågtrafiken

Syftet med denna studie är att ta fram kunskap om de mindre störningarna i järnvägstrafiken: hur de fördelas, var och hur de uppträder, hur de kan kategoriseras och bedömas, samt att föreslå konkreta åtgärder för att förhindra, förebygga och mildra konsekvenserna av mindre störningar.

## Huvudsakliga aktiviteter

Insamling, sammankoppling och analys av stora mängder empirisk data från ett olika källor.

## Forskningsbidrag

Projektet undersöker de mindre störningarna i järnvägstrafiken: hur de fördelas, var och hur de uppträder, hur de kan kategoriseras och bedömas. Det föreslår konkreta åtgärder för att förhindra, förebygga och mildra konsekvenserna av mindre störningar. Fokus ligger på empiri och stora mängder grundläggande data, vilket kompletterar och ger viktig input till mer simuleringsinriktad forskning kring tidtabeller.

## Nytta för beställare

Resultatet kommer att utgöra grunden för en störningsmodell som kan användas i simuleringar, i tidtabellskonstruktion, och som beslutsunderlag för trafikledning och underhållsåtgärder. Kunskapen har också ett stort pedagogiskt värde, och resultaten kan peka på enkla, konkreta och inte minst billiga sätt att få en mer punktlig tågtrafik genom justeringar i bland annat hur tidtabeller konstrueras.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Förstudie Mindre Störningar i Tågtrafiken, Robusta tidtabeller för järnvägstrafik, Överbelastad infrastruktur.



Utförare	Lunds Universitet
Projektledare	Lena Hiselius, lena.hiselius@tft.lth.se
Övriga projektdeltagare	Carl-William Palmqvist
Beställare	Hans Dahlberg
Tidsperiod	2016-01-01 – 2018-12-31
Omfattning (total)	3,3 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt



# Spridningseffekter av störningshändelser i tågtrafiken - SPRIDA

Denna förstudies mål är att utreda förutsättningarna för att utveckla metoder för att förutsäga spridningseffekten för störningshändelser och därigenom stötta trafikledningen med verktyg för att kunna minimera primära och sekundära spridningseffekter av störningar.

## Huvudsakliga aktiviteter

Huvudsakliga aktiviteter i förstudien är intervjuer, litteraturstudie och djupanalys av ett antal störningshändelser. Intervjuerna med bl.a. Trafikverkets trafikledare, trafikplanerare och deltagare i projektet Nationell tågledning, NTL, ska belysa hur primära störningshändelser hanteras i nuläget och vilka önskemål om förbättringar som finns.

Dataanalysen görs för att förstå sambandet mellan tidtabell och de tåg som blivit störda, både primärt och sekundärt. Av vikt är även att undersöka om kvalitet på data är tillräckligt god för att man ska kunna göra denna typ av analyser.

## Forskningsbidrag

Forskningsbidraget är att identifiera samband mellan tåg och tidtabell som leder till att störningar sprider sig i järnvägsnätet. Förstudiens mål är dock att avgöra om det verkar möjligt att förutsäga spridningarna, medan de exaktare, explicita sambanden för att förutsäga hur störningar sprider sig kommer att tas fram i efterföljande huvudstudie.

## Nytta för beställare

- 1-3 års sikt: Projektet kan ge viktig kunskap till TTT:s arbete för att öka punktligheten i järnvägssystemet.
- 3-10 års sikt: Trafikverket kan få verktyg för att i operativt läge kunna prognostisera en störnings spridning, och därigenom kunna sätta in rätt åtgärder för att begränsa störningens effekter.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Mindre störningar i tågtrafiken  
Flexibel omplanering av tåglägen i drift  
Capacity4Rail



Utförare	SICS Swedish ICT AB
Projektledare	Martin Joborn, martin.joborn@sics.se
Övriga projektdeltagare	Zohreh Ranjbar
Beställare	Elisabet Spross, Trafikverket Planering
Tidsperiod	Februari 2016 – Juni 2016
Omfattning (total)	500 kSEK
Projekttyp	Förstudie



## **FORSKNINGSOMRÅDE: TRAFIKINFORMATION OCH STÖRRE STÖRNINGAR**

För Trafikverket är trafikinformation en mycket viktig uppgift. Svårigheter med trafikinformation ställs på sin spets i samband med ”större störningar”, vilket inom KAJT definieras som störningar som trafikledningen måste hantera i samråd med andra aktörer, främst tågoperatörer. Inom området Trafikinformation och större störningar (TS) behandlas både framtagande och hantering av trafikinformation, relation och kommunikation med tågoperatörer och metoder för att operativt hantera trafiken i samband med större störningar. Området har stark koppling till kärnområde Operativ trafikstyrning och tåγκörning.

# DIALOG

Målet med projektet är att ta fram en detaljerad och fördjupad socioteknisk systemkarta som grund för dialoger mellan olika verksamhetsgrenar inom operativ tågtrafik och att förankra denna inom intressentsfären. Projektet ska också ta fram kravprofiler på tekniska såväl som organisatoriska gränssnitt med avseende på informationsutbyte.

## Huvudsakliga aktiviteter

Dialogseminarier runt praktiska exempel som de olika intressenterna själva identifierat med syfte att identifiera ömsesidiga informationsbehov. Att använda realtidstrafikplanen (RTTP) från STEG som utgångspunkt för dialogseminarier om lösningar på situationer som identifierats som strategiskt viktiga. Att grunda den sociotekniska systemkartan i resultat från internationellt ledande forskning om sociotekniska system och systemkartor.

## Forskningsbidrag

Socioteknisk systemdesign som en del av ämnesområdet Människa-Teknik-Organisation (MTO). Distribuerat beslutsfattande för att studera effekterna av genomtänkt socioteknisk systemdesign.

## Nytta för beställare

Med utgångspunkt i tidigare projekt som FTTS och FOT fortsätter ansträngningarna att öka kapaciteten och kapacitetsutnyttjandet inom tågtrafiksystemet som helhet. Särskild nytta förväntas av att lokförare och ledning från företag som är operatörer på den svenska järnvägen förväntas delta.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Framtida tågtrafikstyrning - FTTS

Framtida operativa tågtrafiksystemet - FOT



Utförare	Uppsala universitet
Projektledare	Anders Jansson, anders.jansson@it.uu.se
Övriga projektdeltagare	Ida Bodin
Beställare	Jörgen Frohm, Trafikverket Trafikledning
Tidsperiod	2016 – 2018
Omfattning (total)	2,4 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt



## FORSKNINGSOMRÅDE: PRIORITERINGAR OCH VÄRDERING I PLANERING OCH DRIFT

Att prioritera tåg mot varandra är en viktig del av både den taktiska planeringen och den operativa styrningen. I det taktiska perspektivet berör det framför allt val av vilka tåglägen som ska prioriteras i tågplanen, och grunderna för hur denna prioritering ska göras. I den taktiska planeringen sker prioritering inför tågplan (Järnvägsnätsbeskrivning), 1 årig tågplan och i korttidsplaneringen. Planeringen inbegriper både tåglägen och underhåll. I det operativa perspektivet berör det t.ex. prioriteringskriterier för trafikledning i samband med störningar. Området har således en koppling till både kärnområdet Taktisk trafikplanering och Operativ trafikstyrning och tåγκörning.

# Samhällsekonomisk effektiv fördelning av järnvägskapacitet – SamEff

Studien syftar på lång sikt till att ersätta dagens prioriteringskriterier med en metod som fördelar kapacitet på järnvägen på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt. På kort sikt levererar projektet stöd för förbättring av nuvarande prioriteringskriterier.

Projektet är gemensamt mellan KAJT och Centrum för Transportstudier (CTS) på KTH.

## Huvudsakliga aktiviteter

Uppgiften är nedbruten i fem arbetspaket motsvarande fyra olika typer av kapacitetsförbrukande verksamheter: Långsiktigt stabil trafik, kommersiell trafik på medellång sikt, kommersiell trafik på kort sikt samt banarbeten. Det femte paketet adresserar sammanvägningen av de fyra övriga i tågplanen. För vart och ett av paketen studeras dels samhällekonomiska värderingar och beräkningsmodeller.

## Forskningsbidrag

Forskningsbidraget finns dels i de samhällsekonomiska modellerna, dels inom beräkningsmodeller. Att samhällsekonomiskt värdera och utvärdera tågplaner är i dagsläget inte ett välstuderat område och projektet förväntas utveckla ny kunskap inom området.

## Nytta för beställare

På kort sikt återkopplar SamEff modeller och information till utveckling av de nuvarande prioriteringskriterierna. På lång sikt förväntas projektet bidra med resultat vilka kan läggas till grund för en utvecklad tågplaneprocess ledande till ett samhällsekonomiskt bättre utnyttjande av infrastrukturen.

## Närmast realiserade KAJT-projekt

Framtidens leveranstågplaneprocess  
Effektiv planering av järnvägsunderhåll  
Uppföljning och Prediktion



Utförare	SICS Swedish ICT
Projektledare	Martin Aronsson martin@sics.se (Jonas Eliasson, CTS, KTH)
Övriga projektdeltagare	Victoria Svedberg, Martin Joborn
Beställare	Niklas Nilsson, Pär Ström, Trafikverket, Planering
Tidsperiod	2015–2018
Omfattning (total)	5,75 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt



**AVSLUTADE PROJEKT**

## Tidtabelläggning med hjälp av simulering

Detta projekt syftade till att förbättra tidtabellsplaneringen genom att använda tidtabellsläggning med hjälp av simulering. På sikt är målet att kunna snabba upp planeringsprocessen och öka kvaliteten i tidtabellerna genom att i förväg kunna simulera effekterna av olika tidtabellslägen.

### Huvudsakliga aktiviteter

Utveckling av simuleringsmetodik med simuleringsverktyget RailSys

### Forskningsbidrag

Resultatet är ökad kunskap om hur simulering kan utnyttjas i tidtabellsplaneringen både på en dubbel-spårig och enkelspårig linje och vad som krävs för att ett sådant system skall kunna fungera. Projektet har också tillfört ökad kunskap om förseningsfördelningar, gångtidsberäkningar och tidtabellskonstruktion och har lett till konkreta förslag till hur tidtabellerna ska konstrueras.

### Rapporter

Sipilä, Hans (2015): Simulation of rail traffic. Methods for timetable construction, delay modeling and infrastructure evaluation. Doktorsavhandling. KTH.

Sipilä, Hans (2012): Simulation of rail traffic. Applications with timetable construction and delay modelling. Licentiatavhandling. KTH.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Överbelastad infrastruktur – var går gränsen?

Utförare	Kungliga Tekniska Högskolan
Projektledare	Bo-Lennart Nelldal, Oskar Fröidh (2015), oskar.froidh@abe.kth.se
Övriga projektdeltagare	Hans Sipilä
Beställare	Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering, Marie Dagerholm, SJ AB
Tidsperiod	2010–2015
Omfattning (total)	4 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt

## Överbelastad infrastruktur - var går gränsen?

Syftet med projektet var att analysera vad som händer när trafikintensiteten på en järnvägslinje närmar sig maximal kapacitet och att öka förståelsen för det underliggande beteendet hos ett överbelastat järnvägssystem. Vilka är symptomen vid överbelastning och hur påverkar olika egenskaper hos infrastruktur, förseningar och tidtabell den maximala kapaciteten?

### Huvudsakliga aktiviteter

Utveckla metoder för kapacitetsanalys baserat både på empiriska data och på simulering.

### Forskningsbidrag och Nyttä för beställare

Resultaten kan ligga till grund för riktlinjer för kapacitetstilldelningen, tidtabellsplaneringen och den operativa ledningen. De kan även ligga till grund för val av åtgärder enligt fyrstegsprincipen. Målet var att klargöra hur olika parametrar påverkar kapaciteten på en järnvägslinje och att utarbeta metoder där simulering kan användas för att dra mer generella tidtabellsoberoende slutsatser. Vidare att skapa enkla och användbara riktlinjer för trafikplanering som skall kunna användas för att avgöra hur många tåglägen som kan tillåtas utan att de resulterande förseningarna blir för stora, baserat på infrastruktur, tidtabell och primärförseningar.

### Rapporter

Lindfeldt, Anders (2015): Railway capacity analysis. Methods for simulation and evaluation of timetables, delays and infrastructure. Doktorsavhandling. KTH.

Lindfeldt, Anders (2014): Kapacitetsutnyttjande i det svenska järnvägsnätet – Uppdatering och analys av utvecklingen 2008–2012. KTH Rapport.

Lindfeldt, Anders (2012): Congested railways. Influence of infrastructure and timetable properties on delay propagation. Licentiatavhandling. KTH.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Tidtabellsläggning med hjälp av simulering.

Utförare	Kungliga Tekniska Högskolan
Projektledare	Bo-Lennart Nelldal, Oskar Fröidh (2015), oskar.froidh@abe.kth.se
Övriga projektdeltagare	Anders Lindfeldt
Beställare	Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2010–2015
Omfattning (total)	4,25 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt



## Kapacitetsanalys i ett nätverksperspektiv

Syftet var att utveckla en metod för att analysera kapaciteten i ett nätverk med tonvikt på godstrafik och vagnslast. Detta kan vara till nytta för en nationell trafikledning, vid differentierade banavgifter där tågen kan ta olika vägar och för att köra långa godståg och för omledning av tåg vid stora störningar.

### Huvudsakliga aktiviteter

Etapp 1: Implementera makrosimuleringsverktyget Nemo (kompatibelt med RailSys) och bedöma användbarhet av verktyget i analyser.

### Forskningbidrag och nytta för beställare

Vi bedömer att Nemo är ett anpassningsbart verktyg som ger möjlighet till analys av många tillämpliga scenarier med godstrafik som är aktuellt på det svenska järnvägsnätet. Fortsatt arbete med Nemo skulle möjliggöra en bättre förståelse av samverkan i och effekterna på järnvägsnätet som helhet som leder till bättre resursutnyttjande.

### Rapporter

Fröidh, O. och Silvano, A. (2015): Kapacitetsanalys i ett nätverksperspektiv. Etapp 1 – implementering av Nemo. Rapport, KTH.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Överbelastad infrastruktur – var går gränsen?

Utförare	Kungliga Tekniska Högskolan
Projektledare	Oskar Fröidh, oskar.froidh@abe.kth.se
Övriga projektdeltagare	Ary Silvano
Beställare	Kristina Eriksson, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2014–2015
Omfattning (total)	0,6 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt

## Framtida operativa tågtrafiksystemet - FOT

Projektets syfte var att vidareutveckla och utvärdera principerna för trafikstyrning genom operativ omplanering och automatiskt exekvering av en realtidsplan och följa utvecklingen av genomförda implementationer. Projektet har också utrett, utformat, testat och utvärderat formerna för samverkan mellan trafikledning, trafikkontor och lokförare. Behovet av informationsutbyte har kartlagts.

### Huvudsakliga aktiviteter

Kartläggning och analyser av dagens system och interaktionsmönster. Analyser av användningen av STEG-systemet i Boden. Arbete med grupper av lokförare, för att utreda möjligheterna att presentera den operativa realtidsplanen för förarna. Utformning av prototyper för förargränssnitt. Sammanfattning av viktiga principer för framtida nationella system för trafikstyrning.

### Forskningsbidrag

Socioteknisk systemdesign med inriktning mot samarbete och informationsutbyte i operativa miljöer. Principer för sluten kontroll i operativa trafiksystem.

### Nytta för beställare

En mer sammanhållen plan för operativ styrning som utgår från de olika intressenternas behov av information i de olika delarna av det sociotekniska systemet. Utvärdering av de nya styrprinciperna med operativ omplanering och automatisk exekvering.

### Rapporter

Se länken: <http://www.it.uu.se/research/project/fts/reports>

### Närmast relaterade KAJT-projekt

DIALOG

FTL

Framtida tågtrafikstyrning - FTTS

Utförare	Uppsala universitet
Projektledare	Bengt Sandblad, bengt.sandblad@it.uu.se
Övriga projektdeltagare	Simon Tschirner, Arne W Andersson, Anders Jansson
Beställare	Robin Edlund, Trafikverket Trafikledning
Tidsperiod	2013–2015
Omfattning (total)	2,2 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt

## Effektsamband för underhåll av järnväg

Trafikverket arbetar med att förbättra metoder och finna effektsamband för att nå kostnadseffektivitet i underhållet. Denna förstudie har gett underlag framför allt när det gäller datatillgång inför ett planerat forskningsprojekt om effektsamband för banunderhåll.

### Huvudsakliga aktiviteter

Sammanställa och bedöma Trafikverkets datas användbarhet för effektsamband.

### Forskningsbidrag och Nyttä för beställare

Effektsamband är mycket efterfrågade för att kunna bedöma vilka insatser som ska vidtas i banunderhållet. Förstudien ger ett utgångsläge.

### Rapporter

Stenström, C. och Fröidh, O (red.;2015): Effektsamband för underhåll av järnväg. Förstudie. Rapport, KTH.



Utförare	Kungliga Tekniska Högskolan
Projektledare	Oskar Fröidh, oskar.froidh@abe.kth.se
Övriga projektdeltagare	Christer Stenström, Luleå Tekniska Universitet
Beställare	Clas-Göran Rydén, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2015
Omfattning (total)	0,27 MSEK
Projekttyp	Förstudie

## Trafikinformation lägesbild

Projektets syfte var att kartlägga olika intressenters behov och krav på information och samverkan i den operativa trafikprocessen och ta fram grundvisioner för framtida presentation av trafikbilder och samverkan, inför att det nya systemet för operativ trafikledning, NTL, utvecklas.

### Huvudsakliga aktiviteter

Identifiering av aktörer och behov av operativ information och samverkan. Genomförande av ett visionsseminarium där olika aktörer i den operativa processen bjuds in. Dokumentation av seminariet. Utformning av ett dokument där intressenternas behov och krav sammanfattas.

### Forskningsbidrag

En kartläggande förstudie. Inom socioteknisk systemdesign är det ett relevant spörsmål hur sådana lägesbilder skapas och kommuniceras.

### Nytta för beställare

En första kartläggning av aktörers framtida behov av operativ information, som stöd för de egna processerna och för samverkan. Slutsatser om behov av framtida forskning och utveckling.

### Rapporter

Slutrapport från projektet.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

DIALOG

Framtida tågtrafikstyrning - FTTS

Framtida operativa tågtrafiksystemet - FOT

Utförare	Uppsala universitet
Projektledare	Bengt Sandblad, <a href="mailto:bengt.sandblad@it.uu.se">bengt.sandblad@it.uu.se</a> Övriga projektdeltagare Arne W. Andersson
Beställare	Kent Olsson, Trafikverket Trafikledning
Tidsperiod	2014–2015
Omfattning (total)	0,3 MSEK
Projekttyp	Förstudie

## Uppföljning och prediktion - UoP

Projektet fokuserade på den potentiella nyttan av att bearbeta tillgänglig data om planerad och utförd tågtrafik (och banunderhåll) för att förbättra det informations- och beslutsunderlag som används i tågplaneprocessen, den operativa driften och i uppföljningen. Projektet innehöll två delprojekt: ”Kapacitetsutnyttjande av järnvägsnätet” (KAJ) samt ”Statistisk modellering av tågrörelser och tåginteraktioner” (SMATT).

### Huvudsakliga aktiviteter

BTH har drivit delprojektet KAJ fokuserade på analyser av hur trafiken planeras och omplaneras efter att tågplanen fastställts med syfte att analysera kapacitetsutnyttjandet över tiden som komplement till den årliga kapacitetsanalysen som görs av Trafikverket. Arbetet utgick delvis från den bearbetning av tidtabellsdata, LUPP-data och de rutiner som utvecklats av BTH för detta inom tidigare forskningsprojekt såsom EOT och RTJ.

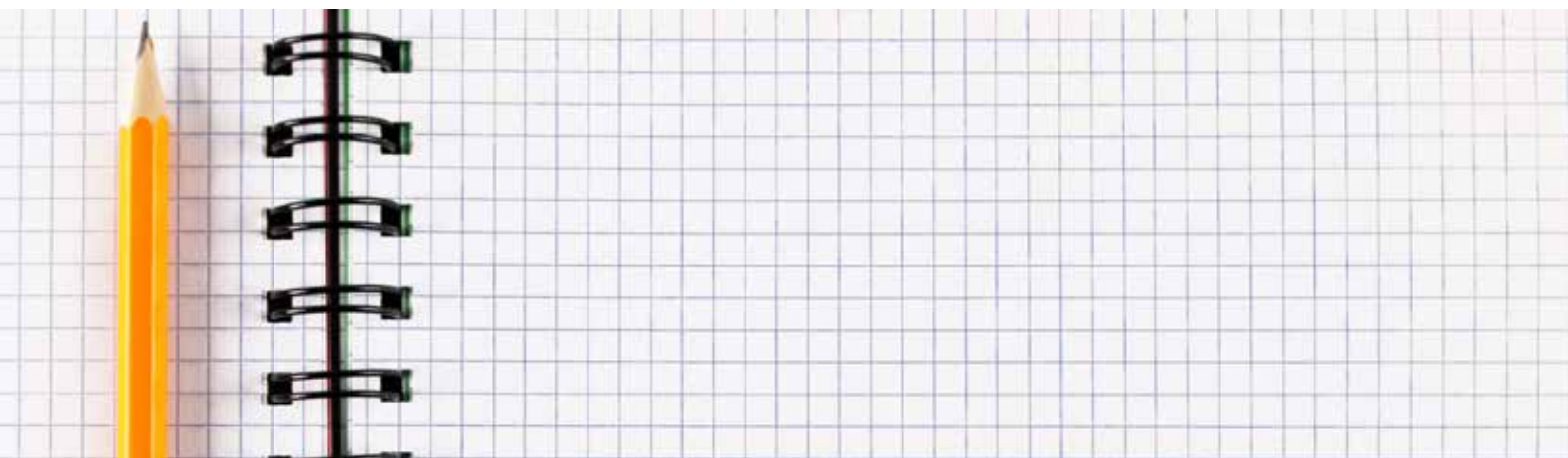
SICS har drivit delprojektet SMATT som fokuserade på hur data om utförd trafik kan användas för att skapa bättre beslutsunderlag i den operativa driften. SMATT bygger vidare på metoderna som utvecklades av SICS inom projektet KOI.

Den gemensamma nämnaren för de båda delprojekten har varit frågor kring hur tåglägen, tågrörelser och tid på spåren modelleras i olika situationer (t ex med den detaljnivå som tidtabellsverktyget stödjer jämfört med den som fås med hjälp av ATL, TPOS och GPS-data) samt vilken data som behövs och finns att tillgå.

### Forskningsbidrag

Delprojektet SMATT syftade till att använda statistiska metoder beräkna olika tågs gångtider och gångtidernas variation baserat på historiska körtider i form av GPS-data. Dessa gångtidsmodeller ska i sin tur användas för att göra realtidsprognoser på tågens ankomsttider och det sannolika avvikelseintervallet från de prognostiserade tiderna. Det tänkta forskningsbidraget var att undersöka om detta angreppssätt kan tillhandahålla tillförlitliga prognoser under de givna förutsättningarna.

Delprojektet KAJ syftade till att på ett systematiskt sätt försöka fånga, beskriva och kvantifiera de skillnader i tågplanen som uppstår under planeringsprocessen adhoc-fas där tågplanen revideras kontinuerligt. De negativa effekterna av denna planeringsprocess m a p resurseffektivitet är sedan tidigare känd men en kvantifiering av dessa och belysning av konkreta fall är i fokus i detta delprojekt och på vilka sätt denna typ av systematisk uppföljning är relevant och möjlig att göra i en större skala.



### Nytta för beställare

Båda delprojektet visade på möjligheter och nytta med att systematiskt följa upp verksamheten (m a p antaganden om gångtider, beläggningen på banan och dess variationer kopplat till järnvägsföretagens behov) och på så sätt möjliggöra en förbättrad återkoppling i planeringsprocessen.

### Rapporter

J. Törnquist Krasemann (2015), Analys av planerad och utförd trafik, Blekinge Tekniska Högskola.

J. Ekman och Anders Holst (2015), Prediktion av ett framtida läge i tågtrafiken - slutrapport, SICS.

J. Ekman (2015), Prediktion av ett framtida läge i tågtrafiken - en forskningsöversikt, SICS.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Capacity4Rail



Utförare	Blekinge Tekniska Högskola, SICS
Projektledare	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist@bth.se
Övriga projektdeltagare	Jan Ekman, Anders Holst, Ian Marsh samt Kivanc Doganay från SICS
Beställare	Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2014 - 2015
Omfattning (total)	0,7 MSEK
Projekttyp	Förstudie

## Punktlighet genom målpunktsstyrning - PUMPS

Mål med projektet var att kvantifiera en del av den förbättringspotential som finns i det svenska järnvägsnätet genom ett eventuellt införande av målpunktsstyrning. Projektet har avgränsats till att betrakta godståg.

Målpunktsstyrning är ett sätt att förbättra flödet i järnvägsnätet och är infört på LKABs tåg på Malm-banan genom STEG-CATO-systemet och den koppling mellan Trafikledningen i Boden och LKABs lokförare som STEG-CATO innebär.

### Huvudsakliga aktiviteter

Huvudsaklig aktivitet var djupanalys av gångdata från TPOS. Fokus i analysen är de trafikala effekterna som målpunktsstyrning medför genom att tåg kan framföras med bättre framförhållning. Den förbättrade framförhållningen gör att antalet oplanerade stopp för restriktiva signaler kan minska, vilket medför många positiva konsekvenser. I tillägg gjordes en enkel enkätundersökning och godso-peratörernas inställning till införande av målpunktsstyrande system.

### Forskningsbidrag

Främsta forskningsbidraget är framtagande av metod för att avgöra om ett tåg fått ett oplanerat stopp, baserat på den punktformiga information som finns tillgänglig i TPOS (signalpassager/beläggning av blocksträckor). Resultaten visar att det görs 87% extra stopp görs i förhållande till vad som är planerat och motiverat enligt tidtabellen.

Resultaten kvantifierar också tidtabellens innehåll av tidtabellagda onödiga stopp, dvs stopp som finns i den dagliga grafen, men som för det specifika gångdagen är omotiverade pga att mötande tåg inte går den dagen. På vissa banor kan cirka 30% av stoppen i tidtabellen karaktäriseras som onödiga. Godso-peratörernas inställning till målpunktsstyrande system är att man tror på dess potential och att det kan bidra till nytta, men att det finns en skepsis mot nya system.

### Nytta för beställare

Projektet är en del av beslutsunderlag inför ett införande av målpunktsstyrande system i Sverige. Projektet innehåller även en storskalig undersökning potentialen av att eliminera ”skogstid”, vilket är en av nyttorna med Successiv Planering/MPK.

En sideeffekt av resultaten i PUMPS är att projektet visar på ett alternativt sätt att förbättra uppgifterna i BIS genom att samköra med uppgifter från TPOS.

### Rapporter

Joborn, M.: Oplanerade stopp och potential för målpunktsstyrande system

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Tågplan 2015 Lean Marakasen

Utförare	SICS Swedish ICT AB, (Transrail Sweden AB)
Projektledare	Martin Joborn, SICS, martin.joborn@sics.se
Övriga projektdeltagare	Zohreh Ranjbar, SICS, Magnus Åhlander, Transrail
Beställare	Tomas Arvidsson, Trafikverket
Tidsperiod	April 2014 – December 2014
Omfattning (total)	1000 kSEK
Projekttyp	KAJT-relaterat forskningsprojekt

## Klimat på spåret - KLIPS

Syftet var att undersöka om klimatmålet är möjligt att uppnå givet att inget teknologispårang inträffar för fordonens framdrift. Bakgrunden är att det inte kan säkerställas att drivmedelstekniken går framåt signifikant jämfört med idag, och att enda sättet då är att använda alternativa transportmoder för att uppfylla de ställda klimatmålen.

Syftet var också att undersöka de praktiska konsekvenserna av kraftigt ökande volymer gods på järnväg.

### Huvudsakliga aktiviteter

Projektet skapar en metod/demonstrator som belyser genomförbarheten av klimatmålet 2030 (2050) vad gäller den förmodade ökningen av godstransporter på järnväg. Demonstratorn belyser genomförbarheten av klimatmålen genom att skapa tågplaner för den prognostiserad trafiken 2030 och visualiserar detta i grafiskt. Demonstratorn kan användas för att undersöka olika scenarior med utgående från olika parametersättning och olika indata.

### Forskningsbidrag

Simuleringsmodellen bygger på en modell av tågtrafiken (tidtabellen), tågbildningsplatser och terminaler. Modellen används för att undersöka om det är praktiskt möjligt att göra plats för den ökande mängden transport-arbete på järnväg, i praktiken fler och längre godståg, som antas behövas.

### Nytta för beställare

Projektet skapar förståelse för de framtida behoven av spårutbyggnad. Följande två figurer visar på den ökande belastningen på det undersökta området.

### Rapporter

Aronsson, M., Joborn, M., Danielsson, P.: Kapacitetsutnyttjande på järnvägen år 2030, Slutrapport från projektet Klimat På Spåret, KLIPS

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Samhällsekonomiskt effektiv fördelning av järnvägskapacitet - SamEff  
Tågplan 2015 Lean Marakasen

Utförare	SICS Swedish ICT AB
Projektledare	Martin Aronsson, martin@sics.se
Övriga projektdeltagare	Martin Joborn, Per Danielsson
Beställare	Mats Åkerfeldt, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2013 – 2014
Omfattning (total)	1500 kSEK
Projekttyp	KAJT-relaterat demonstrationsprojekt



## Tidtabellsoptimering för malmtrafikens expansion - TOMTE

LKAB står inför en kraftig volymtillväxt under de kommande åren. En befarad flaskhals är Malmbanans kapacitet. Järnvägstransporterna kommer att öka, och transportupplägget kommer också ha en ökande komplexitet genom att råvaru- och färdigprodukterna kommer att transporteras i fler relationer än i dagsläget.

Malmbanans kapacitet hänger intimt ihop med den tidtabell som används. Målet med projektet var att optimera och analysera tidtabellsupplägg för Malmbanan som innehåller en utökad trafik av malmtåg.

### Huvudsakliga aktiviteter

Fokus för projektet var att studera möjliga tidtabellsupplägg för LKAB:s transportbehov norr om Malmberget för år 2018. SICS har genom optimeringsmodulen ”Marakasen” möjlighet att optimera tidtabeller och genomföra analyser av olika förutsättningar och olika trafikupplägg. Uppdraget gick ut på att med hjälp av Marakasen optimera tidtabellen på Malmbanan utifrån olika förutsättningar, för att avgöra om olika trafikupplägg är möjliga. Viktigt var också att analysera den fordonsåtgång som olika tidtabellsupplägg ger upphov till.

### Forskningsbidrag

Forskningsbidraget består främst i att undersöka hur ett optimerande tidtabellsverktyg kan användas för att analysera en operatörs järnvägsverksamhet och stödja denne i att ta fram alternativa tidtabellsupplägg.

### Nytta för beställare

Resultat från projektet kan på olika sätt vara underlag för LKAB:s ansökan om tidtabellslägen. Projektet lägger en grund för att avgöra om det är realistiskt att kunna utöka malmtrafiken. Det identifierades också att det borde vara möjligt att öka medelhastigheten på returtåg Narvik-Kiruna utan att det får negativ inverkan på annan trafik, vilket har en positiv inverkan på omloppstider för lok, vagnar och personal.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Tågplan 2015 Lean Marakasen

Utförare	SICS Swedish ICT AB
Projektledare	Martin Joborn, martin.joborn@sics.se
Övriga projektdeltagare	Martin Aronsson
Beställare	Dick Carlsson, LKAB
Tidsperiod	April 2014 – December 2014
Omfattning (total)	300 kSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt

## Tågplan 2015 Lean Marakasen

Projektet tog sin utgångspunkt i föregångarna Tågplan 2015 och Marakasen – ett optimerande hjälpmedel för tågplanekonstruktion. Syftet med föregångarna och detta Tågplan 2015 Lean Marakasen var att exploatera den dynamik som uppstår då skillnad görs mellan leverans (-tidpunkter) och produktion(splaner).

### Huvudsakliga aktiviteter

Utveckling av både arbetsprocesser och stödsystem (algoritmer och metoder) för tågplanekonstruktion och -analys.

### Forskningsbidrag

Inom projektet har vi studerat bl.a. banarbeten och deras samplanering med tåglägen, slutoptimering i samband med överlämning till driftledningen samt de första stegen mot leveransplanering i långtidsprocessen (som senare knoppats av till ett eget projekt, Framtiden Leveranstågplaneprocess, FLTP).

I samarbete med projekten ST och MPK har vi visat att optimerande metodstöd i en första version är mogen att tas i bruk. Denna första version antas optimera med låsta tågordningar vilket medför att komplexiteten i beräkningen är låg samt att alla tågmöten kan garanteras.

### Nytta för beställare

Projektet har haft en mycket livaktig kontakt med Trafikverket framför allt med projekten Successiv Tilldelning (ST) och Marknadsanpassad planering av kapacitet (MPK), dels har två projekt fötts ur Tågplan2015: Framtidens leveranstågplaneprocess (FLTP) och Samhällsekoniskt effektiv fördelning av järnvägskapacitet (SamEff).

Marakasen, en optimerande programvaruprototyp för tåglägesplanering, har också ingått som en komponent i Tågplan 2015 Lean. Denna prototyp har, förutom att ha använts i olika undersökningar i MPK och ST, använts i ytterligare ett antal projekt, bl.a. KLIPS, Klimat på spåret, där kapacitetsbehovet 2030 för några viktiga stråk undersöktes, samt Tidtabelloptimering för malmtrafikens expansion (TOMTE) i samarbete med LKAB.

### Rapporter

Projektets rapporter finns sammanställda i slutrapporten

### Närmast relaterade KAJT-projekt

FLTP – Framtidens leveranstågplaneprocess

FLOAT – Flexibel omplanering av tåglägen

SamEff – Samhällsekoniskt effektiv fördelning av järnvägskapacitet

TOMTE – Tidtabelloptimering för malmtrafikens expansion

KLIPS – Klimat På spåret 2030

Utförare	SICS Swedish ICT AB
Projektledare	Martin Aronsson, martin@sics.se
Övriga projektdeltagare	Malin Forsgren, Sara Gestrelus, Per Danielsson
Beställare	Hans Dahlberg, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2012 – 2014
Omfattning (total)	6,75 MSEK
Projekttyp	Forskning och utveckling

# Optimal networks for train integration management across Europe - ONTIME

Syftet med projektet var att bidra med kunskaper om 'human factors' ska tillämpas i utformning av framtida operativa järnvägssystem och att delta i OnTime-projektets utformning av optimerande beslutsstöd för hantering av olika slags störningar i tågtrafik. Syftet var också att skapa en utvärderings- och demonstrationssimulering av sträckan Kiruna – Narvik i anslutning till de simulator och beslutsstöd som OnTime utvecklar.

Projektet ingick i EU-projektet OnTime som Uppsala universitet deltog i tillsammans med Trafikverket.

## Huvudsakliga aktiviteter

Beskriva de mänskliga operatörernas, trafikledarnas, roll i mer automatiserade situationer. Formulera krav på interaktion mellan mänskliga operatörer och optimerande beslutsstöd. Implementera simulatorsystem för Malmbanan i Sverige, samt genomföra tester av hur de optimerande systemen för omplanering kan hantera typiska störningsscenarier.

## Forskningsbidrag

Utforma krav på människans roll i mer automatiserade system för operativ omplanering. Studier av alternativa former för automatisering av tågtrafikstyrning.

## Nytta för beställare

Utförning av principer för automatisering i operativ trafikstyrning samt de mänskliga operatörernas roll i sådana miljöer. Kunskapsstöd till Trafikverket för genomförande av Trafikverkets del av OnTime

## Rapporter

Projektets rapporter finns på [www.ontime-project.eu](http://www.ontime-project.eu)

## Närmast relaterade KAJT-projekt

BAOT

Framtida operativa tågtrafiksystemet - FOT

Framtida tågtrafikstyrning - FTTS

Utförare	Uppsala universitet
Projektledare	Bengt Sandblad, <a href="mailto:bengt.sandblad@it.uu.se">bengt.sandblad@it.uu.se</a>
Övriga projektdeltagare	Arne W Andersson, Simon Tschirner
Beställare	Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2013 – 2014
Omfattning (total)	3,5 MSEK (svensk del 0,3 MSEK)
Projekttyp	EU-projekt

## Förstudie uppföljning, kapacitetsplanering, simulering och trafikstyrning - FUKS

Trafikverket samlar in en stor mängd data och information om hur det svenska järnvägsnätet planeras att användas på kort och lång sikt (trafikering och banunderhåll) och hur det faktiskt används. Denna information utgör underlag för bl.a. Trafikverkets uppföljning av kapacitetsutnyttjande, punktlighet och beräkning av ban- och kvalitetsavgifter. Metoderna och sätten varpå de olika analyserna görs på Trafikverket och vilka slutsatser man kan dra varierar.

Initiativet till FUKS-projektet vilade på KAJT-parternas övertygelse om att den information som samlas in av Trafikverket kombinerat med de kraftfulla beräkningsmetoder som utvecklats inom KAJT-parternas olika forskningsprojekt för olika ändamål skulle kunna användas i en mycket större utsträckning och ge värdefulla insikter om hur järnvägssystemets komponenter och dess olika aktörer interagerar under såväl planeringen som under drift.

Denna förstudie har syftat till att kartlägga vilka behov som finns hos Trafikverket och branschen avseende ytterligare eller annan form av uppföljning i det sammanhang som beskrivs ovan. Vilken typ av processer, tjänster eller beslutstöd dessa behov kan komma att ta form har även diskuterats och på vilka sätt definierade behov kan konkretiseras för eventuella framtida KAJT-projekt.

Ett ytterligare syfte med förstudien var att intensifiera samarbeten mellan de olika KAJT-parterna, att beskriva kunskapsläget inom KAJT i de berörda frågeställningarna samt att skapa en gemensam förståelse för Trafikverkets behov, processer och möjligheter att föra in forskningsresultat i verksamheten.

### Huvudsakliga aktiviteter

Projektarbetet har bestått av två huvudsakliga delar:

- Del 1 som syftade till att beskriva Trafikverkets processer kring planering och drift av kapacitet som sedan kopplades till aktuella utvecklings- och forskningsprojekt inom KAJT och internt på Trafikverket. Huvudfokus har varit processen förplanering (JNB) – ett årig tågplan – adhocplanering – operativ trafikering – uppföljning. Mappningen mellan processerna och pågående forskning/utveckling resulterade i en behovsanalys och förslag på relevanta framtida forskningsinriktningar med fokus på uppföljning eftersom KAJT ännu inte uttalat bedriver forskningsprojekt inom detta område men diskussioner om behov av detta pågår.
- Del 2 där tre olika frågeställningar för framtida forskningsprojekt inom uppföljningsområdet definierats och i viss mån studerats på en övergripande nivå.

### Forskningsbidrag och Nyttå för beställare

Projektet är inget renodlat forskningsprojekt utan snarare ett kartläggningsprojekt som syftar till att definiera pågående forskning samt forskningsbehov inom området och kopplat till Trafikverkets och branschens aktuella och framtida utmaningar.

### Rapporter

J. Törnquist Krasemann mfl (2014): Slutrapport FUKS – Förstudie Uppföljning, Kapacitetsplanering, Simulering och Trafikstyrning.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Uppföljning och Prediktion (UoP)

Utförare	Blekinge Tekniska Högskola, Linköpings Universitet, SICS, UU, KTH
Projektledare	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist@bth.se
Övriga projektdeltagare	Bo-Lennart Nelldal, Anders Lindfeldt, Hans Sipilå och Jennifer Warg (KTH) Martin Joborn och Tomas Lidén (Linköpings universitet) Martin Aronsson, Jan Ekman, Anders Holst och Kivanc Dogany (SICS) Bengt Sandblad och Anders Jansson (Uppsala Universitet)
Beställare	Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2013 - 2014
Omfattning (total)	0,5 MSEK

## Samhällsekonomiska prioriteringskriterier vid tåglägstilldelning - SPIT

Syftet var att mer vetenskapligt genomlys de samhällsekonomiskt baserade prioriteringskriterier som togs fram till Järnvägsnätsbeskrivningen 2011 och som får ses som en första test-version. Målet var att undersöka vilka konsekvenser de får för vilka tåg som prioriteras, peka på ev. brister och behov av komplettering, eller förkasta dem och föreslå ny ansats. Ett uttalat mål var också kunskapsuppbyggnad kring hur en tågplan (tidtabell) skall värderas samhällsekonomiskt.

### Huvudsakliga aktiviteter

Förstudiens huvudaktivitet var att verifiera de samhällsekonomiska prioriteringskriterierna som är i bruk idag vid tågplanekonstruktion. Om så ses nödvändigt avsåg förstudien att peka på behovet av kompletteringar och tillhörande metodutveckling.

### Forskningsbidrag

Det vetenskapliga kunnandet hur en tågplan skall värderas samhällsekonomiskt är litet och nya metoder och modeller behöver sannolikt utvecklas. Traditionellt inom samhälls-ekonomisk värdering för infrastrukturutbyggnad har förenklade nyckeltal använts för att kategorisera tidtabeller (t.ex. antal tåg per timme).

### Nytta för beställare

Ju högre utnyttjat spårsystemet är, desto viktigare blir frågan om ett optimerat nyttjande av infrastrukturen. De nuvarande prioriteringskriterierna har använts vid ett flertal tillfällen för att slita tvister vid tilldelning av kapacitet. Det är av stor vikt att tilldelningen av kapacitet kan ske på ett transparent, välunderbyggt och rättvist sätt. De nuvarande kriterierna är tidvis ifrågasatta av branschen.

### Rapporter

Eliasson, J., Aronsson, M.: Samhällsekonomiskt effektiv tilldelning av järnvägskapacitet: några synpunkter på Trafikverkets nuvarande process

### Närmast relaterade KAJT-projekt

SamEff – Samhällsekonomiskt effektiv fördelning av järnvägskapacitet  
Tågplan 2015 Lean Marakasen

Utförare	SICS Swedish ICT AB
Projektledare	Martin Aronsson, martin@sics.se
Övriga projektdeltagare	Martin Aronsson, Jonas Eliasson
Beställare	Hans Dahlberg, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2013 – 2014
Omfattning (total)	400 kSEK
Projekttyp	Förstudie

## Beräkningsstöd för planering och resursallokering på rangerbangårdar - RANPLAN

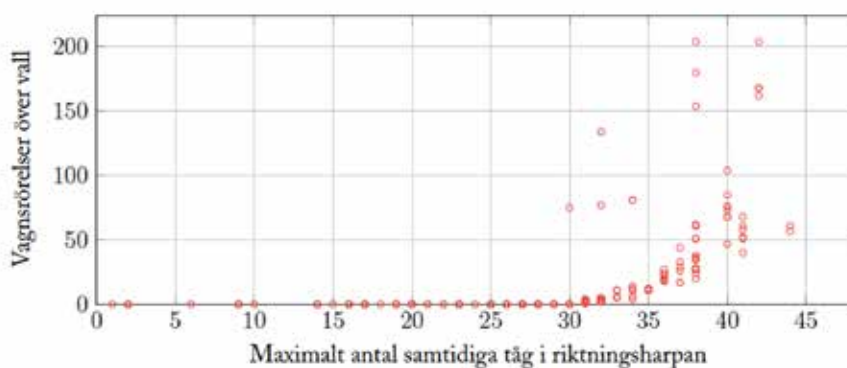
Syfte med projektet var att utveckla metoder och verktyg för analys och optimerad planering av spår-användning under rangerprocessen. I projektet har ett flertal ansatser på mesoskopisk nivå tagits fram baserad på en gemensam aktivitetsmodell, som inkluderar möjligheten att tillfälligt ”blanda” vagnar på särskilda blandspår för att frigöra kapacitet för avgående tåg.

### Huvudsakliga aktiviteter

Utveckling av algoritmer och metoder för rangerplanering och analys.

### Forskningsbidrag

Resultatet var dels ett verktyg för storskalig optimerad planering av rangerrörelser, och dels en analysmetod för att visualisera och jämföra kapacitetsutnyttjandet (definierad som utnyttjandegraden för riktningssharpan) med arbetsinsatsen (definierad som en säker approximation av antalet vagnrörelser över vall). Metoden illustreras nedan:



### Nytta för beställare

1-5 års sikt: RANPLAN har bidragit med metoder som används på uppdrag av Trafikverket i projekten PRAGGE och PRAGGE2 för analys av bangårdar.

5-10 års sikt: Metoderna bör kunna utnyttjas för analys av andra bangårdar i Sverige samt eventuellt i andra delar av Europa.

### Rapporter

Projektets rapporter och publikationer finns att läsa på [www.sics.se](http://www.sics.se)

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Tågplan 2015 Lean Marakasen

Utförare	SICS Swedish ICT AB
Projektledare	Markus Bohlin, <a href="mailto:markus.bohlin@sics.se">markus.bohlin@sics.se</a>
Övriga projektdeltagare	Sara Gestrelus, Per Danielsson, Martin Aronsson
Beställare	Hans Dahlberg, Trafikverket Planering
Tidsperiod	2012 – 2013
Omfattning (total)	2 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt



Ett samarbete mellan:

