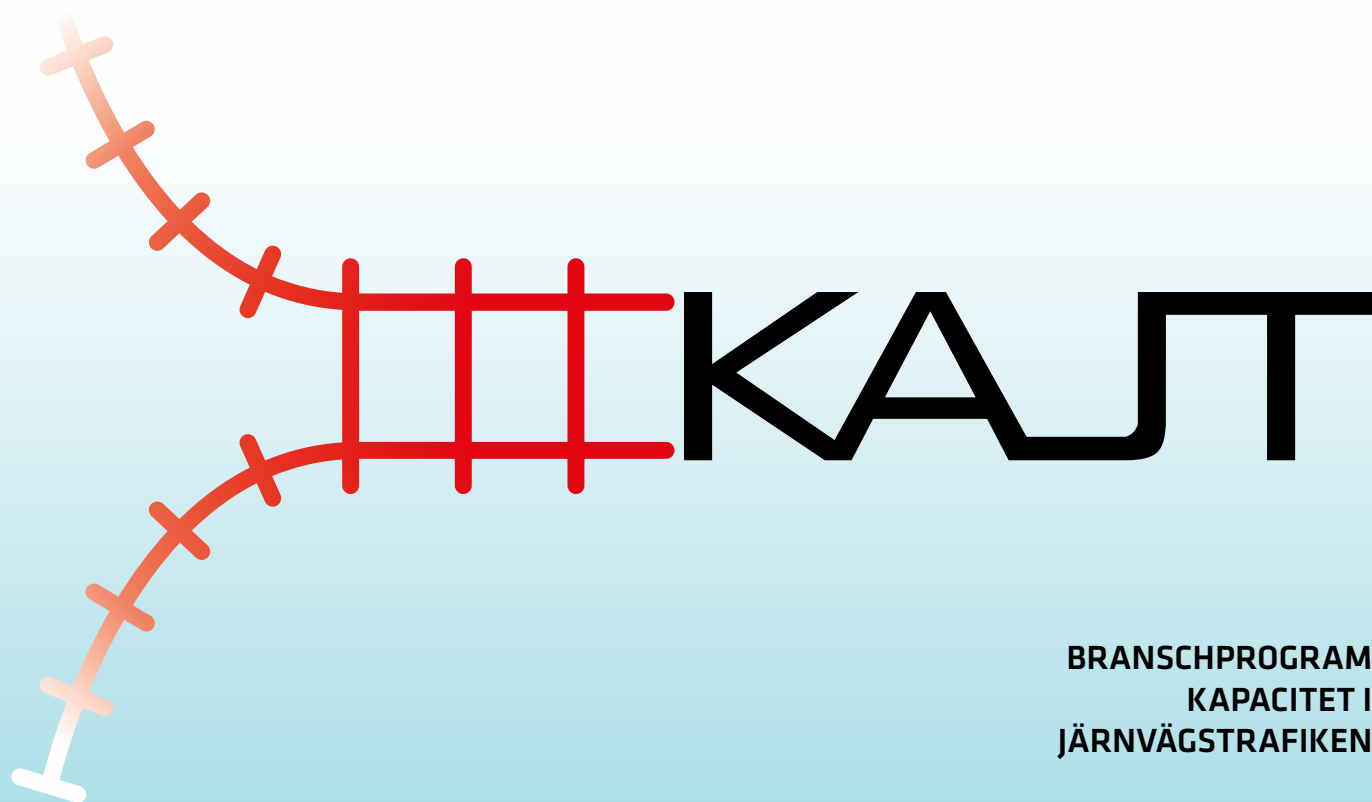


# PROJEKTKATALOG

2018-03-31



BRANSCHPROGRAM  
KAPACITET I  
JÄRNVÄGSTRAFIKEN

## Innehåll

|  |           |
|--|-----------|
| <b>FORSKNINGSOMRÅDEN .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>PROJEKTÖVERSIKT .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>PÅGÅENDE PROJEKT .....</b>  | <b>12</b> |
| Bankkapacitet och kostnadselasticitet för underhåll .....  | 13        |
| Samhällsekonomiskt effektiv fördelning<br>av järnvägskapacitet (Sameff) .....  | 14        |
| Flexibilitet och återställningsförmåga som<br>tidtabellsmått (FlexÅter) .....  | 15        |
| Realiserbara och Ändamålsenliga Tidtabeller (RELÄET) .....   | 16        |
| Effektiv planering av järnvägsunderhåll -<br>servicefönster (EPLUS) .....  | 18        |
| Tidtabellskvalitet (TTK) .....   | 20        |
| Transporttillgänglighet - tillgänglighetsnyckeltal<br>för järnvägsnät och banunderhåll (TT-JOB) .....                                    | 22        |
| Utvärdering av förändringar i tågtrafikledningens<br>beslutsfattande (UFTB samt UFTB II) .....   | 23        |
| DIALOG .....   | 25        |
| Mindre Störningar i Tågtrafiken (MIST) .....   | 26        |
| Avvikande hastighet på godståg .....   | 27        |
| In2Rail, Intelligent Mobility Management (WP7-WP9) .....   | 28        |
| Coordination of core European supply chains using<br>Optimization (CO2REOPT) .....   | 29        |
| Automatic Rail Cargo Consortium, WP 2-3 Swed (ARCC) .....  | 30        |
| Smart Planning and Safety for a safer and more<br>robust European railway sector (Plasa) .....   | 32        |
| TRANS-FORM: Det svenska delprojektet .....   | 35        |
| Kapacitet i nätverk (KAIN) .....   | 36        |
| Utveckling av spridningsmått för störningar och<br>deras påverkan på punktlighet (UTSPRIDD) .....  | 37        |
| Grafiska prognostidtabeller (GraPro) .....   | 38        |
| Strategisk anläggningsplanering för balansering av<br>underhåll och tågtrafik- förstudie (STAPLA-F) .....                                | 39        |
| Banarbeten - processer och datatillgång (Bada-f) .....   | 40        |
| Beslutsstöd för trafikledare: approximativa och exakta optimerande<br>metoder - förstudie (BLIXTEN) .....                                | 41        |
| Utformning av servicefönster för varierande<br>trafik- och underhållssituationer (UHF) .....   | 42        |
| Reservkapacitet i tågplaneprocessen (RIT) .....  | 43        |
| GridRail .....   | 44        |
| Automatiserad tågtrafikledning - förstudie .....   | 45        |
| FR8HUB WP3 Real time network management and<br>simulation of increasing speed for freight trains (Fr8Hub) .....                          | 46        |
| Indicator monitoring for a new railway paradigm in seamlessly<br>integrated cross modal transport chains - Phase 2 (Impact-2, WP7) ..... | 48        |
| Förstudie tågsimulering och ERTMS .....  | 50        |
| <b>AVSLUTADE PROJEKT UNDER 2017 .....</b>  | <b>52</b> |
| Utvärdering av tidtabellsstrategier .....  | 53        |
| Increasing Capacity 4 Rail networks through enhanced<br>infrastructure and optimised operations (Capacity4Rail) .....                    | 56        |
| Förbättrad tomflödesallokering i Samgods med hänsyn<br>till angiven kapacitet - förstudie (TOMSAM) .....                                 | 58        |
| Flexibel omplanering av tågägen vid<br>driftstörningar (FLOAT) .....   | 60        |
| <b>TIDIGARE AVSLUTADE PROJEKT .....</b>  | <b>62</b> |

## Om KAJT

Branschprogram Kapacitet i järnvägstrafiken – KAJT – syftar till att förstärka järnvägssystemets förmåga att tillgodose samhällets transportbehov. Målet för forskningen inom programmet är att förbättra 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, modeller, verktyg och metoder så att svensk järnväg blir världsledande inom effektivitet, kvalitet och flexibilitet.

Branschprogram KAJT har sju akademiska parter: Linköpings universitet är värd för programmet och övriga akademiska parter är Blekinge Tekniska Högskola (BTH), Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), RISE SICS, Uppsala universitet (UU), Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) och Lunds universitet (LU). Trafikverket är programmets huvudfinansiär. Partnerföretag är SJ AB, LKAB, Green Cargo AB, Sweco Society AB och Transrail Sweden AB.

### Vision och Programförklaring

KAJT:s vision är ett framtida järnvägssystem med maximal kapacitet och punktlighet.

KAJT:s bidrag till visionen är excellent forskning i samverkan.

Verksamheten bedrivs i enlighet med *KAJT Programförklaring*:

#### KAJT ska:

- Bedriva forskning rörande järnvägskapacitet som håller hög internationell klass och som syns i de viktigaste tidskrifterna och konferenserna.
- Förse branschen med kompetens genom utbildning av personer med doktors- eller licentiatexamen och medverka till att skapa en attraktiv miljö där dessa personer kan fortsätta verka.
- Bidra med kunskap, koncept, metoder och verktyg som branschen kan vidareförädla och implementera.
- Vara en efterfrågad part i internationella och nationella projekt och ett nav för KAJT-relaterade frågeställningar i Sveriges järnvägsbransch.
- Vara en mötesplats för problemägare och forskare och ha en aktiv interaktion med FoI-beställare, FoI-utförare och övrig järnvägsbransch.
- Arbeta med frågeställningar som är aktuella, väldefinierade och branschrelevanta med tydlig nytta för intressenterna.

#### Kontakter:

Martin Joborn,  
Programkoordinator  
Linköpings universitet  
Telefon: +46 (0)70 570 9992  
E-post: martin.joborn@kajt.org

Magnus Wahlborg,  
Trafikverkets kontaktperson  
Trafikverket  
Telefon: +46 (0)70 569 1585.  
E-post: magnus.wahlborg@trafikverket.se

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



# FORSKNINGSOMRÅDEN

Forskningsprogrammet består av tre huvudkomponenter: Internationell samverkan och Shift2Rail, Kärnområden och Breddningsområden, vilket illustreras i Figur 1.



Figur 1: KAJT Forskningsprogram

*Kärnområden* definierar branschprogrammets primära forskningsområde. Inom kärnområdet är parterna i KAJT Sveriges primära forskningsutövare. Deltagarna i branschprogrammet har tillsammans ledande kompetens för att bedriva forskning inom området. KAJT:s tre kärnområden är:

- Strategisk kapacitetsplanering.
- Taktisk kapacitetsplanering.
- Operativ trafikstyrning och tågdrift.

Inom kärnområdena ska branschprogrammet ta fram ny kunskap, samt utveckla metoder och processer, tillämpliga på branschprogrammets intressenter. Forskningen inom kärnområdena beskrivs närmare av KAJT:s forskningsprogram, som fastställs av KAJT:s styrelse.

*Breddningsområden* definierar forskningsområden som KAJT utforskar i tillägg till kärnområdena, som ett komplement. Breddningsområdena förändras mer dynamiskt än kärnområdena, som avses ligga fasta. Breddningsområden kan tillkomma och försvinna då behov förändras. Vissa breddningsområden kan ha stor forskningsaktivitet, medan andra har mindre. Forskningsprogrammet innehåller följande breddningsområden:

- Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan.
- Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet.
- Planering av transportnätverk, fordon och personal.
- Underhåll och trafik.
- Digitalisering och automation i tågplaneprocess och operativ drift.
- Trafikinformation.
- Hantering av större störningar.
- Uppföljning och återkoppling.

*Internationell samverkan och Shift2Rail* är en övergripande komponent i forskningsprogrammet för att synliggöra att KAJT är internationellt aktiva. Forskningen som bedrivs i de internationella projekten och Shift2Rail-projekten ansluter till forskningsprogrammets kärnområden eller breddningsområden.

KAJT:s Kärnområden och Breddningsområden beskrivs närmare nedan. Ett forskningsprojekt kan mycket väl spänna över flera områden inom forskningsprogrammet.

## Strategisk kapacitetsplanering

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 kärnområdet är ofta strategiskt, från nästa tidtabell till stora projekt fyrtio år framåt i tiden som till exempel utbyggnadsordning för höghastighetsjärnväg. 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 studeras de trafikala aspekterna av infrastrukturen, snarare än de tekniska aspekterna. Viktiga frågeställningar är strategiska investeringsfrågor, drift och underhållsfrågor, analyser och samband, transportefterfrågan för person- och godstrafik, 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.

## Taktisk kapacitetsplanering

Kärnområdet Taktisk kapacitetsplanering berör främst planering av tåg och banarbeten. Tidsperspektivet är från ungefär 1,5 år innan trafikdag fram till 24 timmar innan trafikering där den ettåriga tågplanen och ad hoc-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, godstransportörer 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 Taktisk kapacitetsplanering 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.

## Operativ trafikstyrning och tågdrift

Kärnområdet Operativ trafikstyrning och tågdrift studerar den operativa trafikeringen utifrån en daglig tågplan. 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. Många parter behöver 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 hen för att göra tågkörningen 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 täcker alla dessa aspekter av den operativa hanteringen av trafikstyrningen, dess organisation, resurser, arbetsplatsutformning, geografiska placering, styrprinciper, informations- och beslutsstöd, MTO-aspekter, etc. Inom området används metoder från beteendevetenskap, kunskap om mänsklig styrning och automation, användbarhet, gränssnittsutformning, statistisk analys, optimering och simulering.

## Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan

I det långsiktiga perspektivet – runt 20 till 40 år framåt i tiden – är grundläggande frågor som efterfrågan av transporter och trafiksystemens övergripande utformning och dimensionering centrala frågor. Trafikverket har etablerade system för långsiktiga analyser av denna typ. I breddningsområde Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan studeras och utvecklas bland annat dessa långsiktiga planeringssystem, och inte minst deras koppling till kapacitetsplaneringen. Inom området behandlas även andra långsiktiga frågeställningar, som ny utformning av kapacitetstilldelning och strategisk kapacitetsanalys.



## Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet

Järnvägens sidosystem är en viktig komponent för att huvuduppgiften – att utföra transporter – ska fungera. Huvudkomponenterna i sidosystemet är depåer, verkstäder, bangårdar, terminaler och uppställningsspår. I sidosystemet behöver olika aktörer samordnas och resursplanering är viktigt. Sidosystemet bör planeras och fungera i harmoni med huvudsystemet, så att den ena inte orsakar resursproblem för den andra. Sidosystemet måste både dimensioneras rätt (strategisk nivå) och nyttjas på bästa möjliga sätt (taktisk/operativ nivå). Av speciellt intresse är sidosystemets samverkan med huvudsystemet, och hur dessa samordnas på bästa möjliga sätt.

## Planering av transportnätverk, fordon och personal

Ur operatörernas synvinkel består resursplaneringen vid järnvägen av samordning mellan spårresurs, fordon och personal. I breddningsområdet Planering av transportnätverk, fordon och personal lyfts operatörernas frågeställningar fram, för att speciellt belysa de frågeställningar som är relevanta för operatörernas kapacitetsplanering, men som inte direkt är kopplade till infrastrukturhållarens planering. Metodmässigt kan dessa frågor ofta behandlas med likartade angreppssätt som t.ex. tidtabellsläggning, exempelvis är optimering och simulering traditionellt viktiga och relevanta metoder. Exempel på frågeställningar är samordning mellan fordonsplanering och tidtabellsplanering, tomvagnsdistribution och personalplanering vid störda situationer.

## Underhåll och trafik

Ett föråldrat järnvägssystem behöver en ansevärd mängd reinvesteringar och underhåll för att ge god funktion, tillgänglighet, driftsäkerhet och komfort. Dessa banarbeten och underhållsinsatser är både tids- och kostnadskrävande och måste genomföras säkert och i koordinering med normal trafik. Detta ställer krav på god planering av banarbeten och 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 trafikeringssynvinkel. Inom område Underhåll och trafik 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. Banägarens 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.

## Digitalisering och automation i tågplaneprocess och operativ drift

Digitalisering och automation blir en allt viktigare komponent även i tågplaneprocessen och den operativa driften av järnvägen. Viktiga frågeställningar är då både digitaliseringen/automationen i sig, men även interaktionen mellan de automatiserade/digitaliserade processerna och människan som verkar i dessa system. Det är viktigt att dels automatisera/digitalisera på ett sätt så att rätt beslut fattas, men även att ta hänsyn till MTO-perspektivet vid implementation av processer.

## Trafikinformation

För Trafikverket är trafikinformation en mycket viktig uppgift. Svårigheter med trafikinformation ställs på sin spets i samband med störningar. Inom området Trafikinformation behandlas både framtagande och hantering av trafikinformation samt relation och kommunikation med tågoperatörer. Området har stark koppling till kärnområde Operativ trafikstyrning och tåγκörning.

## Hantering av större störningar

”Större störningar” definieras inom KAJT som störningar som trafikledningen måste hantera i samråd med andra aktörer, främst tågoperatörer. I samband med större störningar frångås många av de normala rutinerna för t.ex. trafikinformation och operativ styrning. Inom området studeras metoder för att operativt hantera trafiken i samband med större störningar. Området har stark koppling till kärnområde Operativ trafikstyrning och tåγκörning.

## Uppföljning och återkoppling

Område Uppföljning och återkoppling 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 tåγκörning, och återkoppling för kunskapsuppbyggnad kan ske till både det strategiska, taktiska och operativa planeringsskedet. Inom området samverkar KAJT med Tillsammans för tåg i tid, TTT.

## Internationell samverkan och Shift2Rail

I ett internationellt perspektiv har KAJT som mål att programmet och dess parter ska vara en internationellt erkänd aktör som bjuds in till internationella samarbeten. Programmet ska vara internationellt aktivt, framför allt inom EU, synliggöra sin profil och verksamhet, och verka för hemtagning av både kunskap och finansiering från EU. KAJT ska stödja Trafikverket i Shift-2Rail-programmet och medverka i detta. I ett internationellt perspektiv är svensk transportforskning liten, därför är samarbeten med andra internationellt erkända parter och hemtagning av kunskap extra viktigt. Samtidigt som programmet agerar enligt internationella kvalitetskrav så är de svenska aspekterna av järnvägstrafiken i fokus. De internationella projekten spänner över många forskningsområden.

## KAJT-relaterade projekt

KAJT-relaterade projekt är projekt som bedrivs inom KAJT:s forskningsprogram men där finansiering formellt sett inte sker genom KAJT forskningsmedel. KAJT:s styrelse/programråd är normalt inte berörda i samband med initiering av dessa projekt. Då dessa projekt är av hög relevans för KAJT:s område, har de KAJT-relaterade projekten en speciellt viktig position för samverkan med KAJT-programmet.





# PROJEKTÖVERSIKT

|   | LIU | BTH | KTH | RISE SICS | UU | VTI | LU | Internationell samverkan | Shift2Rail |
|---|-----|-----|-----|-----------|----|-----|----|--------------------------|------------|
| Bankcapacitet och kostnadselasticitet för underhåll |     |     |     |           |    | X   |    |                          |            |
| SamEff  |     |     |     | X         |    |     |    |                          |            |
| FlexÅter  |     |     | X   |           |    |     |    |                          |            |
| RELÄT   | X   | X   |     |           |    |     |    |                          |            |
| EPLUS   | X   |     |     |           |    |     |    |                          |            |
| TTK   | X   |     |     | X         |    |     |    |                          |            |
| TT-JOB  |     |     |     | X         |    |     |    |                          |            |
| UFTB  |     |     |     |           | X  |     |    |                          |            |
| DIALOG  |     |     |     |           | X  |     |    |                          |            |
| Mist  |     |     |     |           |    |     | X  |                          |            |
| Avvikande hastighet på godståg                      |     |     |     |           |    | X   |    |                          |            |
| In2rail   |     |     |     | X         |    |     |    | X                        |            |
| CO2REOPT  |     |     |     | X         |    |     |    | X                        |            |
| ARCC  | X   |     | X   | X         |    |     |    | X                        | X          |
| Plasa   |     |     | X   |           |    |     |    | X                        | X          |
| TRANS-FORM  | X   | X   |     |           |    |     |    | X                        |            |
| KAIN  |     |     | X   |           |    |     |    |                          |            |
| UTSPRIDD  |     |     |     | X         |    |     |    |                          |            |
| GraPro  |     |     |     | X         |    |     |    |                          |            |
| STAPLA-F  | X   |     |     |           |    |     |    |                          |            |
| Bada-f  |     |     |     |           |    |     | X  |                          |            |
| BLIXTEN   |     | X   |     |           |    |     |    |                          |            |
| UHF   | X   |     |     |           |    |     |    |                          |            |
| RIT   |     |     |     | X         |    |     |    |                          |            |
| GridRail  |     |     |     |           | X  |     |    |                          |            |
| Automatiserad tågtrafikledning - förstudie          |     |     |     |           | X  |     |    |                          |            |
| FR8HUB  | X   |     | X   |           |    |     |    | X                        | X          |
| Impact-2  |     |     |     | X         |    |     |    | X                        | X          |
| Förstudie tågsimulering och ERTMS                   |     |     |     |           |    | X   |    |                          |            |
| Utvärdering av tidtabellsstrategier                 |     |     | X   |           |    |     |    |                          |            |
| Capacity4Rail                                       | X   |     |     |           |    |     |    | X                        |            |
| TOMSAM  |     |     |     | X         |    |     |    |                          |            |
| FLOAT   |     | X   |     |           |    |     |    |                          |            |

| Strategisk kapacitetsplanering | Taktisk kapacitetsplanering | Operativ trafikstyrning och tågdrift | Framtidens transportsystem, och trafik efterfrågan | Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet | Planering av transport-system, fordon och personal | Underhåll och trafik | Digitalisering och automation i tågplaneprocess och operativ drift | Trafikinformation | Hantering av större störningar | Uppföljning och återkoppling | KAJT-relaterat | Avslutat 2017 |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--|---|--|----------------------|--|-------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------|---------------|
|                                |                             |                                      |  |   |  | X                    |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                | X                           |                                      | X  |   |  |                      |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                |                             |                                      |  |   |  |                      | X  |                   |                                |                              |                |               |
|                                | X                           |                                      |  |   |  | X                    |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                | X                           |                                      |  |   |  |                      |  |                   |                                | X                            |                |               |
| X                              |                             |                                      | X  |   |  |                      |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                |                             |                                      |  |   |  |                      | X  |                   |                                |                              |                |               |
|                                |                             | X                                    |  |   |  |                      |  | X                 |                                |                              |                |               |
|                                | X                           |                                      |  |   |  |                      |  |                   |                                | X                            |                |               |
|                                |                             | X                                    |  |   |  |                      |  |                   |                                | X                            |                |               |
|                                | X                           | X                                    |  |   | X  |                      |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                | X                           | X                                    |  | X   |  |                      |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                | X                           |                                      |  |   |  |                      | X  |                   |                                |                              |                |               |
| X                              |                             | X                                    | X  |   |  | X                    |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                | X                           | X                                    |  | X   |  |                      |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                | X                           |                                      |  |   |  |                      | X  |                   |                                |                              |                |               |
|                                |                             | X                                    |  |   |  |                      |  | X                 | X                              |                              | X              |               |
| X                              |                             |                                      | X  |   |  |                      |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                |                             | X                                    |  |   |  |                      |  |                   |                                | X                            |                |               |
| X                              |                             |                                      |  |   |  | X                    |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                |                             |                                      |  |   |  | X                    |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                | X                           |                                      |  |   |  |                      |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                |                             | X                                    |  |   |  |                      |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                | X                           | X                                    |  | X   |  |                      | X  |                   |                                |                              |                |               |
|                                | X                           |                                      |  |   |  |                      |  |                   |                                |                              |                |               |
|                                | X                           |                                      |  |   |  |                      |  |                   |                                | X                            | X              | X             |
|                                |                             | X                                    |  |   |  |                      |  | X                 |                                |                              |                | X             |
| X                              |                             |                                      | X  |   |  |                      |  |                   |                                |                              | X              | X             |
|                                |                             | X                                    |  |   |  |                      |  |                   | X                              |                              |                | X             |



**PÅGÅENDE PROJEKT**

## Bankkapacitet och kostnadselasticitet för underhåll

### Mål

Målet med projektet är att ta fram kostnadselasticiteter för trafik som tar hänsyn till både nedbrytningens och den tillgängliga bankapacitetens effekt på underhållskostnader.

### Huvudsakliga aktiviteter

Genomgång och analys av mått på bankapacitet som är lämpliga i den ekonometriska analysen. Formulering och skattning av en kostnadsmodell.

### Forskningsbidrag

En högre frekvens av trafik leder till fler och kortare tidsfönster för underhåll, alternativt mer underhåll under nattetid, vilket ökar underhållskostnaden. Denna aspekt beaktas inte i litteraturen kring kostnadselasticiteter för järnvägsunderhåll som används för marginalkostnadsberäkningar. Projektets forskningsbidrag är främst kostnadselasticiteter för järnvägsunderhåll som inkluderar bankapacitetens effekt på underhållskostnaderna.

### Nytta för beställare

På kort sikt: Resultaten kan användas för att beräkna marginalkostnader som kan ligga till grund för en avgift som tar hänsyn till både nedbrytningens och bankapacitetens effekter på underhållskostnaden. En sådan avgift ligger närmare den faktiska marginalkostnaden för järnvägstrafik jämfört med en spåravgift som endast beaktar nedbrytningens påverkan på underhållskostnader.

På längre sikt: Används en avgift som bättre speglar den faktiska marginalkostnaden för järnvägstrafik kommer det att medföra ett effektivare nyttjande av infrastrukturen.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster (doktorandprojekt).

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)     |
| Projektledare           | Kristofer Odolinski, kristofer.odolinski@vti.se        |
| Övriga projektdeltagare | Hans E. Boysen   |
| Beställare              | Pär-Erik Westin, Trafikverket Planering                |
| Tidsperiod              | 2017–2018  |
| Omfattning (total)      | 0,6 MSEK   |
| Projekttyp              | Forskningsprojekt                                      |
| Forskningsområde        | Strategisk kapacitetstilldelning, Underhåll och trafik |

## Samhällsekonomiskt effektiv fördelning av järnvägskapacitet (SamEff)

### Mål

Avvägningar och beslut om vilken operatör som ska få tillgång till en viss spårkapacitet sker kontinuerligt under tågplaneprocessen. Studien syftar till att utveckla en tågplaneprocess där den samhällsekonomiska nyttan maximeras på ett vetenskapligt understött tillvägagångssätt. Fokus ligger på att utforma processer för att använda marknadsmässiga styrmedel i beslut om tidtabellläggningen.

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

### Huvudsakliga aktiviteter

Uppgiften utgår från en tågplaneprocess där auktioner och dynamisk prissättning får en avgörande roll vid tågplanens utformning. Metoder för att jämföra värdet av samhällsköpt trafik med kommersiell trafik undersöks för att jämföra trafikslag på jämlika ekonomiska grunder. Uppgiften inkluderar utveckling av optimeringsmodeller, beräkningsmodeller och samhällsekonomiska värderingar för att undersöka hur marknadsekonomiska processer ska tillämpas på tågplanen.

### Forskningsbidrag

Forskningsbidraget finns dels i de beräkningsmodeller som utvecklas för samhällsekonomisk värdering och i hög grad hur tågplaneprocessen skall anpassas. Att samhällsekonomiskt värdera och utvärdera tågplaner är i dagsläget inte ett välstuderat område och projektet förväntas bidra med ny kunskap inom området.

### Nytta för beställaren

På kort sikt kan projektet bidra med förbättrade metoder för konfliktreglering baserad på samhällsekonomisk och kunskaper om förutsättningar och möjligheter med en marknadsbaserad tidtabellläggning. På lång sikt förväntas projektet bidra med resultat, vilka kan ligga till grund för en utvecklad tågplaneprocess där utnyttjandet av infrastrukturen sker på ett samhällsekonomiskt bättre sätt.

### Rapporter

Svedberg, V., Aronsson, M., Joborn, M., Timetabling based on generalised cost, SICS Technical Report T2015:05

Svedberg, V., Aronsson, M., och Joborn, M. (2017). Railway Timetabling Based on Cost-Benefit Analysis. In 19<sup>th</sup> EURO Working Group on Transportation Meeting (EWGT2016) (Vol. 22, pp. 345–354). Elsevier Science BV. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.03.041>

Victoria Svedberg, Martin Aronsson, Martin Joborn, Jan Lundgren, Dynamic Pricing of Track Capacity, 20<sup>th</sup> EURO Working Group on Transportation Meeting (EWGT 2017), 4–6 September 2017, Volume 27, 2017, Pages 704–711, Budapest, Hungary

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Framtidens leveranstågplaneprocess, Effektiv planering av järnvägsunderhåll, Uppföljning och Prediktion

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | RISE SICS   |
| Projektledare           | Martin Aronsson, RISE, <a href="mailto:martin.aronsson@ri.se">martin.aronsson@ri.se</a>   |
| Övriga projektdeltagare | Victoria Svedberg, Martin Joborn, (Emanuel Broman, Abderrahman Ait Ali, KTH), Niklas Nilsson, Pär Ström, Trafikverket Planering |
| Beställare              | Hans Dahlberg, Trafikverket Planering   |
| Tidsperiod              | 2015–2018   |
| Omfattning (total)      | 5,75 MSEK   |
| Projekttyp              | Doktorandprojekt  |
| Forskningsområde        | Taktisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan   |

## Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått (FlexÅter)

### Mål

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 högnivåmodell efter resultaten, samt ta fram en demonstrator som visar på möjligheterna. På längre sikt är effekten att bättre kunna mäta kapacitet och förhållandet mellan kapacitetsrelaterade 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.

### Rapporter

Högdahl, J., Bohlin, M., Fröidh, O. (2017) Combining optimization and simulation to improve railway timetable robustness. In Proc. 7<sup>th</sup> Int. Conf. On Railway Operations Modelling and Analysis RailLille.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Framtidens leveranstågplaneringsprocess, Kapacitet i nätverk, Tidtabellläggning med hjälp av simulering, Överbelastad infrastruktur, Smart Planning and Safety for a safer and more robust European railway sector (Plasa), Fr8Hub, Robusta tidtabeller för järnvägstrafik+, Mindre störningar i tågtrafiken

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | KTH  |
| Projektledare           | Markus Bohlin, mbohl@kth.se  |
| Övriga projektdeltagare | Johan Högdahl, Oskar Fröidh, Jennifer Warg   |
| Kontaktperson           | Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering  |
| Tidsperiod              | 2016–2019  |
| Omfattning (total)      | 3,3 MSEK   |
| Projekttyp              | Doktorandprojekt   |
| Forskningsområde        | Strategisk kapacitetsplanering, Taktisk kapacitetsplanering, Digitalisering och automation i tågplaneringsprocess och operativ drift |

## Realiserbara och Ändamålsenliga Tidtabeller (RELÄET)

### Mål

Projektet fokuserar på metoder och stöd för korttidsplaneringen inkl. analyser av effekten av tidtabellsrevideringarna på tidtabellens störningskänslighet och robusthet med koppling till den operativa trafikeringen och utfallet.

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 ankomstpunktlighet, undervägspunktighet, kanalpunktighet 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 1) ett trafikplaneringsperspektiv 2) ett trafikledningsperspektiv och 3) järnvägsföretagens perspektiv samt vilken effekt har robustheten på sättet man planerar resp. på 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 som innebär 1) tidtabellsanalyser med fokus på robusthet och kopplingen till det praktiska utfallet och 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 område (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 Nyttå 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. Tidigare projekt har huvudsakligen fokuserat på långtidsplaneringen och kvalitet på den fastställda tidtabellen medan pågående studie i RELÅET fokuserar på beräkningsstöd för korttidsplaneringen och den effekt som tillägget av nya tåglågen kan ha på robustheten och trafikledningen. Det finns ett stort behov av beräkningsstöd i denna planeringsfas eftersom tidspressen i denna delprocess är större än i långtidsplaneringen. Dessutom så görs korttidsplaneringen nationellt och av medarbetare som därför inte alltid har den detaljkunskap om alla de bandelar som ärendena berör, vilket motiverar möjligheterna till beräkningsstöd för att fånga de lokala, relevanta detaljer och begränsningar som gäller. 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.

## Rapporter

Khoshniyat, F., Törnquist Krasemann, J., (2017), "On-Demand Timetabling in Dense Railway Networks: Methods and Challenges", Konferensproceedings för RailLille (the 7<sup>th</sup> International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis), Lille, France, April 2017.

Khoshniyat, F., Törnquist Krasemann, J., (2017), "Analysis of Strengths and Weaknesses of a MILP Model for Revising Railway Traffic Timetables" Konferensproceedings för ATMOS17 (17<sup>th</sup> Workshop on Algorithmic Approaches for Transportation Modelling, Optimization, and Systems), Vienna, Austria, September 2017.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Robusta Tidtabeller för Järnvägstrafik+, Tågplan 2015. 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.krasemann@bth.se |
| Övriga projektdeltagare | Fahimeh Khoshniyat, Jan Lundgren                                |
| Beställare              | Armin Ruge, Kristina Eriksson, Trafikverket Planering           |
| Tidsperiod              | 2016–2018   |
| Omfattning (total)      | 1,8 MSEK  |
| Projekttyp              | Doktorandprojekt  |
| Forskningsområde        | Taktisk kapacitetsplanering                                     |

## Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster (EPLUS)

### Mål

Målet med projektet är att utveckla metoder och matematiska modeller för att kunna samplanera järnvägstrafik och underhåll. Speciellt fokus ges åt att kunna planera in servicefönster i tidtabellen, dvs. sammanhållna tågfria tider då löpande underhåll skall utföras, samtidigt som trafiken ska vara möjlig att köra på ett bra sätt. Detta kan vara speciellt utmanande för långväga tåg som passerar flera underhållsdistrikt. Viktiga aspekter för att resultaten ska komma till nytta är relevans, lösningskvalité, svarstider och effektivitet.

### Huvudsakliga aktiviteter

Analys av frågeställningar och dess samhällsekonomiska kostnader. Utveckling av matematiska modeller för lokal, regional och nationell planering av servicefönster. Utveckling och förädling av optimeringsmetoder för framtagna matematiska modeller. Applicering och utvärdering på verkligt planeringsproblem.

### Forskningsbidrag

Uppbyggnad av forskningsområdet samordnad planering för järnvägstrafik och underhåll. Metoder för att värdera nytta och kostnad av servicefönster samt nya matematiska optimeringsmodeller för samtidig hantering av servicefönster och trafik. Applicering på teoretiska och praktiska fall.

### Nytta för beställare

På kort sikt: Metoder för värdering och planering av servicefönster och trafik. Underlag för att kunna påvisa servicefönstrens nytta, påverkan 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. (2015). Samhällsekonomisk värdering av servicefönster på Norra Stambanan, sträckan Ockelbo–Ljusdal, Teknisk rapport.

Lidén, T., Joborn, M. (2016). Dimensioning windows for railway infrastructure maintenance: Cost efficiency versus traffic impact. *Journal of Rail Transport Planning & Management* 6 (1), 32–47.

Lidén, T., Joborn, M. (2016). An optimization model for integrated planning of railway traffic and network maintenance. *Transportation Research Part C*, 74, 327–347.

Lidén, T. (2016). Towards concurrent planning of railway maintenance and train services. (Licentiat-avhandling). Linköpings universitet.

Lidén, T., Kalinowski, T., Waterer, H. (2018). Resource considerations for integrated planning of railway traffic and maintenance windows. Accepted for publication in *Journal of Rail Transport Planning & Management*.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Samhällsekonomiskt effektiv planering av järnvägskapacitet (SamEff), Bankapacitet och kostnadselasticitet för underhåll, Transporttillgänglighet – tillgänglighetsnyckeltal för järnvägsnät och banunderhåll (TT-JOB).

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 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                                  |
| Forskningsområde        | Taktisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik |

## Tidtabellskvalitet (TTK)

### Mål

Projektet Tidtabellskvalitet, TTK, har som mål att utveckla ett ramverk med flermålsoptimering som kan användas för att kontrollera och påverka en tidtabells kvalitet utifrån flera mått. Ramverket ska även kunna användas för att skapa en gemensam bild av vad som ska uppnås under kapacitetstilldelningen, och är ett steg mot automatisk ärendehantering. Ramverket som utvecklas i TTK ska inkludera flera olika kvalitetsmått och TTK kommer även ta fram en flermålsoptimeringsmodell som kan användas för att generera och analysera tidtabeller som på olika sätt är optimala i förhållande till de specificerade kvalitetsmåten. Vidare ska ramverket kunna användas för att väga olika tidtabellsegenskaper mot varandra, och för att förstå vilka möjligheter och svagheter som finns givet en infrastruktur och ett specificerat kapacitetsbehov och/eller fastställda leveransåtagande.

### Huvudsakliga aktiviteter

Projektet består av tre huvuddelar:

1. Projektet inleds med en omfattande sammanställning av kvalitetsmått som presenterats i litteraturen eller av branschen. I samband med detta bestäms ett antal testscenarier.
2. Därefter skall ett matematiskt ramverk som kan användas för att generera och/eller utvärdera tidtabeller utifrån flera samtidiga kvalitetsmått tas fram. Modellen ska programmeras upp, samt testas och verifieras.
3. I en avslutande del skall det utvecklade ramverket appliceras på ett antal testscenarier. I denna del ingår viss datainsamling.

### Forskningsbidrag

Forskningsbidraget är att utveckla en metod som kan användas för att väga olika kvalitetsmått mot varandra i tidtabellsläggningen.



### Nytta för beställare

1–5 års sikt: Projektet kan bidra till att få en bättre förståelse för, och kunna värdera hur, olika kvalitetsmått förhåller sig till varandra. Metoder som utvecklas kan användas för att analysera en tågplan och dess svagheter och styrkor.

5–10 års sikt: De metoder som tas fram i projektet bör kunna tillämpas systematiskt vid tidtabellskonstruktion. De kommer även kunna användas för att undersöka hur förändringar (infrastruktur, planeringsregler, process) påverkar tidtabellens kvalitet och i förlängningen till att följa upp hur väl Trafikverket levererar sin tjänst till samhället.

### Rapporter

Gestrelius, S., Aronsson, M., Peterson A. (2017) “A MILP-based heuristic for a commercial train timetabling problem”, in: EWGT 2017: 20<sup>th</sup> Euro Working Group on Transportation Meeting, Budapest, Hungary, September 4–6, 2017. (Publicerad som Transportation Research Procedia 27, 2017, 569–576.) Artikelns finns tillgänglig här: [goo.gl/ff8GSt](http://goo.gl/ff8GSt).

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Realiserbara och ändamålsenliga tidtabeller: från plan till drift (RELÄET), Mindre störningar i tågtrafiken (MIST), Samhällsekonomiskt effektiv fördelning av järnvägskapacitet (SAMEFF), samt EU-projekten Capacity4Rail (C4R) och Shift2Rail/ARCC respective Shift2Rail/Fr8Hub.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | Linköpings universitet, RISE SICS   |
| Projektledare           | Anders Peterson, <a href="mailto:anders.peterson@itn.liu.se">anders.peterson@itn.liu.se</a> |
| Övriga projektdeltagare | Sara Gestrelius (RISE SICS), Martin Aronsson (RISE SICS)                                    |
| Kontaktperson           | Hans Dahlberg, Trafikverket Planering   |
| Tidsperiod              | 2017–2020   |
| Omfattning (total)      | 4,5 MSEK  |
| Projekttyp              | Doktorandprojekt  |
| Forskningsområde        | Taktisk kapacitetsplanering, Uppföljning och återkoppling                                   |

## Transporttillgänglighet – tillgänglighetsnyckeltal för järnvägsnät och banunderhåll (TT-JOB)

### Mål

Syftet med projektet är att ta fram mål för transportproduktionen på järnväg. Exempel på ett sådant mål skulle t.ex. kunna vara att en viss transport skall kunna genomföras inom en viss restid mellan utgångsstation och slutstation 95 % av årets dagar. Trafiken består av olika transporter vilket leder till att den totala produktionen av transporter på järnväg måste uttryckas som en mix, där tillgängligheten att kunna producera varje transport måste vägas. En viktig frågeställning i projektet utgör hur denna trafikmix kan uttryckas samt om och hur den kan fungera som ett produktionsmål för att mäta tillgängligheten för järnvägs-systemet.

### Huvudsakliga aktiviteter

Analys av möjligheten att uttrycka ett transportbehov kopplat till tillgänglighet på järnvägs-kapacitet. Utveckling av matematiska modeller kopplade till tågplanekonstruktion. Utveckling och förädling av beräkningsmetoder för att beräkna tillgänglighet.

### 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

Tillgänglighetsmål kan därefter kommuniceras till andra järnvägsaktörer: till operatörer som en utfästelse (i t.ex. JNB), till entreprenörer som krav och begränsningar i upphandling och kontrakt, till Näringsdepartementet i årsredovisning och i nyckeltal. Trafikmixen skulle även kunna fungera som kompletterande riktlinje i tågplanekonstruktionen för vilken trafik som skall kunna realiserars.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Framtidens Leveranstågplaneprocess, Samhällsekonomisk effektiv planering av järnvägskapacitet, Effektiv planering av järnvägsunderhåll.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | RISE SICS  |
| Projektledare           | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se   |
| Övriga projektdeltagare |  |
| Beställare              | Lars Brunsson, Trafikverket Underhåll  |
| Tidsperiod              | 2017–2018  |
| Omfattning (total)      | 1,2 MSEK   |
| Projekttyp              | Forskningsprojekt  |
| Forskningsområde        | Strategisk kapacitetsplanering, framtidens transportsystem och trafikefterfrågan |

## Utvärdering av förändringar i tågtrafikledningens beslutsfattande (UFTB samt UFTB II)

### Mål

Att under kontrollerade och systematiska former utvärdera STEG och Operativ omplanering, för att på så sätt på förhand granska de förändringar som tågtrafikledningens operativa personal står inför i form av förändrade arbetssätt. Att som grund för ovanstående jämförelse även beskriva befintliga arbetssätt i form av en preliminär modell över tågtrafikledningens beslut och bedömningar. Målet för UFTB II är att genom mätning av ögonrörelser hos tågtrafikledarna, dels utvärdera användning av ögonrörelseutrustning i operativ miljö, samt dels att studera fixeringsmönster för att studera vilken information trafikledarna använder, samt när den används.

### Huvudsakliga aktiviteter

Fältstudier vid flera olika trafikledningscentraler (Boden, Norrköping, Malmö, Gävle och Hallsberg), samt experiment i lab-miljö. Kunskapssammanställning om beslutsfattande som vetenskapligt ämne, samt beskrivning av tågtrafiksystemet som sociotekniskt system. I UFTB II består aktiviteterna av fältstudier av ögonrörelser i operativ miljö.

### Forskningsbidrag

Teoretiska och metodologiska bidrag till studiet av beslutsfattande i dynamiska miljöer.

### Nytta för beställare

På kort sikt utvärdering av pågående förändringar. På lång sikt kunskapsuppbyggnad

### Rapporter

Jansson, A. (2014). Utvärdering av förändringar i trafikledarnas beslutsfattande. Delrapport I.

Jansson, A., & Axelsson, A. (2017). Knowledge elicitation in naturalistic decision making: Collegial verbalization with “conspective protocols”. In Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Conference on Naturalistic Decision Making, Bath, UK, pp. 87–93.

Jansson, A. A., & Axelsson, A. (2018). On the importance of mental time frames: A case for the need of empirical methods to investigate adaptive expertise. *Journal of Applied Research on Memory and Cognition* (accepted).

Jansson, A., Erlandsson, M. & Axelsson, A. (2015). Collegial verbalization – the value of an independent observer: An ecological approach. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 16, (5), 474–494.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Förutom UFTB II, även DIALOG, BAOT och FLOAT.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | Uppsala universitet  |
| Projektledare           | Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se  |
| Övriga projektdeltagare | Anton Axelsson   |
| Kontaktperson           | Jörgen Frohm, Trafikverket Trafikledning   |
| Tidsperiod              | 2014–2017, samt 2017–2018  |
| Omfattning (total)      | 2,1+1,7 MSEK   |
| Projekttyp              | Doktorandprojekt   |
| Forskningsområde        | Operativ kapacitetsplanering, Digitalisering och automation i tågplaneprocess och operativ drift |



Spår 3  
Hiss

3359



BOC



## DIALOG

### Mål

Att lägga grunden till ett sociotekniskt förståelseperspektiv på tågtrafiksystemet som helhet, inkluderande tågtrafikstyrning, lokföring och trafikinformation, genom analyser av hur information används och hur behovet av information kan stödjas, samt att undersöka om distribuerad kognition är lämpligt som teoretiskt ramverk tågtrafiksystemet som helhet.

### Huvudsakliga aktiviteter

Fältstudier vid flera olika trafikledningscentraler (Norrköping, Malmö, Gävle och Hallsberg), samt fältstudier i olika lokförarmiljöer. Litteraturstudier av befintliga sociotekniska systemperspektiv.

### Forskningsbidrag

Användning av distribuerad kognition inom ett nytt tillämpningsområde.

### Nytta för beställare

På kort sikt informationsbehov hos de olika aktörerna i tågtrafiksystemet. På lång sikt en ny kunskapsgrund för den typ av sociotekniskt system som tågtrafiksystemet tillhör.

### Rapporter

Andreasson, R., & Jansson, A. A. (2017). Towards a Distributed Cognition Perspective of the Swedish Train Traffic System. In A. Arweström Jansson, A. Axelsson, R. Andreasson, & E. Billing (Eds.), Proceedings of the 13<sup>th</sup> SweCog Conference, Uppsala, October 26–27, pp. 37–39. Skövde: University of Skövde.

Andreasson, R., Jansson, A.A. & Lindblom, J. Past and Future Challenges for Railway Research and the Role of a Systems Perspective. Paper submitted to IEA, 2018.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

UFTB, UFTB II, BAOT och FLOAT.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | Uppsala universitet                               |
| Projektledare           | Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se |
| Övriga projektdeltagare | Rebecca Andreasson                                |
| Kontaktperson           | Jörgen Frohm                                      |
| Tidsperiod              | 2018–2019   |
| Omfattning (total)      | 90 tSEK   |
| Projekttyp              | Forskningsprojekt                                 |
| Forskningsområde        | Operativ kapacitetsplanering, Trafikinformation   |

## Mindre Störningar i Tågtrafiken (MIST)

### Mål

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.

### Rapporter

Palmqvist, C.W., Olsson, N. & Winslott Hiselius, L., (2017). Some Influencing Factors for Passenger Train Punctuality in Sweden. *International Journal of Prognostics and Health Management*, vol. 8.

Palmqvist, C.-W., Olsson, N.O., Hiselius, L. (2017). Delays for passenger trains on a regional railway line in Southern Sweden. *International journal of transport development and integration*, vol.1, no.3, pp 421–431.

### 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              | Kenneth Håkansson, Trafikverket Planering                 |
| Tidsperiod              | 2016–2018   |
| Omfattning (total)      | 3,3 MSEK  |
| Projekttyp              | Doktorandprojekt  |
| Forskningsområde        | Taktisk kapacitetsplanering, Uppföljning och återkoppling |

## Avvikande hastighet på godståg

### Mål

Projektets övergripande mål är att öka kunskapen om godståg som inte håller hastigheten enligt konstruerad tidtabell. Syftet är att analysera förekomsten, orsakerna och konsekvenserna av godståg som kör med avvikande hastighet samt ta fram möjliga åtgärdsförslag. För att kunna åtgärda avvikelser är det nödvändigt att veta vad som orsakar avvikelserna.

### Huvudsakliga aktiviteter

Analys av tågdata som bl.a. finns i Trafikverkets databas Lupp samt litteraturstudie och intervjuer med Trafikledning, godstågsoperatörer samt förare av godståg.

### Forskningsbidrag

Besvara frågeställningar som exempelvis:

- Hur vanligt förekommande är det att godstågen kör med avvikande hastighet i förhållande till tidtabellen?
- Vilka är de vanligaste orsakerna till godstågens avvikande hastighet?
- Vad blir konsekvenserna av att godstågen inte kör enligt tidtabell?
- Vilka åtgärder kan vara lämpliga/möjliga för att reducera förekomsten av avvikande hastighet?

### Nytta för beställare

På kort sikt är det frågan om att öka kunskapen om varför avvikande hastighet för godståg förekommer och vad som orsaker detta samt vilka konsekvenser som kan uppstå. På längre sikt är det frågan om att skapa förutsättningar för att kunna reducera förekomsten av att godståg kör med avvikande hastighet.

### Rapporter

Inga rapporter är publicerade.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Projektet har en koppling till flera av de projekt som genomförs inom ramen för KAJT:s forskningsverksamhet. Koppling finns även till det branschgemensamma punktlighetsprogrammet TTT.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | VTI   |
| Projektledare           | Ragnar Hedström, ragnar.hedstrom@vti.se         |
| Övriga projektdeltagare | Sofia Lundberg, Tomas Rosberg                   |
| Beställare              | Elisabet Spross, Trafikverket Transportkvalitet |
| Tidsperiod              | 2016–2018                                       |
| Omfattning (total)      | 0,75 MSEK                                       |
| Projekttyp              | Förstudie                                       |
| Forskningsområde        | Uppföljning och återkoppling                    |

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

### Mål

In2Rail är ett så kallat ”lighthouse”-projekt till EU-programmet Shift2Rail, dvs. ett projekt som ”visar vägen” för kommande forskning och utveckling inom Shift2Rail. RISE SICS medverkar huvudsakligen som stödpart till Trafikverket inom den del som kallas Intelligent Mobility Management (I<sup>2</sup>M). Fokus i I<sup>2</sup>M 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 att ta 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, Luleå Tekniska Universitet, Chalmers och Bombardier.

### Huvudsakliga aktiviteter

Utformning, specifikation och verifikation av trafikledningens användning och nytta av bättre infrastrukturinformation. Standardisering av gränssnitt och integrationslager.

### Forskningsbidrag

Forskningsbidraget i I<sup>2</sup>M 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 (LiU)

Den framtida operativa trafikledningen, organisation och stödsystem (UU).

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | RISE SICS                               |
| Projektledare           | Martin Joborn, martin.joborn@ri.se      |
| Övriga projektdeltagare | Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering |
| Beställare              | 2015–2018                               |
| Tidsperiod              | 0,5 MSEK                                |
| Omfattning (total)      | EU-projekt                              |
| Projekttyp              | www.in2rail.eu                          |
| Forskningsområde        | Operativ kapacitetsplanering            |

## Coordination of core European supply chains using Optimization (CO<sup>2</sup>REOPT)

### Mål

Projektets mål är att utveckla metoder för utvecklad koordinering av resurser mellan olika intressenter i viktiga godskorridorer. Fallstudier görs på två gränsöverskridande transportkorridorer: LKAB:s järnvägstransporter på Malmbanan och Samskip van Dieren Multimodala kombikorridor från Kontinentaleuropa till Skandinavien. Målet är att öka tillförlitligheten och optimera resursutnyttjandet av både bana, lok och vagnar. Övriga svenska parter i projektet är LKAB och Trafikverket, och övriga internationella parter är SINTEF, Jernbaneverket, Rotterdam School of Management, Samskip van Dieren Multimodal, Smartport.

### Huvudsakliga aktiviteter

Inom de två fallstudierna kommer metoder för effektiv planering och resursoptimering att utvecklas. I fallet Malmbanan implementeras dels en demonstrator för optimeringsbaserat planeringsstöd för operativ tågledning. Dessutom studeras metoder för samordnad planering av tidtabell, lokomlopp och fordonsomlopp för optimalt resursutnyttjande både ur ett strategiskt och taktiskt perspektiv. I fallet Samskip van Dieren studeras deras taktiska tågplanering, i vilken tågens avgångsdagar fastställs på ett sätt som ska balansera ekonomi, servicegrad och tillförlitlighet.

### Forskningsbidrag

Främsta forskningsbidraget är nya modeller, metoder och analyser för de studerade problemområdena, tillämpade i fallstudierna. En demonstrator för optimering av operativ tågledning för Malmbanan tas fram.

### Nytta för beställare

På 1–3 år sikt: Bättre samordning av transportbehov, tidtabell och fordonsomlopp hos transportägare/operatörer; bättre förståelse hur optimerande stödsystem kan förbättra operativa styrningen.

På 3–10 års sikt: Bättre hjälpmedel för operativ tågstyrning.

### Rapporter

Joborn, M., Mannino, C., Bohlin, M., Bach, L. (2016). D2.1 – Requirements and objectives for cross-border supply chain corridor development.

Mannino, C., El Omari, J., Bach, L., Bohlin, M., Joborn, M. (2017). D3.1 – Models and solution algorithms for robust timetabling and real-time dispatching.

Mannino, C., El Omari, J., Bach, L., Bohlin, M., Joborn, M. (2017). D3.2 – Implementation and testing of models and solution algorithms for timetabling with locomotive routing, and real-time dispatching.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Tidtabelloptimering för malmtrafikens expansion (Tomte), Flexibel omplanering av tåglägen i drift (Float), Tågplan 2015 Lean Marakasen.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | RISE SICS  |
| Projektledare           | Markus Bohlin, markus.bohlin@ri.se   |
| Övriga projektdeltagare | Martin Joborn RISE SICS, Jawad Elomari, RISE SICS, Dick Carlsson, LKAB, Fredrik Lundström, Trafikverket, Patrik Eveborn, Optimal Solutions |
| Beställare              | ERA-NET, Vinnova   |
| Tidsperiod              | 2016–2018  |
| Omfattning (total)      | 3,2 MSEK   |
| Projekttyp              | EU-projekt   |
| Hemsida                 | www.co2reopt.eu  |
| Forskningsområde        | Strategisk/taktisk/operativ kapacitetsplanering, Planering av transportnätverk, fordon och personal, Hantering av större störningar.       |

## Automatic Rail Cargo Consortium, WP 2-3 Swed (ARCC)

### Mål

ARCC (Automatic Rail Cargo Consortium) är ett Shift2Rail-projekt, där KAJT är aktiva i WP2 Real-time yard management och WP3 Network management. De främsta målen med det svenska arbetet i projektet är dels att finna metoder för bättre samordning mellan rangerbangårdar/terminaler och övriga järnvägsnätet, dels att lägga grund för fortsatt arbete inom taktisk och operativ kapacitetsplanering, med speciell inriktning mot godstrafikens situation.

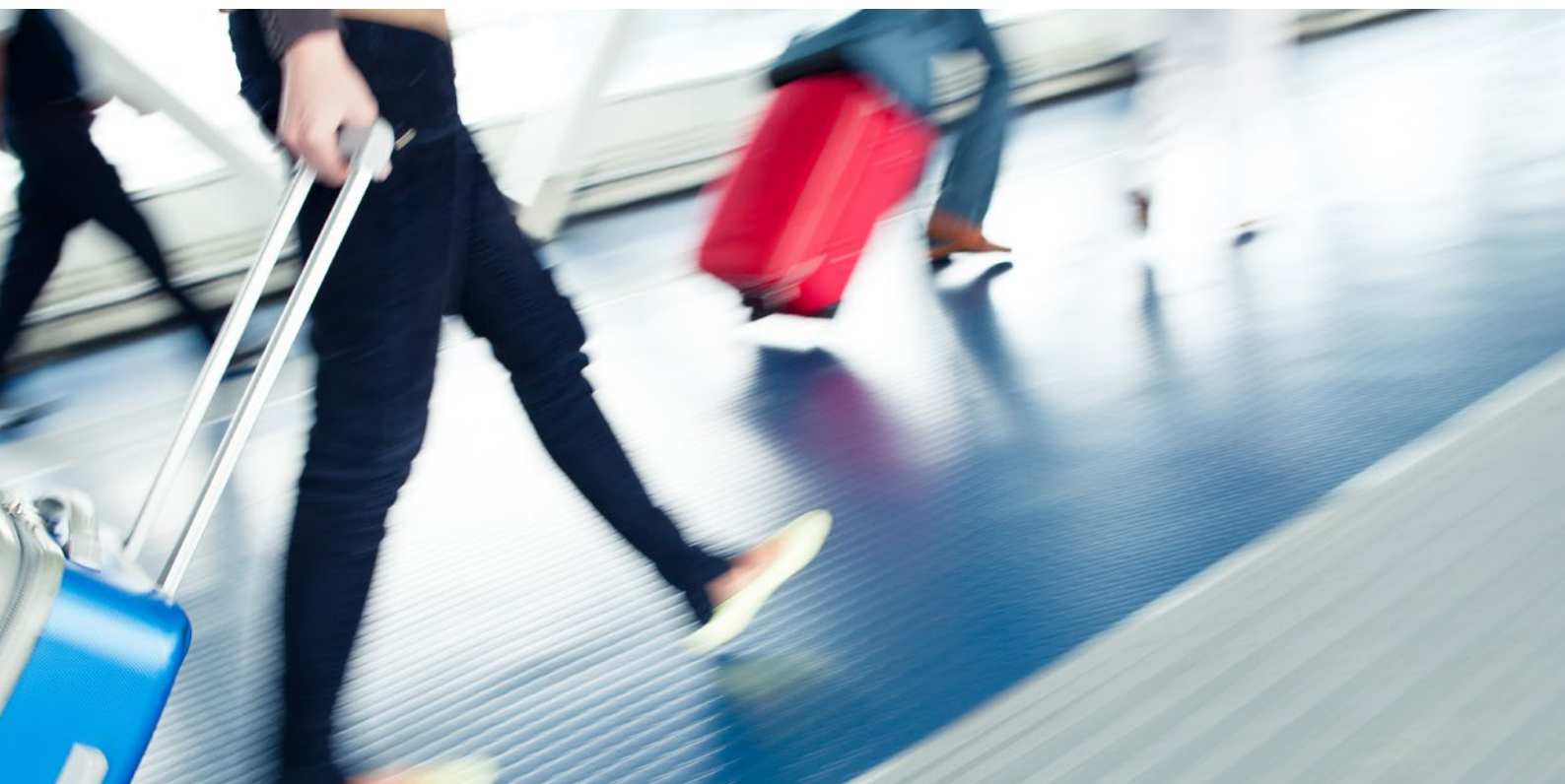
### Huvudsakliga aktiviteter

Beskrivning och analys av viktiga svenska rangerbangårdars och terminalers status och processer. Beskrivning och analys av rangerbangårdars och terminalers förutsättningar för utvecklad samordning med linjenätets planering och styrning. Utveckling av process och beslutsstöd för samordnad planering mellan linjenät och bangårdar, med speciellt fokus på godståg som avgår utanför sin tidtabellskanal.

Projektet samverkar nära med övriga projektparter DB, CSC, Ansaldo och Slovenska järnvägen. Green Cargo medverkar som svensk referens.

### Forskningsbidrag

Beskrivning av nuläge och forskningsbehov vid rangerbangårdar, terminaler och deras samordning med linjen. Beskrivning av nuläge och forskningsbehov kring kapacitetsplanering, men ett speciellt fokus mot godstrafikens situation. Modeller (optimering/simulering) och prototyper för utvecklad samordning mellan bangård och linje.



### Nytta för beställare

På 1–3 års sikt kan projektet lägga grunden för fortsatt forskning inom kapacitetsplanering och öka kunskapen om nuläge och potential för samordning mellan bangårdar, terminaler och linjenätet.

På 5–10 års sikt kan projektet ge verktyg för förbättrad samordning mellan rangerbangårdar och linjenätet.

### Rapporter

Lucke, H-J, et. al. (2017). D2.1 – Description of automation/optimisation requirements and capabilities of decision making process in Marshalling yards and Terminals.

Gestrelus, S., Joborn, M., Wahlborg, M. (2018). D2.2 – Description of business processes of a network management system and the interactions/interfaces with a Real-time Yard Management System.

Gestrelus, S., Aronsson, M., Joborn, M., Bohlin, M. (2017). Towards a comprehensive model for track allocation and roll-time scheduling at marshalling yards Ljunggren, F., Persson, K. (2017). Algorithm for inserting a single train in an existing timetable.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

PRAGGE, Tidtabellskvalitet (TTK), Fr8Hub.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | RISE SICS, Linköpings universitet, KTH  |
| Projektledare           | Martin Joborn, martin.joborn@ri.se  |
| Övriga projektdeltagare | Anders Peterson, LiU, Christiane Schmidt, LiU, Leila Jalili, LiU, Behzad Kordnejad, KTH, Sara Gestrelus RISE SICS, Martin Aronsson, RISE SICS, Mats Åkerfeldt, Trafikverket |
| Beställare              | Magnus Wahborg, Trafikverket Planering  |
| Tidsperiod              | 2016–2018   |
| Omfattning (total)      | 3,6 MSEK  |
| Projekttyp              | EU-projekt (Shift2Rail)   |
| Forskningsområde        | Operativ kapacitetsplanering, Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet   |
| Hemsida                 | <a href="http://projects.shift2rail.org/s2r_ip5_n.aspx?p=ARCC">http://projects.shift2rail.org/s2r_ip5_n.aspx?p=ARCC</a>   |

## Smart Planning and Safety for a safer and more robust European railway sector (Plasa)

### Mål

Projektet syftar till att utveckla metodik för simulering av tågtrafik, och har två delar:

- Att utveckla en grundläggande simuleringsmodell/metod för analys av primära och sekundära störningar – best practice, state-of-the-art och att ta fram use cases.
- Att tillämpa framtagna modell för att analysera åtgärder i tågplanen, samt dess påverkan på tågföring och punktlighet.

Projektet är inordnat i Shift2Rail Cross cutting activities och utlysningen för medlemmar, S2R-CFM-CCA-03-2015 Integrated mobility and safety. Projektet leds av DB och Trafikverket deltar. KTH är länkad tredjepart till Trafikverket och forskningsutförare.

### Huvudsakliga aktiviteter

- Översikt trafiksimulering och trafikledning RU och IM (state-of-practice).
- Översikt planeringsmodeller och metoder (state-of-the-art) samt resultat från tidigare EU-projekt i tid och pågående EU-projekt Capacity4Rail och In2Rail.
- Utveckling av relevanta användningsfall.
- Screening av tillgängliga datamängder som är lämpliga för de identifierade användningsfallen.
- Konfiguration av grundmodellen baserad på fått kunskap om datastruktur och tillgänglighet samt simuleringsmetoder.
- Identifiering och analys av lämpliga simuleringsmetoder.
- Utveckling av prototyp: Infrastruktur och tidstabelldata länkas eftersom detta steg är en förutsättning för simuleringen, samt utveckling av nödvändiga datagränssnitt.
- Utarbetande av koncept och genomförande av nödvändiga datagränssnitt för europeiska förhållanden (t.ex. Tyskland, Sverige).
- Case study och första valideringen av prototypen.





### Nytta för beställare

En förbättrad metodik för simulering och analyser av tågplaner ger positiva effekter för Trafikverket, järnvägsföretagen och deras kunder i form av bättre kunskap om hur olika åtgärder påverkar kapacitet och punktlighet i järnvägstrafiken och därmed bättre möjligheter att förbättra systemet. Kombinationen av Trafikverkets nuvarande metod (mikrosimulering med RailSys) med makrosimulering ska ge möjlighet att utnyttja befintlig datastruktur och metod till snabbare och mer storskaliga analyser.

Trafikverket kan genom projektet få 1) bättre kontroll över tidtabellens och infrastrukturens påverkan på trafikens punktlighet och förutsägbarhet, 2) ett fortsatt engagemang i metoder för mikrosimulering och RailSys, 3) Ökad kunskap om samspelet mellan tågplanering i TPS och RailSys 4) en koppling till utbildningsverksamhet vid KTH inom järnvägsanalys.

### Rapporter

M. Zinser, T. Betz, J. Warg, E. Solinen and M. Bohlin. Comparison of microscopic and macroscopic approaches to simulating the effects of infrastructure disruptions on railway networks. In Proc. 6th Transport Research Arena Conference, Vienna, April 2018. To appear.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått (FlexÅter), Kapacitet i nätverk (KAIN).

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | KTH  |
| Projektledare           | Markus Bohlin, mbohl@kth.se                                    |
| Övriga projektdeltagare | Behzad Kordnejad, Jennifer Warg KTH, Emma Solinen Trafikverket |
| Beställare              | Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering                        |
| Tidsperiod              | 2016–2018  |
| Omfattning (total)      | 1,2 MSEK   |
| Projekttyp              | EU-projekt (Shift2Rail)  |
| Forskningsområde        | Taktisk kapacitetsplanering                                    |



12:21 SJ InterCity Servering 12:50  
**HallsbergKarlstad**  
Tågnr 633      Katrineholm  
Wagnsplanering 2, 3, 4, 5, 6, 7  
Spår 10

← Ingång / Way out Vasagatan



## TRANS-FORM: Det svenska delprojektet

### Mål

Välfungerande och ändamålsenliga kollektivtrafiksystem är en grundpelare i dagens och framtidens attraktiva, hållbara städer och samhällen. En stadig, omfattande trafikutveckling och marknadsmässiga avregleringar under flera år har dock bland annat bidragit till att samspelet mellan kollektivsystemens olika aktörer blivit mer komplext. Behovet av en ökad samordning mellan kollektivsystemens olika aktörer, inklusive resenärer, är idag därför betydande.

Projektet TRANS-FORM syftar till att utveckla och utvärdera koncept och metoder för att möjliggöra en ökad samordning mellan kollektivtrafiksystemens olika aktörer genom att dra nytta av multipla datakällor om bl.a. resenärflöden och trafiksystemets egenskaper integrerat med effektiva beräkningsstöd såväl under planering som i ett operativt skede.

### Huvudsakliga aktiviteter och Forskningsbidrag

Utveckling av modeller och metoder för att analysera resenärflöden och kollektivtrafikens servicenivå samt metoder för en förbättrad koordinering av kollektivtrafiken och passagerarutbyten vid störningar.

Projektarbetet kommer att utgå från olika fallstudier där tillämpbarheten av utvecklade gemensamma koncept och metoder ska studeras:

- Haagenlanden, Nederländerna: Fokus på lokal kollektivtrafik och multimodala resandeutbyten.
- Genève och Lausanne, Schweiz: Fokus på lokal-regional kollektivtrafik i större noder i kollektivtrafiknäten.
- Blekinge-Skåne, Sverige: Fokus på regional kollektivtrafik och resenärflöden mellan fjärrtåg och regional trafik.

### Övrigt

Projektet är beviljat finansiering via utlysningen ”the ERA-NET Smart Cities and Communities (ENSCC)” av JPI Urban Europe. Projektledare är Dr. Oded Cats vid TU Delft. Den svenska projekt delen finansieras av FORMAS med medfinansiering och stöd av Karlshamns Kommun/ Netport, Region Blekinge samt Trafikverket.

För publikationer och mer information relaterade till projektet, se projektsidan.

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Utförare (av den svenska delstudien)  | Blekinge Tekniska Högskola (BTH), Linköpings universitet (LiU)  |
| Projektledare (för den svenska delen) | Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se   |
| Övriga projektdeltagare               | Clas Rydergren, LiU, Sai Josyula, BTH   |
| Beställare                            | KAJT-relaterat projekt  |
| Tidsperiod                            | 2016–2019   |
| Omfattning (svensk del)               | 3,75 MSEK   |
| Projekttyp                            | Delvis doktorandprojekt   |
| Forskningsområde                      | Operativ kapacitetsplanering, Hantering av större störningar  |
| Hemsida                               | <a href="https://www.bth.se/eng/research/computer-science-and-engineering/transform/">https://www.bth.se/eng/research/computer-science-and-engineering/transform/</a> |

## Kapacitet i nätverk (KAIN)

### Mål

Projektet undersöker utvecklade metoder för kapacitetsanalys i nätverk. Existerande matematiska metoden för beräkning av kapacitetsutnyttjande ska förbättras och utvidgas. Metoden ska kunna användas för att beräkna effekterna av omledning av tåg samt ta hänsyn till de samhällsekonomiska effekterna så att den exempelvis kan ge indata till trafikprognoser. Genom att utveckla nya metoder för kapacitetsutnyttjande enligt ovan så kan infrastrukturen utnyttjas bättre.

### Huvudsakliga aktiviteter

Förstudie om befintliga metoder och identifikation av brister. Utveckling av en ny metod och utvärdering och validering via en simuleringsstudie samt verkligt punktlighetsdata. Projektet ska samverka med S2R-projektet PLASA och PLASA 2 samt SamEff.

### Forskningsbidrag

Projektet syftar till att förbättra kapacitetsberäkningar. Detta underlättar att få en överblick över kapacitetssituation och kan ge positiva effekter som bättre punktlighet och förutsägbarhet för Trafikverket, järnvägsföretag och kunder. Kopplingen till samhälls ekonomi ger dessutom en ny synvinkel.

### Nytta för beställare

På 1–5 års sikt: Förbättra Trafikverkets kapacitetsberäkningar på nätverksnivå

På 5–10 år sikt: Implementering i olika planerings- och analysverktyg för att förbättra uppskattning av effekter på kapacitet.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Samhällsekonomisk effektiv fördelning av järnvägskapacitet (SamEff), Smart Planning and Safety for a safer and more robust European railway sector (PLASA), Fr8Hub, Utvärdering av tidtabellsstrategier.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | KTH                                     |
| Projektledare           | Jennifer Warg, Jennifer.warg@abe.kth.se |
| Övriga projektdeltagare | Markus Bohlin, Oskar Fröidh             |
| Beställare              | Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering |
| Tidsperiod              | 2017–2019                               |
| Omfattning (total)      | Budget 1,4 MSEK                         |
| Projekttyp              | Doktorandprojekt                        |
| Forskningsområde        | Strategisk kapacitetsplanering          |

## Utveckling av spridningsmått för störningar och deras påverkan på punktlighet (UTSPRIDD)

### Mål

Projektet syftar till att utveckla mätetalen för störningar i järnvägstrafiken för att bättre spegla störningars spridning och trafikens återställningsförmåga. Projektet är en fortsättning av den tidigare förstudien SPRIDA, som tog fram förslag till två nya mätetal för störningar och som presenterade möjligheter till fördjupade insikter.

### Huvudsakliga aktiviteter

Nya mätetals utformning kommer att analyseras och detaljutformas genom fallstudier av hur de kan beräknas, användas och komma till nytta. För att kunna använda de nya måtten i större skala är det nödvändigt att de beräknas utan komplicerade, "manuella" ingrepp. Algoritmer ska därför designas så att mått kan beräknas mer eller mindre "automatiskt" klarar de många specialfall som uppstår när man arbetar med verkliga data. Ett annat mål för studien är att redogöra för hur de nya måtten kan användas för att dra slutsatser och hur man kan göra djupare analyser av störningars påverkan på trafiken.

### Forskningsbidrag

Forskningsbidrag är att öka kunskapen kring störningars spridning och ge möjlighet att identifiera samband mellan störningar och punktlighet.

### Nytta för beställare

På 1–3 års sikt kan projektet ge viktig kunskap till TTT:s arbete för att öka punktligheten i järnvägssystemet samt analysverktyg för ökad kunskap om samband mellan störning och punktlighet.

På 5–10 års sikt kan Trafikverket få verktyg för att analysera störningars spridning.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

SPRIDA, Mindre störningar i tågtrafiken, Flexibel omplanering av tåglägen i drift.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | RISE SICS  |
| Projektledare           | Martin Joborn, martin.joborn@ri.se                         |
| Övriga projektdeltagare | Zohreh Ranjbar, Victoria Svedberg                          |
| Beställare              | Mats Gummesson, Trafikverket Planering                     |
| Tidsperiod              | 2018–2019  |
| Omfattning (total)      | 1,3 MSEK   |
| Projekttyp              | Forskningsprojekt  |
| Forskningsområde        | Operativ kapacitetsplanering, Uppföljning och återkoppling |

## Grafiska prognostidtabeller (GraPro)

### Mål

Projektets mål är att utveckla en matematisk modell för att omvandla dagens prognostidtabell till en körbar grafiska tidtabell och därmed inkludera de tidtabellseffekter som uppstår när trafiken läggs ut på järnvägsnätet.

### Huvudsakliga aktiviteter

Projektets huvudsakliga aktivitet är vidareutveckling av optimerande matematiska modeller och metoder för tidtabellsgenerering med fokus på funktioner som är relevanta för strategisk planering: komplexa stationer, stora nätverk samt ändamålsenliga tåglägen.

### Forskningsbidrag

Forskningsbidraget består i att undersöka om optimering är en lämplig metod för att generera tidtabeller vid strategisk planering, samt även vidareutveckling av optimeringsmodeller och metoder.

### Nytta för beställare

På 1–5 års sikt: Om Trafikverket får tillgång till en metod för att automatiskt generera grafiska prognostidtabeller skulle tidtabellanalyser kunna genomföras för fler objekt. Detta skulle leda till att olika tidtabellfaktorer och infrastrukturåtgärder som dagens metod inte fångar kan inkluderas i effektbedömningen.

På 5–10 år sikt: Bättre anpassad infrastruktur.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Impact-2, Strategisk anläggningsplanering, Klimat på spåret.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | RISE SICS                              |
| Projektledare           | Sara Gestrelus, sara.gestrelus@ri.se   |
| Övriga projektdeltagare | Martin Aronsson, Martin Kjellin        |
| Beställare              | Magnus Backman, Trafikverket Planering |
| Tidsperiod              | 2018–2019                              |
| Omfattning (total)      | 0,75 MSEK                              |
| Projekttyp              | Forskningsprojekt                      |
| Forskningsområde        | Strategisk kapacitetsplanering         |

## Strategisk anläggningsplanering för balansering av underhåll och tågtrafik- förstudie (STAPLA-F)

### Mål

Projektet syftar till att bedöma kunskapsläge och potential för att reducera mängden underhållsdrivande anläggningskomponenter, primärt växlar. Lämpliga analys- och dimensioneringsmetoder ska studeras, vilka beaktar såväl underhåll som trafik. Projektets mål är att producera en rapport som dokumenterar detta, samt ge rekommendation och underlag för en eventuell ansökan om fortsatt forskning.

### Huvudsakliga aktiviteter

Datinsamling och fördjupning av frågeställningen. Dokumentation av praktiska erfarenheter (State of practice) och forskningsläge (State of art). Sammanställning, rekommendationer och rapportering.

### Forskningsbidrag

För Trafikverket kommer projektet att ge en bedömning av hur den strategiska anläggningsplaneringen skulle kunna bedrivas:

- Hur stora effekter kan dessa avvägningar få vid ny- och ombyggnationer?
- När och var är det intressant med anläggningsförändringar som reducerar mängden kritiska komponenter?
- Finns tillräckligt data om dessa komponenters påverkan på systemets störningskänslighet?

För akademien kommer projektet att klargöra om det finns ett forskningsgap med tillräckligt många och stora forskningsfrågor för att motivera ett doktorandprojekt.

### Nytta för beställare

På kort sikt: Kunskapsuppbyggnad, rekommendation och plan för fortsatt forskning.

På 5 års sikt: Metoder för strategisk anläggningsplanering av kritiska komponenter.

På 10 års sikt: Lägre underhållskostnader, stabilare anläggning.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster (EPLUS).

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | Linköpings universitet                               |
| Projektledare           | Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se                      |
| Övriga projektdeltagare | Irfan Kaya   |
| Beställare              | Per Köhler, Trafikverket                             |
| Tidsperiod              | 2018   |
| Omfattning (total)      | 0,5 MSEK   |
| Projekttyp              | Förstudie  |
| Forskningsområde        | Strategisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik |

## Banarbeten – processer och datatillgång (Bada-f)

### Mål

Projektet är en förstudie som ska identifiera frågeställningar, som i en senare fullskalig studie ska kunna leda till en tydlig bild av processen för planering av banarbeten, för att förstå hur den fungerar i praktiken, samt vad det är som styr det (i form av beslut, information och lagstiftning), inte minst med utgångspunkt i vad som är planerbart och vad som inte är planerbart. När projektet är avslutat ska det stå helt klart vad som krävs för en storskalig studie med syfte att kartlägga banarbetsprocessen och vilka data som krävs respektive finns att tillgå i olika skeden av den.

### Huvudsakliga aktiviteter

Kartläggning av processer och datatillgång via litteraturstudie av (Trafikverkets dokument och forskningslitteratur) samt intervjuer.

### Forskningsbidrag

Eftersom projektet är en förstudie, syftar det till att skapa förutsättningar för en storskalig studie, vars resultat i sin tur ska bidra till en framtida effektivisering av banarbetsprocessen.

### Nytta för beställare

Projektets slutresultat förväntas skapa goda möjligheter för en framgångsrik storskalig studie, som i sin tur ger Trafikverket en god inblick i vad som styr banarbetsplaneringen, och vilka möjligheter som finns till effektivisering. En effektiviserad banarbetsplanering är inte bara av stort ekonomiskt värde för Trafikverket, utan också för dess entreprenörer och inte minst för de järnvägsföretag som trafikerar järnvägen.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Framtidens Leveranstågplanprocess, Samhällsekonomiskt effektiv planering av järnvägskapacitet, Effektiv planering av järnvägsunderhåll.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | Lunds Universitet                          |
| Projektledare           | Lena Hiselius, lena.hiselius@fft.lth.se    |
| Övriga projektdeltagare | Nils Olsson, Mikael Thorsén                |
| Beställare              | Rose-Marie Renberg, Trafikverket Underhåll |
| Tidsperiod              | 2018                                       |
| Omfattning (total)      | 0,5 MSEK                                   |
| Projekttyp              | Förstudie                                  |
| Forskningsområde        | Underhåll och trafik                       |



## Beslutstöd för trafikledare: approximativa och exakta optimerande metoder – förstudie (BLIXTEN)

### Utgångspunkt och Mål

Att arbetsuppgifterna för svenska tågtrafikledare är mycket komplexa och tidvis enormt kognitivt belastande är de allra flesta överens om. Tågtrafiken i stora delar av det svenska järnvägsnätet har blivit alltmer intensiv de senaste åren, frekvensen av störningar har ökat och därmed även den extra arbetsbörda det medför att hantera dessa. Tillgängligheten till relevant information – som är viktig för beslutsfattandet, i synnerhet vid störningar – är också ofta bristfällig. Behoven av ändamålsenliga beslutstöd är därför uppenbara. Hur sådana bör utformas och användas beror naturligtvis på den aktuella kontexten och verksamhetens behov. Under flera år har den typ av frågor och metodutveckling som nämns ovan i huvudsak hanterats inom ett flertal olika typer av akademiska forskningsprojekt. Behoven av och nyttan med denna typ av forskning och utveckling av dylika system, har tidigare inte varit lika tydlig utifrån ett branschperspektiv, men sedan ett par år tillbaka har järnvägsförvaltare i bl.a. Italien, Norge, Lettland och Sverige sett behoven av och potentialen i att använda mer avancerade beslutstödsystem. Ur såväl ett akademiskt som praktiskt perspektiv återstår dock många frågor att besvara inför ett införande av sådana i verksamheten. Förstudien har därför två övergripande mål:

- Att med utgångspunkt från resultaten i det tidigare KAJT-projektet FLOAT samt Trafikverkets behov definierade inom ramen för NTL-projektet, genomföra en fallstudie som belyser mer praktiska aspekter kring framtida tillämpning av optimerande beräkningsstöd i den operativa driften av svensk tågtrafik.
- Att skapa förutsättningar för ett utökat samarbete mellan Trafikverket och forskningsutövare inom KAJT (däribland BTH) i de frågeställningar som nämns ovan och stimulera systematisk, verksamhetsförankrad kunskapsöverföring.

### Huvudsakliga aktiviteter och Forskningsbidrag

Projektet förväntas bidra med:

- En sammanställning av aktuellt kunskapsläge.
- Resultat från en fallstudie som inkluderar en beskrivning av de scenarier som valts ut för djupare analyser och de villkor för konfliktdetektering och omplaneringen som definierats för utvalda scenarier.
- En beskrivning av den metodutveckling som gjorts inom projektet.
- En rekommendation om fortsatt forskning inom området, kopplat till KAJT:s fokusområden.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | Blekinge Tekniska Högskola (BTH)                                    |
| Projektledare           | Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se     |
| Övriga projektdeltagare | Omid Gholami, BTH   |
| Beställare              | Göran Eskérs, Trafikverket Trafikledning                            |
| Tidsperiod              | 2018–2019   |
| Omfattning              | 0.5 MSEK  |
| Projekttyp              | Förstudie   |
| Forskningsområde        | Operativ trafikstyrning och tågdrift, Hantering av stora störningar |

## Utformning av servicefönster för varierande trafik- och underhållssituationer (UHF)

### Mål

Projektet syftar till att skapa praktisk nytta av den optimeringsmodell för servicefönster som har tagits fram inom projektet Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster (EPLUS), genom att studera ett antal typfall av nätverk, trafik och underhållsvolymer. Projektets mål är att Trafikverket vid halvårsskiftet 2020 ska ha ett gott underlag för att besluta om vidare användning av modellen för optimering av servicefönster, samt ha fått en bättre kunskap om hur servicefönster bör utformas för olika typfall. Stor tyngdpunkt kommer att läggas vid involvering av berörda enheter inom Trafikverket, samt att få god samstämmighet mellan modell och verklighet.

### Huvudsakliga aktiviteter

Analys av ett antal representativa typfall av nätverk, trafik och underhåll.  
Vidareutveckling av optimeringsmodell, arbetssätt och parametersättningar.  
Regelbundna workshops för involvering, kunskapsupbyggnad och erfarenhetsutbyte.

### Forskningsbidrag

Metodutveckling, kalibrering och applicering på fler planeringsfall.  
Validering och verklighetsförankrade resultat.

### Nytta för beställare

På kort sikt: Underlag för prioritering och värdering av servicefönster kontra trafik.  
Validering av metoder och resultat. Underlag för beslut om IT-verktygsutveckling.  
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.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster (EPLUS), Samhällsekonomisk tilldelning av järnvägskapacitet (SamEff), Transporttillgänglighet – tillgänglighetsnyckeltal för järnvägsnät och banunderhåll (TT-JOB).

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | Linköpings universitet                            |
| Projektledare           | Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se                   |
| Övriga projektdeltagare | Arbetsgrupp på Trafikverket                       |
| Beställare              | Lars Brunsson, Trafikverket Underhåll             |
| Tidsperiod              | 2018–2020   |
| Omfattning (total)      | 1,8 MSEK  |
| Projekttyp              | Forskningsprojekt                                 |
| Forskningsområde        | Taktisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik |

## Reservkapacitet i tågplanprocessen (RIT)

### Mål

Förstudiens mål är att lägga grunden för en huvudstudie där järnvägslagens krav på reservkapacitet får en vetenskaplig utgångspunkt. Reservkapacitet är kapacitet som avsätts i den ettåriga långtidsplanen för användning under tågplanperioden, och rör dels tåglägen men även tjänster såsom uppställning, m.m.

### Huvudsakliga aktiviteter

Förstudien omfattar 1) sammanfattning av hur reservkapacitet hanteras i övriga Europa 2) genomgång av pågående initiativ t.ex. RNEs TTR, 3) Intervjuer med personal på Trafikverket och ev. även andra aktörer 4) formulering av relevanta frågeställningar att gå vidare med och 5) formering av projektorganisation för huvudstudien.

### Forskningsbidrag

De grundläggande frågeställningarna rör hur reservkapaciteten i tågplanen skall värderas gentemot de i långtidsprocessen ansökta tåglägena och tjänsterna. Det ingår också att undersöka principerna för hur reservkapaciteten senare erbjuds under tågplanperioden. RIT bygger vidare på doktorandprojektet ”SamEff, Samhällsekonomiskt effektiv tilldelning av järnvägskapacitet”, där behovet av att värdera reservkapacitet för tillkommande trafik i korttidsplaneringen har identifierats.

### Nytta för beställare

I Sverige är trafiken heterogen, vilket leder till minskat kapacitetsuttag. Sverige har även förhållandevis mycket godstrafik, som ofta har behov av kortare framförhållning och ett större behov att med kortare varsel ändra i tågplanen. Detta resulterar i att tågplanen blir fragmentiserad och tillkommande/ändrad trafik får nöja sig med restkapaciteten från den årliga processen. Stora kostnader uppstår som en följd, i samband med kapacitetsbrist, skogstid, förseningar och väntan på rangeringar och plats på bangårdar som följd. Infrastrukturhållare har enligt lag en skyldighet att beakta behovet av s.k. reservkapacitet till ad hoc-processen<sup>1</sup>. Det finns således en skyldighet för Trafikverket att ta hänsyn till och prognostisera den trafik som ansöks och tillkommer i korttidsprocessen.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Samhällsekonomiskt effektiv tilldelning av järnvägskapacitet, Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster.

<sup>1</sup>Bla. järnvägslagen 6 kap. 9 § ”Infrastrukturförvaltaren skall ta fram ett förslag till tågplan med utgångspunkt från de ansökningar som kommit in och med beaktande av behovet av reservkapacitet...” samt 3 § ”En infrastrukturförvaltare ska bedöma behovet av att organisera tåglägen för olika typer av transporter, inklusive behovet av reservkapacitet...”

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | RISE SICS AB                           |
| Projektledare           | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se |
| Övriga projektdeltagare | Victoria Svedberg, Martin Joborn       |
| Beställare              | Stefan Persson, Trafikverket Planering |
| Tidsperiod              | 2018–2018                              |
| Omfattning (total)      | 0,5 MSEK                               |
| Projekttyp              | Förstudie                              |
| Forskningsområde        | Taktisk kapacitetsplanering            |

## GridRail

### Mål

Att genomföra grundläggande och kontrollerade studier av olika typer av visuell design av informationspresentation.

### Huvudsakliga aktiviteter

Lab-studier och användning av två olika typer av mikrovärldar. Projektet genomförs i form av flera olika examensarbeten.

### Forskningsbidrag

Studier av hur bedömningar och beslut påverkas av olika typer av informationsvisualisering.

### Nytta för beställare

På lång sikt kunskapsuppbyggnad inom området visuell design av informationspresentation.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

UFTB och UFTB II.



|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | Uppsala universitet                               |
| Projektledare           | Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se |
| Övriga projektdeltagare |   |
| Beställare              | Jörgen Frohm, Trafikverket Trafikledning          |
| Tidsperiod              | 2018–2019   |
| Omfattning (total)      | 90 tkr  |
| Projekttyp              | Forskningsprojekt                                 |
| Forskningsområde        | Operativ trafikledning                            |

## Automatiserad tågtrafikledning – förstudie

### Mål

Att i en förstudie beskriva kunskapsläget inom automatiserad trafikstyrning.

### Huvudsakliga aktiviteter

Litteraturstudier.

### Forskningsbidrag

Litteraturgenomgång av aktuellt forskningsläge.

### Nytta för beställare

Förstudie som kan lägga grunden till nya forsknings- och utvecklingsprojekt.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

UFTB, UFTB II, BAOT, FLOAT och DIALOG.



|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | Uppsala universitet                               |
| Projektledare           | Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se |
| Övriga projektdeltagare |   |
| Beställare              | Jörgen Frohm, Trafikverket Trafikledning          |
| Tidsperiod              | 2018–2019   |
| Omfattning (total)      | 60 tkr  |
| Projekttyp              | Forskningsprojekt                                 |
| Forskningsområde        | Operativ trafikledning                            |

## FR8HUB WP3 Real time network management and simulation of increasing speed for freight trains (Fr8Hub)

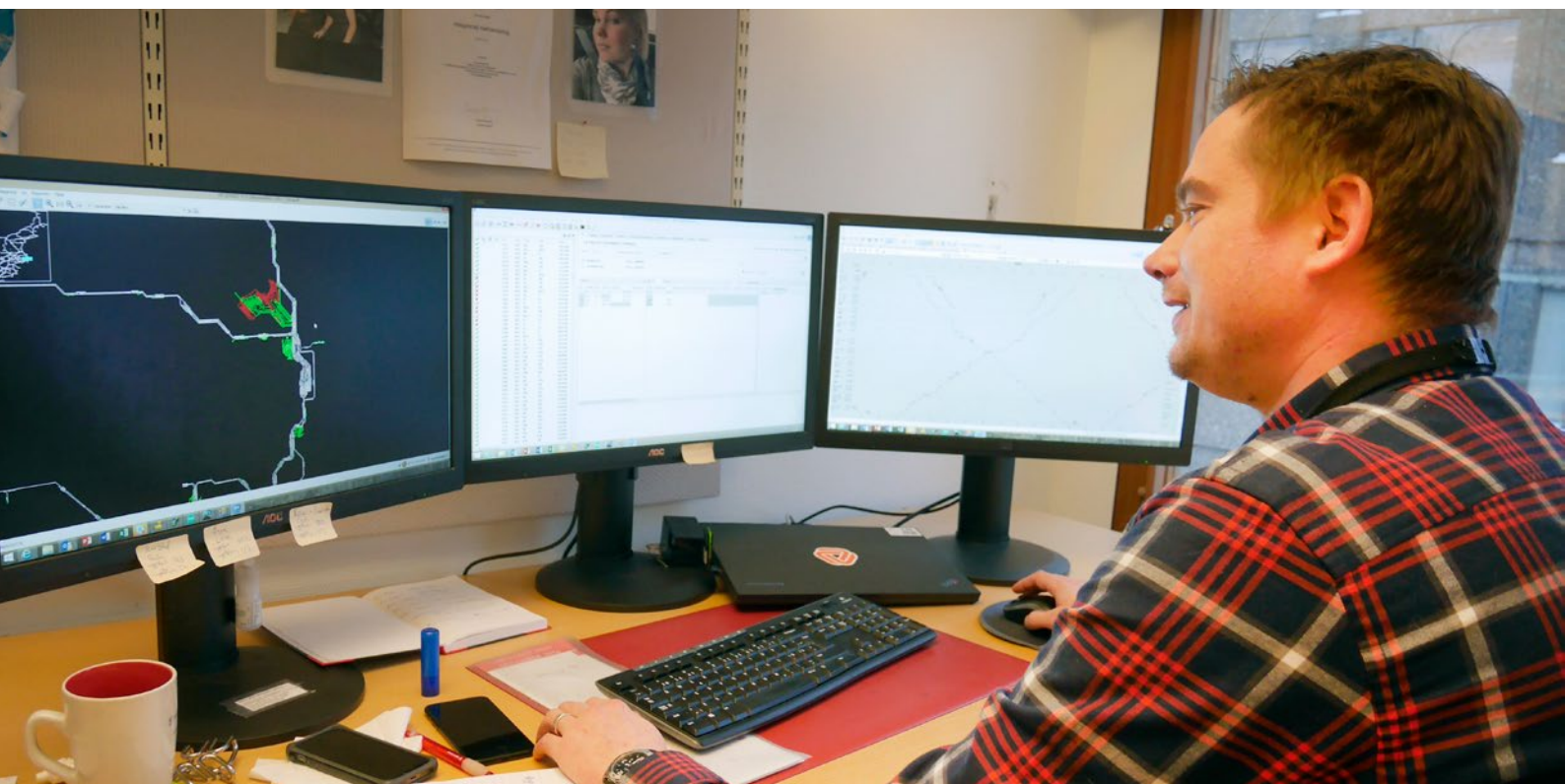
### Mål

Projektet består av två delar. Den ena delen handlar om att planera järnvägsnätets användning med kort tidshorisont/i realtid, och den andra delen handlar om att simulera effekterna av hastighetshöjningar för godståg. Projektet kommer att ta fram en demonstrator som kan användas för att visa 1) förbättrad trafikplanering och styrning genom bättre interaktion mellan bangård/terminal och linje, samt 2) ökad hastighet på godståg och dess övergripande effekter på kapacitet, punktlighet och restidsreduktion för både person- och godstrafik. Som testscenario kommer två viktiga delsträckor på järnvägskorridoren mellan Skandinavien och Medelhavet (the Scandinavian–Mediterranean Corridor) att användas, nämligen Malmö–Hallsberg, och Hamburg–Hannover.

Utöver Trafikverket, samt forskningsutövarna Kungliga tekniska högskolan och Linköpings universitet, medverkar även det tyska forskningsinstitutet DLR samt det spanska mjukvaruföretaget Indra i projektet.

### Huvudsakliga aktiviteter

1. Nulägesbeskrivning av innovationer och praktisk tillämpning inom områden.  
Här handlar det också om att specificera vilka förbättringar som kan åstadkommas inom projektet och hur de kan demonstreras. En viktig del är användandet av s.k. IVG (Intelligent Video Gate).
2. Definiera scenarier för simuleringar och demonstrationer. Här handlar det om att analysera åtgärder för att kunna öka medelhastigheten för godståg, samt att göra ett urval över viktiga flaskhalsar för godstågstrafikkorridoren mellan Skandinavien och Medelhavet.
3. Design av funktionalitet och (högnivå-) metoder för trafikplanering och -styrning.  
Här handlar det om att definiera en matematisk grundmodell som kan användas för tidtabellsplanering och integrerad planering linje–bangård/terminal.
4. (Högnivå-) Systemarkitektur och hantering av IVG-information. Denna aktivitet fokuserar på hur mjukvaruarkitektur och dataformat ska se ut.



5. Simulering av utvalda scenarier. Simuleringar skall utföras enligt de modeller och metoder som valts ut enligt ovan. En del handlar om att på en övergripande nivå studera hur olika terminaler/bangårdar påverkar varandra genom järnvägsnätet.
6. Utveckling av en konceptuell demonstrator. Demonstratorn kommer att använda data från en given tidtabell samt beskrivning av tillgänglig infrastruktur för att underlätta planering och styrning av blandad trafik (gods- och persontåg). Demonstratorn kommer att utvärderas genom användning av mikrosimulering.
7. Utvärdering av utvalda scenarier för snabbare godståg. En ekonomisk utvärdering av de studerade scenariernas kostnader och nyttor både för tågoperatörer och infrastrukturhållare.

### Forskningsbidrag

Forskningsbidragen i projektet är:

- Utvärdering av nytta och kostnad för snabbare godståg på banor med blandad trafik via mikrosimulering.
- Bättre simuleringsbaserade metoder för taktisk kapacitetsplanering baserat på interaktionen bana-nod.
- Bättre metoder för att göra enstaka förändringar (lägga till/ställa in/flytta) enstaka tåg i ett sent planeringsskede eller operativt.

### Nytta för beställare

1–5 års sikt: Projektet bidrar till bättre förståelse för godstrafikens behov i hela tidtabellsprocessen. Projektet har stor koppling till arbetet med NTL och processen för tåglägesansökningar.

5–10 års sikt: De metoder som tas fram i projektet bör kunna tillämpas inom automatiskt tidtabellläggning, och integreras i planeringsverktyg som används både på taktiskt och operativ nivå.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Realiserbara och ändamålsenliga tidtabeller: från plan till drift (RELÄT), Tidtabellskvalitet (TTK), Capacity4Rail (C4R), FlexÅter, ARCC.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | KTH, LiU  |
| Projektledare           | Markus Bohlin, mbohl@kth.se   |
| Övriga projektdeltagare | Behzad Kordnejad (KTH), Johan Högdahl (KTH), Anders Peterson (Linköpings universitet), Leila Jalili (Linköpings universitet), Christiane Schmidt (Linköpings universitet) |
| Beställare              | Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering   |
| Tidsperiod              | 2017–2020   |
| Omfattning (total)      | 6.4 MSEK (4,8 MSEK KTH + 1,6 MSEK Linköping universitet)  |
| Projekttyp              | Doktorandprojekt, EU-projekt  |
| Forskningsområde        | Strategisk/taktisk/operativ kapacitetsplanering, Digitalisering och automation i tågplaneprocess och operativ drift   |

## Indicator monitoring for a new railway paradigm in seamlessly integrated cross modal transport chains – Phase 2 (Impact-2, WP7)

### Mål

Det övergripande målet med hela Impact-2-projektet är att studera samhällstrender, scenarier och kritiska framgångsfaktorer i ett utifrån och in perspektiv på järnvägens roll i samhällsutvecklingen. I den del där KAJT medverkar är målet att utveckla prototyper för tågplanering och tågstyrning. RISE SICS bidrag till målet är att utifrån befintliga datorprogram skapa en forskningsplattform för tidtabellsplanering som ska kunna vara en bas för fortsatt forskning inom KAJT:s forskning inom taktisk kapacitetsplanering.

### Huvudsakliga aktiviteter

Specifikation och utveckling av system som kan utgöra en plattform för fortsatt KAJT-forskning och visualisering av forskning, baserat på RISE SICS nuvarande programvara ”M2”. Standardisering och dokumentation av API:er, indata och utdatagränssnitt.

### Forskningsbidrag

Forskningsbidraget i KAJT:s del av projektet ligger främst i att skapa möjligheter för samverkan inom KAJT för utveckling av prototyper och demonstratorer för taktisk kapacitetstilldelning.

### Nytta för beställare

1–5 års sikt: Utvecklade möjligheter för utvärdering av nya koncept för taktisk kapacitetstilldelning.

### Närmast relaterade KAJT-projekt

Framtidens leveranstågplaneprocess (FLTP).

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | RISE SICS   |
| Projektledare           | Martin Joborn, martin.joborn@ri.se  |
| Övriga projektdeltagare | Martin Kjellin, Sara Gestrelus  |
| Beställare              | Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering   |
| Tidsperiod              | 2017–2021   |
| Omfattning (total)      | 1,0 Mkr   |
| Projekttyp              | EU-projekt (Shift2Rail)   |
| Hemsida                 | <a href="https://shift2rail.org/cca/impact-2/">https://shift2rail.org/cca/impact-2/</a> |
| Forskningsområde        | Taktisk kapacitetsplanering   |





## Förstudie tågsimulering och ERTMS

### Mål

Projektet syftar till att inventera FoI-frågor inom området tågsimulering och ERTMS, arbetet sker på uppdrag och i samverkan med Trafikverket. Trafikverket ser FoI-behov inom området.

### Huvudsakliga aktiviteter

Exempel på aktuella frågor och aktiviteter:

- Beskriva modellering av ERTMS i RailSys och VTI tågsimulator, samt koppla detta till specifikationer och metoddokument inom ERTMS.
- Att öka kunskapen om RailSys och VTI tågsimulator, samt vad dessa simulatorer kan bidra med.
- Ge underlag för hur hastighetsprofiler kan optimeras och projekteras för att ge minskade körtider och ökad kapacitet.
- Öka bredden inom kapacitet och simuleringsområdet både nationellt, KTH och VTI, samt Trafikverket, Järnvägsföretag och järnvägsindustri. Att hitta kopplingar till angränsande FoI som t.ex. MTO.
- Att få mer input gentemot förarsidan och hur det påverkar kapacitet, projektering, simulering, automation m.m.
- Att förankra FoI-behov och inriktning genom samverkan och workshop, samt att ta fram en ansökan till doktorandprojekt om tågsimulering och ERTMS.
- Att öka kunskapen om ERTMS-nivåer, samt parameterinställningar i baseline.
- ERTMS påverkan på tidtabelläggnings i planering och i operativ drift kring hantering av störning.
- Hur påverkar olika signaleringsmetoder headway, gångtider och punktlighet?
- Vilka konsekvenser får signalsystemets parametersättning och förarbeteende på kapacitet?
- Hur förändras förutsättningarna för gods- och persontåg med övergången från ATC och STM till ERTMS?



## Forskningsbidrag

Det finns ett behov av ökad kunskap om ERTMS, samt metoder kopplat till ERTMS utifrån simulering, projektering och teknikutveckling. En del i förstudien är att definiera FoU-området tågssimulering och ERTMS.

## Nytta för beställare

På 1–5 års sikt:

- Ökad kunskap om verklig tågföring inklusive lokförare utifrån ERTMS och pågående teknikutveckling.
- Ökad kunskap om gångtider och tågföring.
- Ökad kunskap om framtida tågplanering och trafikledning utifrån ERTMS.
- Ökad kunskap om signalsystem – RailSys – lokförarsimulator.
- Åtgärder kring projektering och teknikutveckling med koppling till ERTMS.
- En plattform för dialog med järnvägsföretag och systemleverantörer och konsulter om ERTMS och teknikutveckling.

På 5–10 år sikt...

- Ökad kapacitet till följd av bättre verktyg för planering.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | VTI  |
| Projektledare           | Birgitta Thorslund, birgitta.thorslund@vti.se                    |
| Övriga projektdeltagare | Tomas Rosberg, VTI, Markus Bohlin, KTH, Per Köhler, Trafikverket |
| Beställare              | Magnus Wahlborg, Trafikverket Planering                          |
| Tidsperiod              | 2018–2018  |
| Omfattning (total)      | 0,5 MSEK   |
| Projekttyp              | Förstudie  |
| Forskningsområde        | Taktisk kapacitetsplanering                                      |



**AVSLUTADE PROJEKT UNDER 2017**

## Utvärdering av tidtabellsstrategier

### Mål

Målet med projektet är att utveckla metoder för att med hjälp av tidtabellsanalys och simulering utvärdera hur olika tidtabellsstrategier påverkar samhällsekonomiska nyttor.

Forskningen ska utveckla ny kunskap om området och leda till metoder för tillämpning av simuleringsresultat utifrån RailSys för att göra samhällsekonomiska bedömningar kopplat till störningar i tågtrafiken.

### Huvudsakliga aktiviteter

Metoder från kapacitetsanalys och samhällsekonomi sammanställs och utifrån dessa utvecklas en ny metod. Med hjälp av tidtabellsanalys och simulering med verktyget RailSys utvärderas tidtabeller med hänsyn till kapacitetsaspekter (punktlighet, medelförseining, återställningsförmåga etc.) som sedan räknas om till kostnader/samhällsnytta. Historiskt förseningsdata analyseras och används under metodutvecklingen. Analys av förseningarnas effekt på efterfrågan samt viktning avseende tågtyp (antal och typ av passagerare, mängd/typ av gods etc.), tidpunkt på dygnet/veckan/året, anslutningsresor etc. och förseningens storlek ingår också i projektet.

### Forskningsbidrag

Kopplingen mellan samhällsekonomi och kapacitet är ett relativt nytt forskningsområde. Forskningsbidrag är metoder som drar nytta av bägge områden för att på så sätt förbättra tidtabellerna.

### Nytta för beställare

På 1–5 års sikt: Underlag för tidtabellsplanering och prioritering, både i kort- och långsiktig planeringsskede samt för bedömning av samhällsnytta för planerade åtgärder.

På 5–10 års sikt: Analys- och planeringsverktyg som kan användas i både kapacitets- och SEK-sammanhang.

## Rapporter

Measuring the Socio-economic Benefits of Train Timetables Application to Commuter Train Services in Stockholm. Ait Ali, A., Eliasson, J., Warg, J. *Transportation Research Procedia*. 27, 2017, 849–856.

Simulation-based Timetable Evaluation with Focus on Passengers. Warg, J., Bohlin, M. In: *Proc. 7<sup>th</sup> Int. Conf. on Railway Operations Modelling and Analysis RailLille*.

The Use of Railway Simulation as an Input to Economic Assessment. Warg, J., Bohlin, M., 2016. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 6 (3), 2016, 255–270.

Timetable evaluation with focus on the travellers. Licentiate thesis. Warg, J. 2016

The Use of Railway Simulation as an Input to Cost-Benefit Analysis. Warg, J., Bohlin, M. – IAROR RailTokyo2015, Tokyo.

Capacity for express trains on mixed traffic lines. Fröidh, O., Sipilä, H., och Warg, J. (2014). *International Journal of Rail Transportation*, 2 (1), 17–27.

Economic Evaluation of time table strategies with simulation. Warg, J. 10<sup>th</sup> World Congress on Railway Research (WCRR) Sydney 2013.

Effects of increased traffic and speed on capacity of a highly-utilized railway. Warg, J. 13<sup>th</sup> International Conference on Design and Operation in Railway Engineering (Comprail), New Forest, 2012.

Kapacitetsanalys av Södra stambanan. Effekter av ökad trafik och ökad hastighet från 200 till 250 km/h. Sipilä, H. och Warg, J (2012). Rapport, Gröna tåget. KTH Järnvägsgruppen publikation 1203.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Samhällsekonomisk effektiv fördelning av järnvägskapacitet (SamEff), Tidtabellläggning med hjälp av simulering, Robusta Tidtabeller För Järnvägstrafik+ (RTJ+), Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått (FlexÅter), Realiserbara och ändamålsenliga tidtabeller (RELÄT), Metoder att mäta och utvärdera stora trafikavbrott i persontrafik på järnväg, Mindre störningar i tågtrafiken (MIST).

|                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| Utförare                | KTH                         |
| Projektleddare          | Markus Bohlin, mbohl@kth.se |
| Övriga projektdeltagare | Jennifer Warg, Oskar Fröidh |
| Beställare              | KTH Järnvägsgruppen         |
| Tidsperiod              | 2012–2017, Avslutat         |
| Omfattning (total)      | 3,950 Mkr                   |
| Projekttyp              | Doktorandprojekt            |
| Forskningsområde        | Taktisk kapacitetsplanering |



## Increasing Capacity 4 Rail networks through enhanced infrastructure and optimised operations (Capacity4Rail)

### Mål

”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 störningsscenarioer. 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 stresstester i tidtabellskonstruktion. Det är också möjligt att använda metoden för att utvärdera kvaliteter hos ett nytt (förändrat) tidtabellsläge för ett enskilt tåg.





## Rapporter

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.

Jovanović, P., Kecman, P., Bojović, N., Mandić, D. (2017) "Optimal allocation of buffer times to increase train schedule robustness", European Journal of Operational Research 256, pp 44–54.

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.

Peterson, A. (ed.) (2017), "Capacity impacts of innovations" Deliverable 32.2, 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.

Solinen, E., Nicholson, G., Peterson, A. (2017a) "A microscopic evaluation of railway timetable robustness and critical points", Journal of Rail Transport Planning & Management. (Available online 1 September 2017).

Solinen, E., Nicholson, G., Peterson, A. (2017b) "A microscopic evaluation of robustness in critical points", accepted for publication in: 7<sup>th</sup> International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis RailLille 2017, Lille, France, April 4–7, 2017.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

FR8HUB Real-time information applications and energy efficient solutions for rail freight WP3 (Fr8Hub), Tidtabellskvalitet (TTK), Flexibel Omplanering Av Tåglägen i drift (FLOAT).

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | Linköpings universitet                                     |
| Projektleddare          | Anders Peterson, anders.peterson@itn.liu.se                |
| Övriga projektdeltagare | Pavle Kecman, Martin Joborn, Rasmus Ringdahl               |
| Beställare              | Europeiska Kommissionen, Magnus Wahlborg, Trafikverket, PL |
| Tidsperiod              | 2013–2017, Avslutat  |
| Omfattning (total)      | 2,93 MSEK  |
| Projekttyp              | EU-projekt   |
| Forskningsområde        | Operativ kapacitetsplanering                               |

## Förbättrad tomflödesallokering i Samgods med hänsyn till angiven kapacitet – förstudie (TOMSAM)

### Mål

Samgods används av Trafikverket för strategisk planering och analys av godsflöden i Sverige, både för väg, järnväg och sjöfart. Samgods har en mycket enkel modell för hur järnvägens tomflödens ser ut, vilket kan göra att järnvägens totala flöden estimeras felaktigt. Målet med projektet är att föreslå ett alternativt sätt att uppskatta flöden av tomma vagnar som speglar verkligheten bättre och som även är möjligt att införa i Samgods beräkningsramverk.

### Huvudsakliga aktiviteter

Huvudsakliga aktiviteter i förstudien är litteratursökning kring tomvagnshantering, undersökning av tomvagnshantering vid godsoperatör (Green Cargo) – både ur modellperspektiv och flödesanalys, design och prototypbygge av beräkningsmodell för tomflöden och verifiering av resultat från föreslagen modell. Eventuell specifikation och implementation för Samgods ingår inte i denna förstudie.

### Forskningsbidrag

Forskningsbidraget är att utveckla en metodik för strategisk beräkning och analys av tomflöden på järnvägen som passar in i Samgods beräkningsramverk.

### Nytta för beställare

På 1–3 års sikt kan projektet förbättra Samgods analyser av järnvägens godstransporter.

### Rapporter

Edwards, H., Joborn, M., Sjöberg, H. (2017). Samgods och tomtågsflöden.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Utförare                | Sweco, RISE SICS   |
| Projektledare           | Henrik Edwards, Sweco, henrik.edwards@sweco.se                                     |
| Övriga projektdeltagare | Martin Joborn, RISE SICS, Hans Sjöberg, Green Cargo                                |
| Beställare              | Petter Wikström, Trafikverket Planering  |
| Tidsperiod              | 2017, Avslutat   |
| Omfattning (total)      |  |
| Projekttyp              | KAJT-relaterad förstudie   |
| Forskningsområde        | Strategisk kapacitetstilldelning, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan |



## Flexibel omplanering av tåglägen vid driftstörningar (FLOAT)

### Mål

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 konfliktreglera spårplanen mm när den går över till TL 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

Josyula, S., Törnquist Krasemann, J. (2017). ”Passenger-oriented Railway Traffic Re-scheduling: A Review of Alternative Strategies utilizing Passenger Flow Data”. Konferensproceedings från RailLille – the 7<sup>th</sup> International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis, Lille, France, April 2017.

Törnquist Krasemann, J., (2015). "Configuration of an optimization-based decision support for railway traffic management in different contexts", Konferensproceedings från RailTokyo, March 23–26, 2015.

Törnquist Krasemann, J., (2016), "Slutrapport för delstudien Malmbanan", Teknisk rapport, juni 2016.

Törnquist Krasemann, J., Gholami, O., Slutrapport för projektet, Mars 2017.

## Närmast relaterade KAJT-projekt

Robusta tidtabeller för järnvägstrafik+ (RTJ+), Beslutsstöd för automation (BAOT).

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Utförare                | Blekinge Tekniska Högskola                                      |
| Projektledare           | Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se |
| Övriga projektdeltagare | Sai Josyula, Omid Gholami, Håkan Grahn                          |
| Beställare              | Peter Hammarberg, Trafikverket Trafikledning                    |
| Tidsperiod              | 2013–2017, Avslutat   |
| Omfattning (total)      | 3 MSEK  |
| Projekttyp              | Delvis doktorandprojekt   |
| Forskningsområde        | Operativ kapacitetsplanering, Hantering av större störningar    |

# TIDIGARE AVSLUTADE PROJEKT

| PROJEKT   | PERIOD    |
|---|-----------|
| Förstudie utformning av rangerkonfiguration i prognostiserad vagnslasttrafik 2020–2040 (PRAGGE/PRAGGE2) | 2015–2016 |
| Robusta Tidtabeller För Järnvägstrafik + (RTJ+)   | 2013–2016 |
| Framtidens Leveranstågplaneprocess (FLTP)   | 2014–2016 |
| Optimering och tidtabelläggning   | 2014–2015 |
| Beslutsstöd och automation av tågtrafikstyrning (BAOT)  | 2013–2015 |
| Metoder att mäta och utvärdera stora trafikavbrott i persontrafik på järnväg                            | 2015–2016 |
| Spridningseffekter av störningshändelser i tågtrafiken (SPRIDA)   | 2016      |
| Tidtabelläggning med hjälp av simulering  | 2010–2015 |
| Överbelastad infrastruktur – var går gränsen?   | 2010–2015 |
| Kapacitetsanalys i ett nätverksperspektiv   | 2014–2015 |
| Framtida operativa tågtrafiksystemet – FOT  | 2013–2015 |
| Effektsamband för underhåll av järnväg  | 2015      |
| Trafikinformation lägesbild   | 2014–2015 |
| Uppföljning och prediktion – UoP  | 2014–2015 |
| Klimat på spåret – KLIPS  | 2013–2014 |
| Tidtabelloptimering för malmtrafikens expansion – TOMTE   | 2014      |
| Tågplan 2015 Lean Marakasen   | 2012–2014 |
| Optimal networks for train integration management across Europe – ONTIME                                | 2013–2014 |
| Förstudie uppföljning, kapacitetsplanering, simulering och trafikstyrning – FUKS                        | 2013–2014 |
| Samhällsekonomiska prioriteringskriterier vid tåglägestilldelning – SPIT                                | 2013–2014 |
| Beräkningsstöd för planering och resursallokering på rangerbangårdar – RANPLAN                          | 2012–2013 |

| UTFÖRARE                           | KONTAKTPERSONER   | Se KAJT Projektkatalog |
|------------------------------------|---|------------------------|
| RISE SICS                          | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se<br>Mats Åkerfeldt, mats.akerfeldt@trafikverket.se                            | 2017-03-31             |
| LiU                                | Anders Peterson, anders.peterson@itn.liu.se<br>Magdalena Grimm, magdalena.grimm@trafikverket.se                     | 2017-03-31             |
| RISE SICS                          | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se<br>Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se                              | 2016-03-31             |
| VTI, RISE SICS,<br>BTH             | Jan-Eric Nilsson, jan-eric.nilsson@vti.se<br>Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se                           | 2017-03-31             |
| UU                                 | Bengt Sandblad, bengt.Sandblad@it.uu.se<br>Peter Hammarberg, peter.hammarberg@trafikverket.se                       | 2016-03-31             |
| KTH                                | Bo-Lennart Nelldal, bo-lennart.nelldal@abe.kth.se,<br>Elisabet Spross, elisabet.spross@trafikverket.se              | 2017-03-31             |
| RISE SICS                          | Martin Joborn, martin.joborn@ri.se<br>Elisabet Spross, elisabet.spross@trafikverket.se                              | 2017-03-31             |
| KTH                                | Bo-Lennart Nelldal, bo-lennart.nelldal@abe.kth.se,<br>Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se              | 2017-03-31             |
| KTH                                | Bo-Lennart Nelldal, bo-lennart.nelldal@abe.kth.se,<br>Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se              | 2016-03-31             |
| KTH                                | Oskar Fröidh, oskar.froidh@abe.kth.se<br>Kristina Eriksson, kristina.eriksson@trafikverket.se                       | 2016-03-31             |
| UU                                 | Bengt Sandblad, bengt.Sandblad@it.uu.se<br>Robin Edlund, robin.edlund@trafikverket.se                               | 2016-03-31             |
| KTH                                | Oskar Fröidh, oskar.froidh@abe.kth.se<br>Clas-Göran Rydén, clas-goran.ryden@trafikverket.se                         | 2016-03-31             |
| UU                                 | Bengt Sandblad, bengt.Sandblad@it.uu.se<br>Kent Olsson, kent.olsson@trafikverket.se                                 | 2016-03-31             |
| BTH, RISE SICS                     | Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se<br>Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se | 2016-03-31             |
| RISE SICS                          | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se<br>Mats Åkerfeldt, mats.akerfeldt@trafikverket.se                            | 2016-03-31             |
| RISE SICS                          | Martin Joborn, martin.joborn@sics.se<br>Dick Carlsson, dick.carlsson@lkab.se  | 2016-03-31             |
| RISE SICS                          | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se<br>Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se                              | 2016-03-31             |
| UU                                 | Bengt Sandblad, bengt.Sandblad@it.uu.se<br>Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se                         | 2016-03-31             |
| BTH, LiU, RISE<br>SICS,<br>UU, KTH | Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se<br>Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se | 2016-03-31             |
| RISE SICS                          | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se.se<br>Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se                           | 2016-03-31             |
| RISE SICS                          | Markus Bohlin, markus.bohlin@ri.se<br>Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se                                  | 2016-03-31             |

Ett samarbete mellan:

