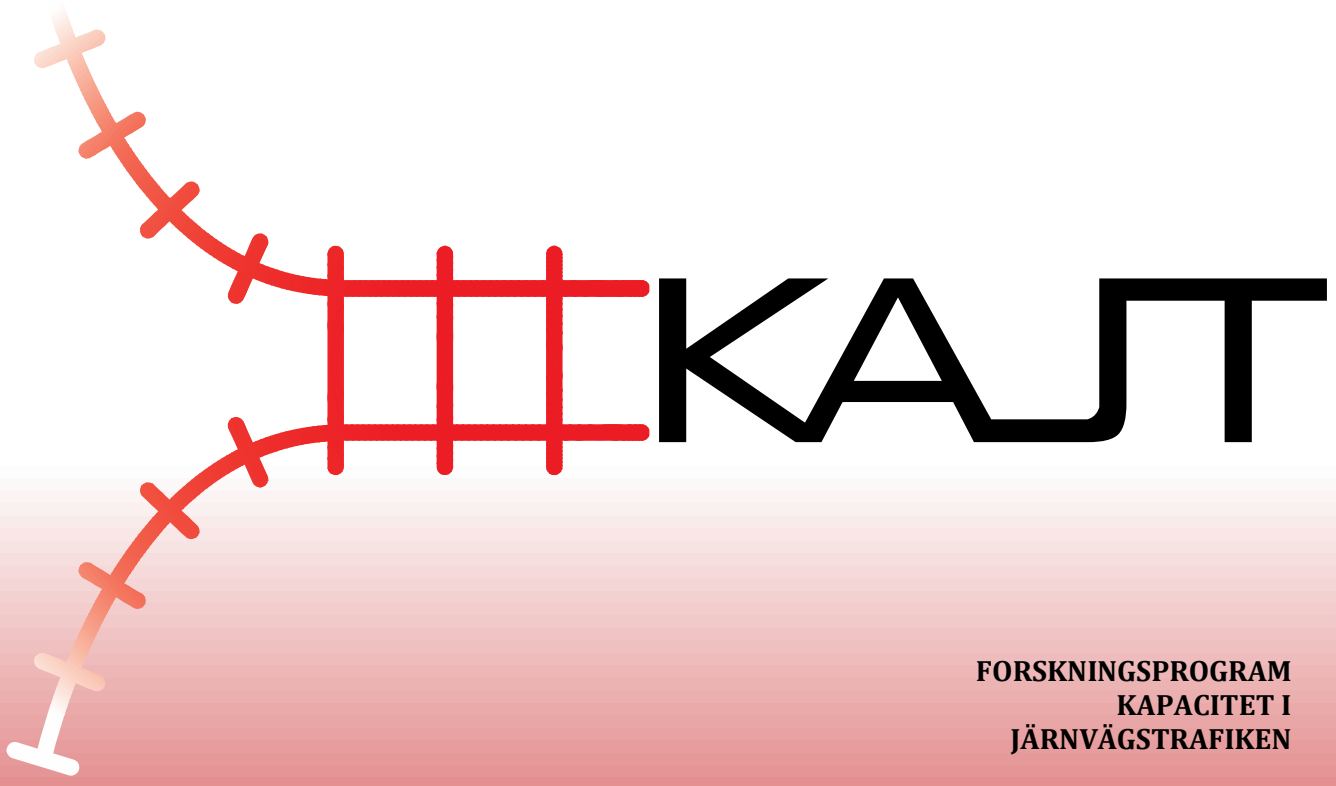
PROJEKTKATALOG

2026-03-31



FORSKNINGSPROGRAM
KAPACITET I
JÄRNVÄGSTRAFIKEN

KAJT Projektkatalog 2026-03-31
Sammanställning av KAJTs pågående och nyligen avslutade projekt

Redaktör: Martin Joborn [1,2]
Formgivning och sammanställning: Jenny Bylin [1]
[1] Digitala system, RISE Research Institutes of Sweden, Box 857, 50115 Borås
[2] Institutionen för Teknik och Naturvetenskap, Campus Norrköping, Linköpings universitet, 60174 Norrköping

Alla fotografier i dokumentet kommer från Trafikverket om inte annat anges.

ISBN 978-91-8045-612-8 Trafikverkets publikationsnummer 2026:106

Innehåll

Innehåll **3**

Om KAJT **4**

Vision och Programförklaring *5*

Kontakter *5*

Forskningsprogram **6**

Strategisk kapacitetsplanering *8*

Taktisk kapacitetsplanering *8*

Operativ kapacitetsplanering *8*

Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan *9*

Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet *9*

Planering av transportnätverk, fordon och personal *10*

Underhåll och trafik *10*

Människan, digitalisering och automation *10*

Trafikinformation och störningshantering *10*

Signal- och trafikstyrningssystem *11*

Uppföljning och återkoppling *11*

Resiliens och robusthet *12*

Internationell samverkan och Europe's Rail *12*

KAJT-relaterade projekt *12*

Excellensområden **13**

Excellensområde 7 Trafikplanering och trafikstyrning (EO7) *13*

Excellensområde 9 Kapacitet och punktlighet (EO9) *16*

Uppföljning och implementering av resultat *18*

Projektöversikt **19**

Pågående KAJT-projekt *20*

KAJT-relaterade projekt *22*

Avslutade projekt 2025 ..... *22*

PÅGÅENDE PROJEKT **23**

Förplanerade tåglägen/Pre-planned Paths (3P) *24*

AI-stöd för uppföljning av konstruktionsregler (AI-KONST) *25*

Arbetspraktiker i förändring (ARBETSFÖR) *27*

Dispatching Areas: Combinations and Design (DACoD) *28*

Deplide och modern arkitektur för YCS och C-DAS (Dep-YCS) *30*

Beslutsstödsystem vid störningar (DSS-demo) *31*

Effekt av underhållsåtgärder på järnvägens tillförlitlighet och kapacitet (EFFEKT) *32*

ETCS och Heads Up Display (HUD) *34*
Effekter av Hybrid Train Detection på förarbeteende och kapacitet (HybriF) *35*
Människa-automation i framtida samverkan (HumanAuto) *37*
Iterativt samarbete vid banarbetsplanering (ITSA-BAN) *39*
KKA-matrisen som stöd vid händelseutredningar och beslutande om åtgärder inom operativ tågtrafikledning (KKA-matrisen) *40*
Maskininlärningsbaseradrobust tidtabelläggning för taktisk tåglägesplanering (MAST) *41*
Mindre störningar i tågtrafiken, del 4: Feedback från uppföljning till planering (Mist4) *42*
Samhällsekonomisk prioritering av underhållsåtgärder för ökad punktlighet (Priopunkt) *44*
Radar- och AI-baserad realtidsövervakning för förstärkt säkerhet (RAIL-SENSE) *46*
Robusta semi-styva tidtabeller under dynamisk och osäker efterfrågan (ROSSO) *48*
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden – införandestudie (SATT-IS) *50*
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden – stråkplanering (SATT-SP) *52*
Stationsutformning och SamhällsEkonomi (SOSE) *54*
TTR och beräkning av segmentet Rolling Planning (TORP) *55*
Uppföljning, återkoppling och prediktion för bättre punktlighet (UppPunkt) *56*
Validering av stationskapacitetsmodeller (VASKA) *58*

EU-RAIL FP1 MOTIONAL **60**
MOTIONAL WP4/WP5 – Integration of planning systems and processes including cross-border planning *62*
MOTIONAL WP6/WP7 – Decision support for planning and timetable optimisation *64*
MOTIONAL WP8/WP9 - Simulation and operational feedback for improved planning *66*
MOTIONAL WP11/WP12 – Integration of TMSs and processes including cross-border traffic management *68*
MOTIONAL WP13/WP14 – Improved resilience and efficiency of disruption management *70*
MOTIONAL WP15/WP16 – Linking TMS to ATO/C-DAS for optimised operations *72*

KAJT-RELATERADE PROJEKT **74**
Robusthet och effektivitet för intermodala transporter (Robin) *75*
Självlärande neurala nätverk för operativ lokstyrning – huvudstudie (SOL-H) *76*
Arbeta med kvalitetsmått (ARKA) *78*

AVSLUTADE PROJEKT UNDER 2025 ..... **78**
Headway och signalpunktsplaceringar I ETCS 2 (HESE2) *80*
Kapacitetsanalys av stationer (KASTA) *83*
Probabilistisk metod för trafik- och kapacitetspåverkan på driftplatser (ProPå) *86*
Rangerbangårdars kapacitet i prognos 2040 (RANKA) *88*
Stora omplaneringar sent (SOS) *90*
Tillförlitlig ruttplanering (TIRUP) *92*
Metod för snabb utvärdering av olika utbuds-scenarier i TTR (TTRuT) *94*

Tidigare avslutade projekt **96**

Om KAJT

Forskningsprogram 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. Forskningsprogrammet 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.

Forskningsprogram KAJT har sju akademiska parter: Blekinge Tekniska Högskola (BTH), Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Linköpings universitet (LiU), Lunds universitet (LU), RISE Research Institutes of Sweden (RISE), Uppsala universitet (UU), Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI). Trafikverket är programmets huvudfinansiär. Programföreståndare är Martin Joborn, RISE och LiU, och Trafikverkets kontaktperson är Magnus Wahlborg.

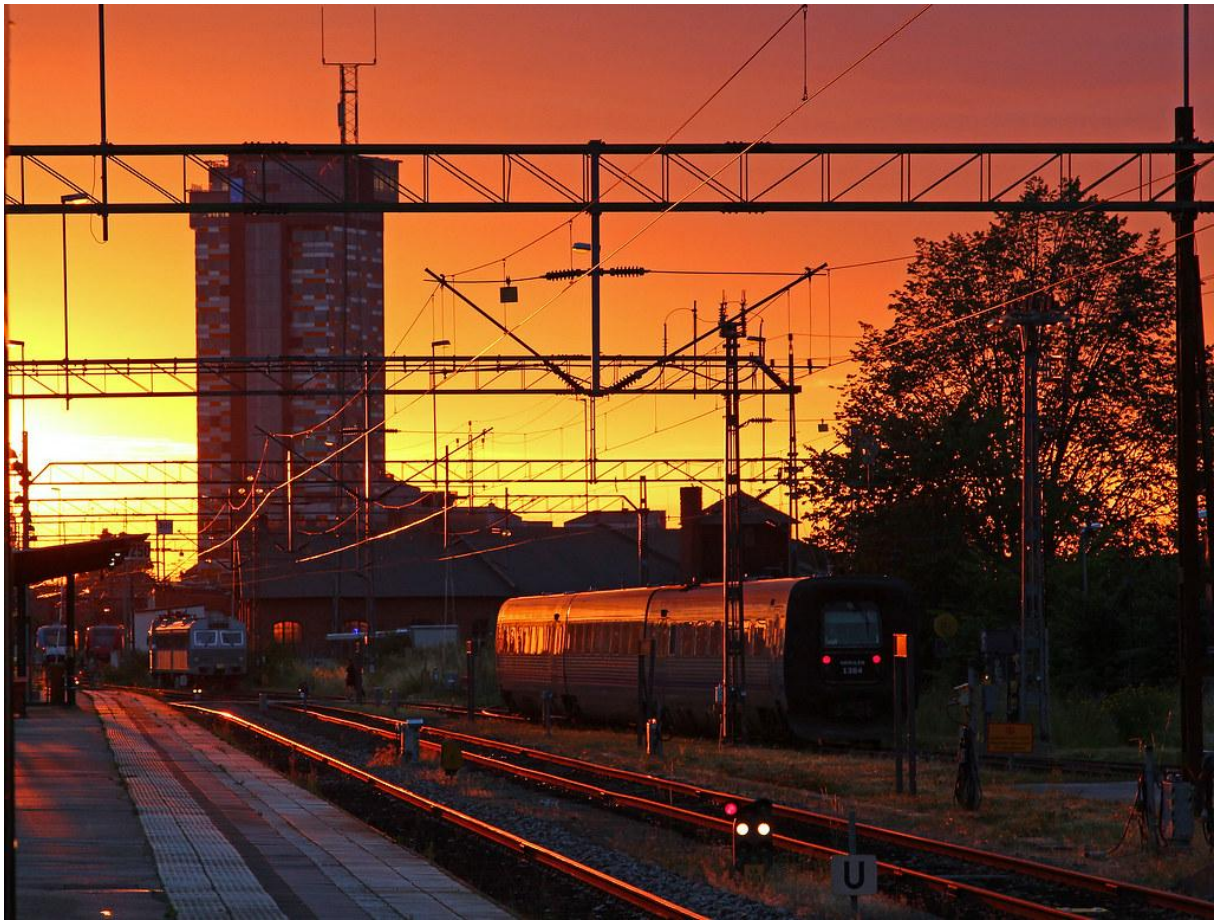


Foto: Magnus Backman

Vision och Programförklaring

KAJTs vision är ett framtida järnvägssystem med maximal kapacitet och punktlighet.
KAJTs 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 licentiatexamina och medverka till att skapa en attraktiv miljö där dessa personer kan 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
Programföreståndare
RISE Research Institutes of Sweden
Telefon: +46 (0) 70 570 99 92
E-post: martin.joborn@kajt.org
RISE och Linköpings universitet

Magnus Wahlborg
Trafikverkets kontaktperson
Trafikverket
Telefon: +46 (0) 70 569 15 85
E-post: magnus.wahlborg@trafikverket.se
Trafikverket Planering Järnvägsutveckling och branschsamverkan

Mer information om KAJT, projekt och rapporter kan hittas på hemsidan www.kajt.org

Forskningsprogram

Forskningsprogrammet definierar det område inom vilket KAJT bedriver forskning. Forskningsprogrammet består av tre huvudkomponenter: Internationell samverkan (inkl EU-RAIL), Kärnområden och Breddningsområden, vilket illustreras i Figur 1. Forskning sker ofta i samverkan med flera forskningsutförare, problemägare och intressenter. Forskningsprogrammet ”spänner upp” KAJTs forskningsområde, och innehåller i sig inga prioriteringar mellan områden.

Figur 1: KAJT Forskningsprogram

Kärnområden definierar Forskningsprogrammets primära forskningsområde. Inom kärnområdet är parterna i KAJT Sveriges primära forskningsutövare. Deltagarna i forskningsprogrammet har tillsammans ledande kompetens för att bedriva forskning inom området. KAJTs tre kärnområden är:

- Strategisk kapacitetsplanering
- Taktisk kapacitetsplanering
- Operativ kapacitetsplanering

Inom kärnområdena ska forskningsprogrammet ta fram ny kunskap samt utveckla metoder och processer, tillämpliga på forskningsprogrammets intressenter. Forskningen inom kärnområdena beskrivs närmare av KAJTs forskningsprogram, som fastställs av KAJTs styrelse. Forskningsprogrammet uppdaterades under 2025 genom införandet av ett nytt breddningsområde (Resiliens och robusthet).

Breddningsområden definierar forskningsområden som KAJT utforskar i tillägg till kärnområdena, som ett komplement. Breddningsområdena förändras mer dynamiskt än kärnområdena, som avses ligga fast.

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
- Människan, digitalisering och automation
- Trafikinformation och störningshantering
- Signal- och trafikstyrningssystem
- Uppföljning och återkoppling
- Resiliens och robusthet

Internationell samverkan och Europe's Rail är en övergripande komponent i forskningsprogrammet för att synliggöra att KAJT är internationellt aktiva. Forskningen som bedrivs i de internationella projekten och Europe's Rail -projekten är relevant och behovsstyrd på Europanivå och ansluter till forskningsprogrammets kärnområden eller breddningsområden. Att bygga samarbeten med andra forskningsaktörer och infrastrukturhållare och att kravställa och samverka med industrin är huvudnyttor.

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

Foto: Magnus Backman

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 medelhastigheter påverkar kapacitetsutnyttjandet och punktligheten. Kärnområdet inkluderar även andra typer av långsiktiga förändringar som påverkar kapaciteten och kapacitetshanteringen. Tidsperspektivet på de studerade frågorna inom kärnområdet är ofta strategiskt, från nästa tidtabell till stora projekt fyrtio år framåt i tiden. 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 möjliggör 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 samt 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, anpassas och slutligen omsättas till en operativ tågplan. 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 kunna genomföras på ett sådant sätt att det är möjligt att köra tåg till och från depåer, och det ska finnas tillräckligt med spår på driftsplatserna. Verktyg för trafikplaneringen ska vara effektiva men också användbara ur ett MTO-perspektiv och användare måste kunna styra verktygen på ett ändamålsenligt sätt så att de komplexa kraven balanseras utifrån situationens behov. 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 och robusthetsaspekter i tågplanen är exempel på områden som studeras.

Operativ kapacitetsplanering

Kärnområdet Operativ kapacitetsplanering studerar den operativa trafikeringen utifrån en daglig operativ tågplan. Frågor som studeras berör den operativa trafikledningen samt metoder och verktyg för att järnvägen ska styras på ett effektivt sätt, både ur ett mänskligt, metodmässigt och algoritmmässigt 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 uppstått 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, etcetera. Inom kärnområdet 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, då bl.a. institutionella förutsättningar kan antas ändras, är frågor som efterfrågan av transporter och trafiksystemens övergripande utformning och dimensionering centrala. I breddningsområde Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan studeras frågeställningar som går utanför nuvarande ramar för processer och analys, som exempelvis ny utformning av kapacitetstilldelningsprocessen, prioriteringar mellan nyinvesteringar och underhåll, klimatsäkrad järnväg och styrmedel.

Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet

Järnvägens sidosystem är en viktig komponent för att huvuduppgiften – att utföra transporter – ska fungera. Sidosystemet består exempelvis av 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 de samverkar så att den ena inte orsakar resursproblem för den andra eller vice versa. Sidosystemet måste både dimensioneras rätt (strategisk nivå) och nyttjas på bästa möjliga sätt (taktisk/operativ nivå).

Planering av transportnätverk, fordon och personal

För en effektiv järnvägstrafik behövs att fordon och personalresurser är i samklang med användningen av infrastrukturen. De enskilda tågen ska också samordnas till transportnätverk. Ur en järnvägsoperatörs synvinkel är dessa frågor mycket nära sammankopplade och en god samordning är nödvändig för en effektiv trafik. I breddningsområdet Planering av transportnätverk, fordon och personal lyfts dessa frågeställningar fram, för att speciellt belysa de frågeställningar som är särskilt relevanta för operatörernas kapacitetsplanering. Frågorna, som t.ex. personalplanering, är också relevanta för andra aktörer, såsom underhållsoperatörer och infrastrukturhållare. Metodmässigt kan dessa frågor ofta behandlas med likartade angreppssätt som till exempel tidtabellsläggning, där exempelvis optimering och simulering är traditionellt viktiga och relevanta metoder. Exempel på frågeställningar är samordning mellan fordonsplanering och tidtabellsplanering, tomvagnsdistribution och personalplanering vid störda situationer eller personalplanering för trafikledning.

Underhåll och trafik

Ett åldrande järnvägssystem behöver en ansenlig mängd underhåll, reinvesteringar och investeringar. Hur dessa planeras har stor inverkan på både entreprenörernas och tågoperatörernas verksamheter, och inte sällan står deras prioriteringar i strid med varandra. Inom breddningsområdet Underhåll och trafik studeras prioritering, planering och styrning av underhåll och trafik, och vilken påverkan de har på varandra. Hantering av operatörernas och entreprenörernas konsekvenser av underhåll, reinvesteringar och investeringar studeras, liksom underhållsplanering ur ett samhällsperspektiv. Underhållsplaneringen kan vara både strategisk (t.ex. vilket år man ska göra spårbyten, strategier för vilken inverkan banarbetet ska få ha på banans framkomlighet), taktisk (t.ex. när på året underhåll ska utföras) och operativ (t.ex. planering och styrning av snöröjning och reparationer). Likaså studeras både planerbara och händelsestyrda åtgärder.

Människan, digitalisering och automation

Digitalisering och automation är centrala komponenter i tågplaneprocessen och den operativa driften av järnvägen. Digitalisering av historiska och realtidsdata skapar nya möjligheter för förbättrade arbetsflöden och beslutsstöd. För att dessa teknologier ska bidra till en säker, robust, effektiv och hållbar järnvägsverksamhet behöver samspelet mellan Människa–Teknik–Organisation (MTO) beaktas i varje steg. Centrala forskningsfrågor inom MTO rör interaktionen mellan digitaliserade och automatiserade processer och de människor som verkar i dessa system. MTO fokuserar på att utforma arbetsprocesser där teknikutvecklingen går hand i hand med mänskliga förutsättningar. MTO-perspektivet är avgörande för att tekniken ska stödja korrekta beslut, främja förståelse och bidra till en god digital arbetsmiljö. För att stärka individens och organisationens förmåga att hantera förändringar behöver även möjligheter till utbildning och träning beaktas, liksom att införandeprocesser utformas på ett lämpligt sätt. I ett framtidsperspektiv kan AI bidra till utvecklingen av mer adaptiva system. Det är också viktigt att ha kunskap om hur digitaliseringen inom svensk järnväg förhåller sig till motsvarande utveckling internationellt. Digitalisering och processutveckling är långsiktiga åtaganden som kräver både strategiska satsningar och behovsstyrda, kortsiktiga insatser. Genom att bedriva utvecklingen med ett medvetet MTO-perspektiv kan järnvägen utvecklas på ett sätt som är både hållbart och människocentrerat, vilket leder till ett socioteknisk system som är resilient över tid.

Trafikinformation och störningshantering

Trafikinformation och störningshantering handlar om att ta fram och förvalta information, att samarbeta och kommunicera med tågoperatörer, samt att taktiskt och operativt hantera och avhjälpa både större och mindre störningar. Trafikinformationens tillförlitlighet prövas särskilt i samband med störningar, och den har då avgörande betydelse för hur nöjda resenärer och godskunder är med systemets funktion.

Inom breddningsområdet studeras prognosmodeller, beslutsstöd och processer som stödjer aktörerna i att operativt hantera trafiken i samband med störningar. Området har en stark koppling till kärnområdet Operativ kapacitetsplanering.

Foto: Magnus Backman

Signal- och trafikstyrningssystem

Signal- och trafikstyrningssystemen har stor inverkan på trafiken och den kapacitet som järnvägen i slutändan ”levererar”. I Sverige pågår införandet av ERTMS och det planeras för framtida etapper av utbyggnader. Inom breddningsområdet Signal- och trafikstyrningssystem studeras hur dessa system skall utformas, hur de ska rullas ut och hur de påverkar personal och trafik. Fordonen går mot ökad automation och införande av C-DAS samt olika nivåer av ATO studeras. Förarrollen förändras och koncept tas fram och demonstreras, både när föraren har en övervakande roll (GoA2) och med helt självkörande tåg (GoA4)[1].

Uppföljning och återkoppling

Breddningsområde Uppföljning och återkoppling hanterar sammankoppling och analys av en mängd datakällor för att identifiera samband och återkoppla till olika stadier av planering, så att den kan förbättras. Oavsett om det rör sig om strategisk, taktisk eller operativ planering. Ofta handlar det om att koppla samman och analysera trafikdata, signaldata, tidtabeller, infrastrukturdata, felrapporter av olika slag, underhålls- och besiktningsdata, väderdata, med mera. Metoder och resultat från breddningsområdet kan användas för att kunna skapa bättre tidtabeller och tidtabellsregler, förbättra prioriteringarna av olika typer av underhållsåtgärder, utvärdera och ge bättre trafikinformation, bättre utforma infrastruktur samt bedöma konsekvenser av nya stationer eller trafikeringsmönster. Genomgående är ett empiriskt tillvägagångssätt, med en användning av historiska data, och återkoppling från detta till nutida och kommande planeringsproblem. Inom breddningsområdet samverkar KAJT särskilt med Tillsammans för Tåg i Tid (TTT).

[1] Goa1, Goa2, Goa3 och Goa4 är beteckningar på olika nivåer av automation för självkörande tåg.

Resiliens och robusthet

Järnvägssystemet har ett stort behov av att stärka sin resiliens och robusthet för att kunna hantera interna utmaningar, klimatförändringar samt digitala och fysiska hot från utomstående eller fientliga aktörer. Med robusthet avses förmågan att motstå påverkan så att störningar inte uppstår, medan resiliens syftar på förmågan att återgå till normal drift efter en störning. Breddningsområdet Resiliens och robusthet fokuserar främst på trafikala aspekter och är relevant för strategisk, taktisk och operativ planering och styrning. Exempel på forskningsteman inom breddningsområdet är scenarioanalyser för framtida utveckling och hantering, järnvägstrafikens funktion vid kris eller krig, samt hur robusthet och resiliens kan stärkas mot olika typer av störningar. Störningarna kan variera från mindre, lokala avvikelser som påverkar punktligheten, till omfattande störningar som påverkar stora delar av järnvägsnätet. Frågeställningar kring resiliens och robusthet är ofta tvärgående och berör även andra kärn- och breddningsområden inom KAJT:s forskningsprogram.

Internationell samverkan och Europe's Rail

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 att hämta hem både kunskap och finansiering från EU. KAJT ska stödja Trafikverket och delta i det internationella forskningsprogrammet Europe's Rail som startade hösten 2022 och pågår till 2030. I ett internationellt perspektiv är svensk transportforskning liten, därför är samarbeten med andra internationellt erkända parter och kunskapsinhämtning 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. En viktig del av det internationella arbetet är att ta fram morgondagens processer och att samverka med andra infrastrukturhållare, samt att bli kravställare gentemot järnvägsindustrin. Viktiga frågor är till exempel gränsöverskridande kapacitetsplanering och trafikledning/trafikstyrning, samt harmonisering. Andra relevanta internationella aktörer Rail Net Europe (RNE) och Systempelare inom Europe´s Rail. RNE är drivande inom förenad europeisk kapacitetsplanering och trafikledning och Systempelare är drivande inom harmonisering.

KAJT-relaterade projekt

KAJT-relaterade projekt är projekt som bedrivs inom KAJT:s forskningsprogram men där finansiering formellt sett inte sker genom KAJTs 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[2].

[2] KAJT-relaterade projekt är inkluderade i denna projektkatalog. Det framgår vid sådana projekt att det är KAJT-relaterat.

Excellensområden

Trafikverket har i samverkan med dagens ledande forsknings- och utvecklingsmiljöer och Järnvägensbranschens samverkansforum (JBS), tagit fram ett program för Järnvägsforskningen 2021–2030 och skapat tio *Excellensområden*. Syftet med Excellensområdena är att stärka järnvägsforskningen i Sverige med målet att Sverige ska kunna bygga för en järnvägsforskning i världsklass. Excellensområdena ska definiera inriktning och former för den kommande järnvägsforskningen och samverkar med EUs program för järnvägsforskning, *Europe's Rail* 2022–2031. De tio excellensområdena består av sex områden inom teknik, tre områden inom funktion och ett område för systemperspektiv. Excellensområdena som helhet beskrivs i Trafikverkets rapport om Excellensområden[3].

KAJT ansvarar för två av dessa excellensområden: Område nummer 7, Trafikplanering och trafikstyrning, och område nummer 9, Kapacitet och punktlighet.

Excellensområde 7 Trafikplanering och trafikstyrning (EO7)

Excellensområde 7 Trafikplanering och styrning behandlar processer och metoder för strategisk och taktisk kapacitetsfördelning och trafikplanering samt för operativ trafikstyrning. Området leds av LiU och har de medverkande parterna KTH, LU, BTH, UU, med Anders Peterson som excellensområdesledare.

Området behandlar följande frågeställningar:

- Metoder och processer för fördelning av tillgänglig kapacitet utifrån strategiskt, taktiskt och operativt tidsperspektiv för nätverk och noder, huvudsystem och sidosystem.
- Samordning, prioritering och värdering av olika aktörers anspråk på järnvägsnätets kapacitet: persontåg, godståg, underhåll.

[3] Järnvägsforskning 2021 – 2030 – Excellensområden: Beskrivning 2021 maj
http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-5122

- Planeringsmetoder, planeringsprocesser och beslutsstöd för tidtabellsplanering.
- Samordning inom nationell kapacitetsfördelning, samt mot utlandet.
- Robusthet i planering och genomförande.
- Planering av transportnät (gods- och persontrafik) med efterfrågeeffekter.
- Operatörernas lok- och vagnsplanering, samt personalscheman.
- Operativ styrning, trafikledning och tågdrift, beslutsstöd, system och operativ samordning mellan aktörer.
- Trafikaspekter av förarstödssystem, ATO och kunskapsuppbyggnad om självkörande tåg.
- Samband mellan trafik, kapacitet och signalsystem (ERTMS).
- MTO-frågor (människa-teknik-organisation) relaterat till området som helhet.

Mål
Excellensområdet ska bidra till att maximera nyttan av Sveriges (befintliga) järnvägsresurser, dvs. att få ut så mycket som möjligt genom fyrstegsprincipens steg 1 och 2 (Tänk om respektive Optimera). Det finns också ett värde i att, vid behov, kunna påvisa att steg 1 och 2 inte ger önskad effekt. Med stöd av specificerade övergripande krav på trafikupplägg kan skäl istället ges för steg 3 eller 4 (Bygga om respektive Bygga nytt). Att koppla samman planering och styrning, samt att utveckla den operativa processen bidrar till ökad kapacitet, ökad punktlighet och ökad effektivitet. De senaste årens forskning har huvudsakligen jobbat med mindre åtgärder och korta perspektiv.

Inom trafiken ska många aktörer, med olika prioriteringar och tidsperspektiv, samordnas. Dessutom behövs en internationell samordning, där varje land har sina processer, regler och traditioner. Området är mycket beroende av god samverkan varför MTO-perspektivet är av central betydelse för att nå områdets fulla potential. En annan viktig del är marknadskopplingen, det vill säga att man beaktar efterfrågeeffekternas ekonomiska konsekvenser, vid åtgärder inom trafikplanering och trafikstyrning.

Tillämpningsområdet genomgår stora förändringar genom digitalisering och automation. Potentialen genom digitalisering och automation är mycket stor. Järnvägsbranschen måste hänga med, både gällande hur forskningsfronten ska vidareutvecklas och vikten av att tillämpningar ska anpassas för praktisk användning och de människor som är verksamma i processerna.

Behovsägare är Infrastrukturförvaltare (Trafikverket), regionala kollektivtrafikmyndigheter, järnvägsoperatörer och underhållsentreprenörer, samt förvaltare av sidosystem (t ex stationer och depåer).

Samverkan mellan lärosäten kan ge influenser till kursinnehåll och delmoment i existerande kurser. Som exempel ges vid LiU en kurs i ”Planering av kollektivtrafik och järnväg”, vid LU “Kapacitet och punktlighet i järnvägstrafik” och vid KTH masterskurserna ”Tågtrafik –marknad och planering” (grund- respektive fortsättningskurs) där frågeställningar inom excellensområdet är centrala. Koncept inom området kan spridas till andra lärosäten. Grundutbildning och forskarutbildning inom området är en viktig fråga.

Huvudsakliga aktiviteter
För Excellensområde 7 delas arbetet in i fem aktivitetsområden. Mer detaljerad beskrivning finns i Excellensområdets verksamhetsplan.

Ledning och utveckling. I aktivitetsområdet ingår även utveckling av aktivitetsområdet, översyn av verksamhetsplanen, samt formulering av mål på kort och lång sikt. Även frågor om strategisk forskningsinfrastruktur och möjligheter att på ett säkert sätt dela data och information hör hit.

Forskning. Forskning är viktigt för att bygga upp excellens. Inom detta aktivitetsområde finns aktiviteter som syftar till att bygga upp den seniora kompetensen inom området. Många aktiviteter är av mindre karaktär och kan beskrivas som förstudier, kompletterande studier eller efterstudier. Genom förstudier kan vi få fram bättre underbyggda ansökningar. Kompletterande studier ger en möjlighet att utvidga

pågående forskningsprojekt utöver vad finansieringen där ger grund till, särskilt inom Europe's Rail finns ett behov av att komplettera EU-finansieringen med möjligheter till vetenskapligt arbete. Med efterstudier menar vi arbete med att akademiskt kvalitetssäkra uppsatser av olika slag efter att forskningsprojekt avslutats. Vissa av aktiviteterna kan ha karaktären av nyfikenhetsforskning, att förbehållslöst få följa en tanke och se vart den leder.

Forskarutbildning. Forskarutbildningen syftar till att bygga upp den juniora kompetensen inom området. Här ryms doktorandprojekt, samt alla andra typer av insatser för att förbättra forskarutbildningen, till exempel kurser och seminarier riktade till doktorander och handledare, liksom deltagande i sommarskolor. Tillsammans med Excellensområde 9 bedrivs KAJTs forskarskola, där vi erbjuder doktorandkurser inom området och arrangerar nätverksträffar för de forskarstuderande.

Grundutbildning.
Grundutbildning vid universitet och högskolor sker med separata grundutbildningsanslag. Det här aktivitetsområdet syftar till att stötta utbildningsinsatser som görs för att stärka studenternas attraktivitet järnvägsbranschen. Det kan exempelvis handla om att utveckla läromedel, övningsuppgifter eller scenarier för befintliga eller nya kurser, profiler eller program på både grundläggande och avancerad nivå. Arbetet tas vidare i dialog på examinatornivå mellan näraliggande kurser på olika lärosäten. Förhoppningen är att kunna dela kursmaterial, övningar och exempel mellan lärosätena. En viktig uppgift är att väcka intresse för en karriär inom järnvägsbranschen hos studenterna och därigenom säkerställa kunskapsförsörjningen. Vid flera av miljöerna används Excellensområdena till att utveckla meningsfulla frågeställningar för examensarbeten som knyter an till branschens behov.

Samverkan. Samverkan sker både med branschen och med andra forskare, både nationellt och internationellt. Omvärldsbevakningen är viktig för den strategiska planen och för taktiska och operativa beslut inom Excellensområdet. Flera miljöer vill utveckla det internationella forskningssamarbetet. Flera idéer är under utveckling. Genom KAJT har Sverige flera starka, samverkande forskningsmiljöer som kan ge synergier genom internationella samarbeten som också kan inkludera gästdoktorander.

Excellensområde 9 Kapacitet och punktlighet (EO9)

Område nummer 9, Kapacitet och punktlighet, leds av LU, har de medverkande parterna LiU och KTH, med Carl-William Palmqvist som excellensområdesledare.

Excellensområde 9 Kapacitet och punktlighet syftar till att ge ökad kunskap och förståelse för kapacitet och punktlighet, samt att utveckla metoder för att analysera, riskbedöma och förbättra kapacitet och punktlighet. I detta ingår bland annat:

- Kunskap om kapacitet och punktlighet
- Riskbedömning, beredskap och återställningsförmåga ur kapacitets och punktlighetsperspektiv
- Prognos av kapacitet och/eller punktlighet, trafikflöden, ankomsttider och störningar på strategisk, taktisk och operativ nivå

Mål
Excellensområdets ska bidra till att höja både kapaciteten och punktligheten på svensk järnväg till världsklass. Detta ska ske genom kunskapshöjande aktiviteter inom både forskning och utbildning, så att resurser inom såväl det befintliga som det planerade järnvägssystemet används ändamålsenligt och kostnadseffektivt. Centralt för excellensområdet är att skapa lärande system och processer (såväl organisatoriska som digitala) som drar nytta av de stora datamängder som finns och skapas inom branschen. Forskningen ska ge konkret och relevant kunskap som bidrar till ökad kapacitet och/eller punktlighet, och samarbete såväl nationellt som internationellt är en förutsättning för att nå denna excellens. Målet är en positiv spiral mellan excellens inom forskning, excellens inom utbildning, och excellens inom branschen, där alla tre dimensionerna driver varandra framåt.

Huvudsakliga aktiviteter
För Excellensområde 9 delas arbetet in i fem aktivitetsområden. Mer detaljerad beskrivning finns i Excellensområdets verksamhetsplan.
Ledning och utveckling
Excellensområde 9 leds och koordineras av LU, i nära samverkan med LiU som leder Excellensområde 7. Här ingår uppgifter som att underhålla kalendarium med alla aktiviteter och att uppdatera webbsida (KAJT), skriva årsrapporter och liknande, utveckling av aktivitetsområdet, översyn av verksamhetsplanen, samt formulering av mål på kort och lång sikt. Omvärldsbevakning ingår också som aktivitet, både avseende forskning och mer praktiknära. Både som input för den strategiska planen, och för mer taktiska och operativa beslut inom Excellensområdet. Säkerhetsarbetet kommer att pågå kontinuerligt, med fortsatt dialog mellan akademiska parter och Trafikverket för att förtydliga vad som är skyddsvärt, och hur vi kan arbeta på ett säkert sätt.

Forskning
Inom detta aktivitetsområde finns aktiviteter av som syftar till att bygga upp främst den seniora kompetensen inom området. Många aktiviteter är av mindre karaktär och kan beskrivas som förstudier, kompletterande studier eller efterstudier, att starta upp och utforska nya samarbeten och perspektiv är också exempel på aktiviteter. Några temaområden som kan lyftas fram under 2025 är:

- Att förstå och reducera primärförseningar. Här pågår arbeten runt infrastrukturfel (särskilt växlar), olika typer av spårspring, extremväder och klimatanpassning, samt omkring uppehållsförseningar för resandetåg. Samverkan sker med bland andra projekten MIST4 och MOTIONAL WP8-9.
- Metodutveckling kring simulering och kapacitetsanalys. Till stor del handlar det om utvecklade arbetssätt för simulering i RailSys och PROTON, både vad gäller modellering av förseningar, hantering av större nätverk, och en gradvis förfinad kalibrering och validering. Även analytiska metoder för kapacitetsanalys i nätverk och noder utvecklas. Här finns en omfattande samverkan med projektet MOTIONAL WP8-9.

- Hantering av stora störningar, främst med avseende på stora och sena omplaneringar av både trafik, fordon och personal.
- Resor med byten och hur de kan underlättas genom olika strategier för plattformsallokering samt metoder för att informera om tillförlitligheten för resor med byten.

För att bedriva framgångsrik forskning behövs en väl fungerande forskningsinfrastruktur och god tillgång till data. I det här aktivitetsområdet finns även möjlighet att bygga upp och vidare på grundmodeller eller databaser som kan användas i flera forskningsprojekt och/eller för utbildningsändamål. Arbete med simuleringsmodeller (främst det makroskopiska verktyget PROTON), optimeringsmodeller (som M2 och TIMO), och databasutveckling kommer att pågå kontinuerligt, liksom arbetet med att gradvis koppla dessa modeller närmare mot varandra.

Forskarutbildning

Efter att LiU och LU haft ansvaret tidigare är det under 2025 KTH som ansvarar för att erbjuda en gemensam doktorandkurs inom KAJT-forskarskolan. Den erbjuds i samverkan med EO10 och har Mats Berg (KTH) som kursansvarig. Flera av doktoranderna som är verksamma inom EO9 är redan anmälda till kursen.

Excellensmedlen bidrar också till att finansiera doktorander, som brygga mellan andra typer av projektfinansiering. På så sätt är det möjligt att rekrytera doktorander utan att invänta slutgiltigt finansieringsbesked för enskilda projekt, minska ledtiden mellan att projekt beviljas och kan påbörjas, och göra det möjligt att anställa doktorander trots att projekttiderna sällan sträcker sig över de fyra-fem år som annars krävs. En ny doktorand, Samuel Golobov, har påbörjat sina studier vid LU under början av 2025 med delfinansiering från EO9.

En omarbetad ansökan om ett doktorandnätverk via Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA), ett EU-finansierat forskningsprogram kommer att lämnas in med tilltänkt start under hösten 2026. Om den beviljas kommer ytterligare två doktorander att rekryteras till LU, och EO9 att täcka upp för en del av deras finansiering.

Emma Solinen (LiU) disputerade i början av 2025, och planen är att Mohammad Al-Mousa (KTH) försvarar en licentiatavhandling under året. Förhoppningen är även att Emmanuel Broman (LiU) ska disputera.

Samverkan

Samverkan brukar beskrivas som universitetens tredje uppgift, och är genomgående en viktig del i excellensområdena. Ett flertal intervjuer i nationell TV och radio har redan skett under början av 2025, och det kommer säkert fortsätta under året. Excellensområdet kommer också att ordna studiebesök för studenter på olika nivåer ute i näringslivet, och att bjuda in näringslivet till respektive campus, för att ytterligare stärka kopplingen mellan lärosäten och bransch. Vissa kostnader för att doktorander och forskare ska kunna delta i nationella och internationella branschmässor kan också förekomma, som en typ av omvärldsbevakning. Arbetet med införande av TTR i Sverige fortsätter under 2025, och forskare i Excellensområde 9 kommer bidra till denna stora omorganisation av processerna för kapacitetstilldelning. Gemensamma möten kommer också ske med andra excellensområden, inte minst område 6 och 8, för att öka samverkan mellan lärosäten. Slutligen är det viktigt med internationell samverkan, och ett flertal resor och internationella utbyten kommer att ske i båda riktningarna.

Foto: David Dekker

Uppföljning och implementering av resultat

Uppföljning av projektresultat sker årligen i KAJT Årsrapport.

Resultatspridning och samverkan sker genom publikation av forskningsrapporter, deltagande på konferenser, utveckling av demonstratorer och samverkan. På europeisk nivå sker samverkan i första hand inom Europe's Rail och svensk nivå i första hand genom Järnvägens Branschsamverkan (JBS) och genom Tillsammans för tåg i tid (TTT).

I de olika forskningsområdena utvecklas metodik, beslutsstöd, simulatorer och demonstratorer. Demonstratorernas roll är att tydliggöra och tillgängliggöra forskningsresultat så att koncept och idéer kan studeras och utvärderas av både verksamhetsexperter och järnvägsbransch i allmänhet. Allt större fokus har lagts på att ta fram demonstratorer. Exempelvis tas demonstratorer fram för att samordna bangård och järnvägsnät, för planering av servicefönster, analys av punktlighet samt för optimering av tågplanen. Inom Europe's Rail är demonstratorer särskilt prioriterade och KAJT medverkar tillsammans med Trafikverket i framtagning och utveckling av flera.

Inom ERTMS sker KAJT forskning med mikrosimulatorn Railsys och VTI tågsimulator. För Railsys håller Trafikverket i en användargrupp i Sverige, samt ett internationellt samarbete med Norge, Danmark och Nederländerna. För VTI tågsimulator finns ett samarbete med ett flertal tågföretag verksamma i Sverige, samarbetet benämns TUFFA gruppen. Dessa nätverk är viktiga för att få en närhet och kunskapsspridning mellan forskare, behovsägare, samt behovsägarnas experter.

Det blir allt viktigare att ta hänsyn till informationssäkerhetsfrågor i samband med forskning, digitalisering och automation. Detta har påverkan på demonstratorer och spridning av information.

Projektöversikt

Figur 2: Projektkarta med KAJTs pågående och nyligen avslutade forskningsprojekt utplacerade i den eller de delar av forskningsprogrammet som de huvudsakligen berör.

Pågående KAJT-projekt

Projekt	Akronym	Område	Utförare
Förplanerade tågvägar	3P	Operativ trafikplanering, Trafikinformation och störningshantering	LiU
AI-stöd för uppföljning av konstruktionsregler	AI-KONST	Taktisk kapacitetsplanering	RISE
Arbetspraktiker i förändring	ARBETSFÖR	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation, Trafikinformation och störningshantering	UU
Dispatching Areas: Combinations and Design	DACoD	Operativ kapacitetsplanering, Planering av transportnätverk, fordon och personal	LiU
Deplide och modern arkitektur för YCS och C-DAS	Dep-YCS	Operativ kapacitetsplanering, Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet	RISE
Beslutsstödsystem vid störningar	DSS-DEMO	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation	VTI
Effekt av underhållsåtgärder på järnvägens tillförlitlighet och kapacitet.	EFFEKT	Taktisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik	RISE
Framtida Trafik och dess osäkerhet	F-TODO	effektiv och integrerad planering och tillgångs-management	RISE,VTI
ETCS och Heads Up Display	HUD	Säkrare och mer miljömedvetna nya förare	VTI
Effekter av Moving Block och HTD på förarbeteende och kapacitet	HybriF	Taktisk kapacitetsplanering, Signal- och trafikledningssystem	VTI
Människa-automation i framtida samverkan	HumanAuto	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation	UU
Iterativt Samarbete vid Banarbetsplanering	ITSA-BAN	Taktisk kapacitetsplanering, Planering av transportnätverk, fordon och personal	RISE
KKA-matrisen som stöd vid händelseutredningar och beslutande om åtgärder inom operativ tågtrafikledning	KKA-matrisen	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation	VTI
Maskininlärningsbaserad robust tidtabelläggning för taktisk tåglägsplanering	MAST	Taktisk kapacitetsplanering	RISE
Mindre störningar i tågtrafiken, del 4: Feedback från uppföljning till planering	Mist4	Taktisk kapacitetsplanering	LU
EU-RAIL FP1 MOTIONAL	MOTIONAL	Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet Signal- och trafikstyrningssystem Människan, digitalisering och automation	RISE, LiU, KTH, LU, VTI
Samhällsekonomisk prioritering av underhållsåtgärder för ökad punktlighet	PRIOPUNKT	Taktisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik	RISE, LiU

Radar and AI-based Live Surveillance for Enhanced Network Safety	RAIL-SENSE	Operativ kapacitetsplanering	BTH, KTH
Robusta semi-styva tidtabeller under dynamisk och osäker efterfrågan	ROSSO	Taktisk kapacitetsplanering	KRH
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden - införandestudie	SATT-IS	Strategisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik	VTI
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden – stråkplanering	SATT-SP	Strategisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik	VTI
Operativ kapacitetsplanering, Trafikinformation och störningshantering	SOSE	Strategisk kapacitetsplanering	RISE
SJ-Optimering och Tidtabeller	SJOT*	Taktisk kapacitetsplanering, Planering av transportnätverk, fordon och personal	RISE
TTR och beräkning av segmentet Rolling Planning	Torp	Strategisk och taktisk kapacitetsplanering	RISE
TTR Och StationsKapacitet	TOSKa	Optimerade trafikflöden	
Uppföljning, återkoppling och prediktion för bättre punktlighet	UppPunkt	Möjliggöra: effektivare hantering av störningar	RISE
Validering av stationskapacitetsmodeller	VASKA	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan	KTH

*Projekt vilande under 2025

KAJT-relaterade projekt

Projekt	Akronym	Område	Utförare
Robusthet och effektivitet för intermodala transporter	ROBIN	Planering av transportnätverk, fordon och personal	RISE
Självlärande neurala nätverk för operativ lokstyrning – huvudstudie	SOL-H	Planering av transportnätverk, fordon och personal	RISE

Avslutade projekt 2025

Projekt	Akronym	Område	Utförare
Arbeta med kvalitetsmått	ARKA	Taktisk kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation.	RISE
Headway och signalpunktsplaceringar I ETCS 2	HESE2	Strategisk kapacitetsplanering, Signal- och trafikstyrningssystem	KTH
Kapacitetsanalys av stationer	KASTA	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan	KTH
Probabilistisk metod för trafik- och kapacitetspåverkan på driftplatser	ProPÅ	Underhåll och trafik, Strategisk kapacitetsplanering	LiU
Rangerbangårdars kapacitet i prognos 2040	RANKA	Strategisk kapacitetsplanering, Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet	RISE
Stora omplaneringar sent	SOS	Operativ kapacitetsplanering, Trafikinformation och störningshantering	LiU
Tillförlitlig ruttplanering	Tirup*	Trafikinformation och störningshantering	LiU
Metod för snabb utvärdering av olika utbuds-scenarier i TTR	TTRUT	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan	RISE

*** KAJT-relaterat projekt.**

PÅGÅENDE PROJEKT

Förplanerade tåglägen/Pre-planned Paths (3P)

Utförare	Linköpings universitet
Projektledare	Anders Peterson, anders.peterson@liu.se
Övriga projektdeltagare	Carl Henrik Häll, Linköpings universitet Christiane Schmidt, Linköpings universitet David Dekker (doktorand), Linköpings universitet
Beställare	Kristian Persson, Trafikverket
Tidsperiod	2026 - 2028
Omfattning (total)	3,15 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Operativ trafikplanering, Trafikinformation och störningshantering

Mål
Den årliga tidtabell läggningsprocessen kommer att se avsevärt annorlunda ut efter att den nya TTR-processen introducerats. Istället för att påbörjas i april varje år kommer planeringen att starta mycket tidigare, till och med innan de årliga ansökningarna om tåglägen lämnats in. Dessutom ska hela tidtabellen blir klar mycket tidigare med den nya processen. Detta innebär att vi behöver starta tidtabellskonstruktionen med förplanerade tågvägar i ett tidigt skede, då informationen om inkommande ansökningar är begränsad. Målet med det här projektet är att analysera dessa förplanerade tåglägen, Pre-planned Paths (3P).

Huvudsakliga aktiviteter
För att kunna analysera förplanerade tåglägen behöver vi identifiera relevanta nyckeltal (KPIer), t ex avseende robusthet och vilken flexibilitet som finns för godstrafiken. Den stora blandningen av olika tågtyper innebär många olika hastighetsprofiler, vilka delvis kommer att vara okända när planeringen påbörjas. Vi kommer att ta fram flera KPIer för utvärdering. Därefter kommer vi att utforska vilka designmetoder som är lämpliga för att skapa förplanerade tåglägen. Vi kommer att bygga en simuleringsmodell för att utvärdera ansatserna under realistiska scenarier. Jämförelser kommer också att göras med de metoder som infrastrukturhållare i andra länder använder. För att generera verklighetsnära indata till simuleringen behöver vi också analysera historiska tidtabellsdata.

Forskningsbidrag
Projektet syftar till att förbättra existerande forskning kopplad till TTR. Det har redan gjorts en hel del arbete kring robusthet, som vi hoppas kunna bygga vidare på. Vår metod för att skapa förplanerade tåglägen och vår simuleringsmetod måste kunna ta hänsyn till de olika typer av tåglägesansökningar som är möjliga inom TTR och vi kommer att förbättra förståelsen för effekterna av olika implementeringar av de nya kraven för tidtabellskonstruktion.

Nytta för beställare
Resultaten av projektet förväntas vara av stor betydelse för Trafikverket. I december 2030 ska den första tidtabellen som skapats genom den nya TTR-processen börja gälla. Ännu är många detaljer kring hur man ska tolka de nya reglerna och rekommendationerna okända, varför resultatet av vår forskning kan få stor betydelse för hur den nya tidtabellsprocessen ska se ut.

Närmast relaterade KAJT-projekt
SOS, Europe's Rail/Motional

AI-stöd för uppföljning av konstruktionsregler (AI-KONST)

Utförare	RISE
Projektledare	Johan Högdahl, RISE
Övriga projektdeltagare	Zohreh Ranjbar
Beställare	Emma Solinen, Trafikverket
Tidsperiod	2026 - 2027
Omfattning (total)	0,6 MSEK
Projekttyp	Förstudie
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering
Hemsida	-

Mål
Projektet syftar till att undersöka hur artificiell intelligens (AI) kan användas för att stärka Trafikverkets kapacitetsplanering. Projektet har följande målsättningar:

- Undersöka hur AI kan användas för att följa upp hur konstruktionsreglerna efterlevs under tilldelningsprocessen
- Utveckla en konceptuell prototyp för att demonstrera hur en AI-lösning kan fungera i praktiken
- Genomföra en mindre fallstudie

Avsikten med projektet är att det ska utgöra en grund för ett större uppföljningsprojekt i framtiden.

Huvudsakliga aktiviteter
För att genomföra denna studie kommer en kombination av litteraturstudie, en mindre begränsad dataanalys, workshops, fallstudie och en enkel konceptuell prototyp att användas. Litteraturstudien syftar till att kartlägga befintlig forskning och tidigare implementeringar av AI-baserade analysverktyg inom området. Dataanalysen fokuserar på insamling och bearbetning av information om konstruktionsregler, avvikelser och punktlighetsutfall för att identifiera mönster och samband.

Workshops och expertintervjuer kommer att genomföras för att inhämta insikter från trafikplanerare och forskare om de viktigaste utmaningarna och parametrarna samt färdigställande av fallstudien. Fallstudien genomförs för att analysera ett mindre dataset och undersöka AI-metoder för identifiering av avvikelser vilket ska ge en indikation på konceptets potential och genomförbarhet i ett framtida större projekt.

Enkel konceptuell prototyp kan tas fram för att illustrera möjligheterna med AI-baserad analys, men det förväntas ingen omfattande prototyputveckling i denna tidiga studie. Genom denna metodik lägger vi grunden för en mer omfattande framtida implementering.

Forskningsbidrag
Projektet har inte startat ännu.

Nytta för beställare
Detta projekt väntas ge en fördjupad förståelse för hur AI och maskininlärning (ML) kan användas för att analysera och förbättra uppföljningen av konstruktionsregler och tidtabelläggning. Den mindre fallstudien bidrar till att demonstrera konceptets potential och fungerar som en grund för ett framtida större uppföljningsprojekt. Genom att analysera effekten av konstruktionsregler på trafikens utfall kan projektet bidra till ett mer effektivt och robust kapacitetsutnyttjande och ge underlag för en mer datadriven planering.

Ambitionen är att projektets metod ska kunna utgöra ett framtida realtidsstöd för tidtabellsplanerare för att varna om mindre robusta tidtabellslösningar. Ett annat potentiellt användningsområde är att identifiera vilka justeringar av konstruktionsreglerna som kan minska risken att tåglägets kvalitet försämras vid små förseningar och andra systematiska störningar.

Rapporter
Inga publicerade rapporter.

Närmast relaterade KAJT-projekt
ROSSO, Tidpunkt

Arbetspraktiker i förändring (ARBETSFÖR)

Utförare	Uppsala universitet
Projektledare	Rebecca Cort, rebecca.cort@it.uu.se
Övriga projektdeltagare	Anders Arweström Jansson & Jessica Lindblom, Uppsala universitet
Beställare	Jörgen Frohm, Trafikverket
Tidsperiod	2026 - 2027
Omfattning (total)	0,45 MSEK
Projekttyp	Förstudie
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation, Trafikinformation och störningshantering

Mål
Det övergripande målet är att genom en empirisk pilotstudie ta fram kunskap om hur dagens operativa trafikledning är rustad för en ökande mängd underhållsarbeten och de förändrade krav som följer med detta. Projektet syftar till att identifiera centrala arbetspraktiker, samarbetsformer och organisatoriska förutsättningar som påverkar säkerhet och effektivitet i det operativa arbetet. Vidare har projektet som mål att ta fram ett vetenskapligt och praktiskt underlag som kan ligga till grund för formuleringen av ett framtida doktorandprojekt inom området.

Huvudsakliga aktiviteter
Fältstudier där arbetsplatsstudier och kognitiv etnografi används för att studera hur arbetspraktiker genomförs i trafikledningscentraler. Detta inkluderar observationer och intervjuer med trafikledare och trafikinformatörer samt analys av hur digitala system och organisatoriska strukturer samverkar med mänsklig expertis i det operativa arbetet.

Forskningsbidrag
Projektet bidrar med empiriskt grundad kunskap om det mänskliga bidraget i komplexa tekniska system för operativ trafikledning. Genom att studera arbetspraktiker i sitt faktiska sammanhang stärker projektet forskningen om socio-tekniska system, och särskilt i relation till förändrade krav som följer av ökat underhållsarbete. Förstudien utgör samtidigt ett kunskapsmässigt och metodologiskt underlag för fortsatt forskning i form av ett framtida doktorandprojekt.

Nytta för beställare
Projektet belyser mänsklig expertis i operativ trafikledning och tydliggör dess betydelse vid förändrade förutsättningar. Resultaten ger Trafikverket ett kunskapsunderlag för att förstå hur nuvarande arbetspraktiker påverkas av ökade underhållsinsatser. Denna kunskap kan användas för utveckling av arbetsprocesser, rollfördelning och framtida systemstöd samt bidra till en mer effektiv hantering av störningar utan att öka den operativa personalens kognitiva belastning.

Resultat (behövs ej för nystartade projekt)

Rapporter
Inga publicerade rapporter än.

Närmast relaterade KAJT-projekt
FTTS2, DIALOG, och HumanAuto.

Dispatching Areas: Combinations and Design (DACoD)

Utförare	Linköpings universitet (LiU)
Projektledare	Christiane Schmidt, christiane.schmidt@liu.se
Övriga projektdeltagare	Rabii Zahir, rabii.zahir@liu.se, LiU Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se, LiU
Beställare	Sandra Stefanovic, Trafikverket
Tidsperiod	2024 - 2026
Omfattning (total)	3,13 MSEK
Projekttyp	KAJT-relaterat doktorandprojekt
Forskningsområde	Planering av transportnätverk, fordon och personal

Mål
I detta projekt syftar vi till att belysa möjligheterna för effektivisering som kan uppnås med olika förändringar av det operativa upplägget av tågklarerarnas arbete. Vi syftar särskilt till att studera förändringar relaterade till de geografiska styrområdena—kvalifikationsstrukturen och utformning av geografiska styrområden.

Huvudsakliga aktiviteter
Studera hur kvalifikationsstrukturen (vilka tågklarerare som kan jobba med vilka styrområden) påverkar dimensionering och flexibilitet i skiftplanering och genomförande. Ta fram den mest gynnsamma kvalifikationsstrukturen för förbestämda geografiska styrområden. Analysera hur geografiska styrområden påverkar tågklarerarens arbete. Ta fram en metod för utformning av bra geografiska styrområden. Analysera förbättringspotentialen och möjliga förändringar.

Forskningsbidrag
Vi föreslår olika metoder för att identifiera bra kvalifikationsstrukturer för tågklarerare, och vi använder bland annat optimeringsramverket från CAPMO-Train, som har utvecklats för planering av tågklarerarens arbetsskift, för att utvärdera kvalifikationsstrukturerna samt bedöma förbättringspotential i förhållande till den aktuella situationen. När det gäller de geografiska styrområdena använder vi geometrisk optimering för att utveckla en metod för att beräkna optimalt utformade styrområden.

Nytta för beställare
Projektet kommer att ge insikt i både hur olika kvalifikationsstrukturer för tågklarerare påverkar möjlighet till flexibilitet i skiftplaneringen, inkl. potentialer med olika förändringar av kvalifikationsstrukturerna; och metoder för att utforma styrområden--och belysning av möjliga trade-offs mellan olika mål för den geografiska indelningen, inkl. potentialer med olika förändringar av de geografiska styrområdena. Dessutom kommer projektet ge insikt i effektiviseringsmöjligheter med en kombinerad förändring av kvalificeringsstruktur och utformning av styrområden.

Resultat
Vi har utvecklat en metod för att bestämma en kvalifikationsstruktur för tågklarerare. Vi använde artificiella data med 16 trafikområden som skulle delas in i tre kompetensområden, vilket gav över 14 miljoner möjliga uppdelningar. Alla kombinationer analyserades utifrån områdesgränser och arbetsbelastning för att avgöra vilka kombinationer en tågklarerare kan hantera.

Vi föreslog sex olika rangordningsmetoder: vissa maximerar antalet giltiga kombinationer för effektiv bemanning, medan andra prioriterar stabila kombinationer över tid för att minska överlämningar mellan tågklarerare. Vi testade metoderna på 100 instanser med varierande arbetsbelastning. För utvärdering använde vi den befintliga optimeringsmodellen från CAPMO-Train, där både bra och dåliga uppdelningar testades i flera scenarier. Bedömningen baserades på operativa kostnader och schemats robusthet.

När det gäller förbättringen av den geografiska styrområdena föreslog vi en optimeringsmodell som delar upp (sektorisera) en mängd stationer (driftplatser) i ett fördefinierat antal kontrollområden. Målet är att minimera en viktad summa av komplexiteten mellan områden (inter-area) och den operativa komplexiteten inom områden (intra-area).

Komplexiteten mellan områden beskriver samordningsbehov genom antalet tåg och spår som korsar områdesgränser. Den interna komplexiteten inom områden modelleras med hjälp av stationsrelaterade parametrar, inklusive spårutformning, trafikdensitet, tåg som startar och slutar vid stationen samt trafikmixen (blandning av passagerar- och godstrafik). Problemet formuleras som en heltalsprogrammering.

Vi tillämpar den föreslagna metoden på fall från Malmö trafikledningscentralen. Detta visar hur ett optimeringsbaserat ramverk för sektorisering kan stödja en strukturerad och balanserad omdesign av trafikledningsområden. Vi utvärderar modellens robusthet genom att variera indata, till exempel trafiktyp och trafikdensitet.

Rapporter
Just nu förbereder vi två artiklar, en ska skickas till en journal medan den andra till en konferens.

Närmast relaterade KAJT-projekt
FelOp, BelOpt, CAPMO-Train.

Deplide och modern arkitektur för YCS och C-DAS (Dep-YCS)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se
Övriga projektdeltagare	Henrik Teinelund, Martin Kjellin, Sara Gestrelius, Eddie Olsson
Beställare	Peter Olsson, Trafikverket
Tidsperiod	2024 – 2026
Omfattning (total)	2 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet

Mål
Deplide är en kommunikationsplattform utvecklad av RISE och en viktig komponent i flera EU-RAIL-projekt. Tillsammans med andra moderna nyckelkomponenter som Kafka, Kubernetes och Keycloak utgör det en grundstomme inom utveckling av både t.ex. YardCDM och YCS, liksom för Railway CDM-satsningar. Tillsammans är de en modern, driftsäker och datasäker miljö som är intressant för Trafikverkets framtida arkitektur och datautveckling. Deplide och de andra nämnda komponenterna är också viktiga i samverkan mellan FP1 MOTIONAL och FP5 TRANS4M-R.

Inom EU-RAIL FP1 Motional utvecklas demonstratorerna YCS, planeringsstöd för rangerbangårdar, och RTTP Updater, beslutsstöd för trafikledares hantering av C-DAS-tåg. Dessa anpassas till och nyttjar den moderna arkitektur som beskrivs ovan. Att använda denna arkitektur och dess komponenter ger stort erfarenhetsvärde för utvärdering av allmängiltigheten av komponenterna. Det gäller inte minst för att fånga upp och hantera de realtidsaspekter som YCS och RTTP Updater har, där dessa system i realtid ska anpassa sin information och resultat till levande dataströmmar.

Mål med detta projekt är:
a) Stödja utvecklingen av demonstratorerna YCS och RTTP Updater inom FP1 MOTIONAL WP11/12 och WP15/16 så att de inkluderar viktiga realtidsaspekter som behövs för rättvis utvärdering av både dessa system och av de komponenter de bygger på.
b) Hämta hem och dokumentera de erfarenheter och den kunskap som uppbyggnad och användning av de nämnda komponenterna ger.

Huvudsakliga aktiviteter
Huvudsakliga aktiviteter i projektet är genomföra utveckling av nämnda demonstratorer för att säkerställa att YCS och RTTP Updater når sina utvecklingsmål och att dra relevanta slutsatser om både dessa demonstratorer i sig, men även om komponenterna som de nyttjar.

Forskningsbidrag
Främsta forskningsbidraget är kunskap om hantering av strömmande data i realtidssystem ämnade för beslutsstöd.

Nytta för beställare
Nyttan för beställare kommer dels genom att demonstratorer i Motional når en högre mognadsgrad och därmed kan bidra till relevantare slutsatser, och dels genom att Trafikverket får bättre beslutsunderlag för egen framtida användning av den arkitektur och de komponenter som demonstratorerna baseras på

Närmast relaterade KAJT-projekt
MOTIONAL WP4/5, MOTIONAL WP11/12

Beslutsstödsystem vid störningar (DSS-demo)

Utförare	Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
Projektledare	Gunilla Björklund, gunilla.bjorklund@vti.se
Övriga projektdeltagare	Jan Andersson, VTI
Beställare	Arne Cronvall, Trafikverket
Tidsperiod	2026 - 2026
Omfattning (total)	0,4 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation

Mål
Projektet är ett komplement till EU-Rail, FP1 MOTIONAL, WP14. För Trafikverkets och VTI:s del bestod WP13 av att redovisa en metodologi för människa-maskin-interaktion (HMI) design inom tågtrafikledning. I WP14, och därmed även i detta projekt, är syftet att vi ska demonstrera den metodologin. VTI och Trafikverket har valt att göra detta genom att skapa en prototyp av ett beslutsstöd-system. Konceptet för detta system har tagits fram genom användning av den redovisade metodologin.

Demonstrationen har två övergripande målsättningar:
1. Att påvisa förmågan hos specifika instrument att mäta mental arbetsbelastning under operativ verksamhet.
2. Att visa hur ett nytt beslutsstödsystem påverkar tågklarerarens mentala arbetsbelastning i det operativa arbetet, både vid större och mindre störningar.

Huvudsakliga aktiviteter
- Förberedelser inför demonstrationen, dvs. färdigställa prototypen/gränssnittet till ett besluts-stödsystem, skapa scenarier och förbereda simulatorplattformen. Vi leder detta arbete men har stor hjälp av utförare från Trafikverket Labs, en trafikcentral och Testcenter Borlänge.
- Genomförande av demonstrationen (v. 16). Dokumentering.
- Analyser och rapportskrivning. Presentera beslutsstödsystemet inom ramen för EU-Rail.

Forskningsbidrag
Samma som målsättningarna med demonstrationen (se ovan).

Nytta för beställare
Avsikten med beslutsstödsystemet är att stötta tågklareraren med orderhanteringsprocessen. Detta eftersom vi funnit att tågklarerare har en ansträngd situation när det är flera tåg som ska nyttja en sträcka med reducerad hastighet samtidigt som tågklarerarna ska hantera övrig trafik inom tilldelat bevaknings-område. Tanken är att beslutsstödsystemet (om framtida experiment visar att det ger goda resultat) ska implementeras och integreras i trafikledningen för att underlätta för tågklarerarna genom en effektivare orderhantering, vilket minskar arbetsbelastningen och troligtvis även minskar förseningar på järnvägen då tågklarerarna bättre hinner med att effektivt trafikleda övriga tåg.

Resultat
Projektet startar 2026.

Rapporter
Inga publicerade rapporter än.

Närmast relaterade KAJT-projekt
MOTIONAL WP13/14, HumanAuto

Effekt av underhållsåtgärder på järnvägens tillförlitlighet och kapacitet (EFFEKT)

Utförare	RISE
Projektledare	Zohreh Ranjbar, zohreh.ranjbar@ri.se
Övriga projektdeltagare	Carl-William Palmqvist (LU) Abderrahman Ait Ali (LiU)
Beställare	Emil Allberg, Trafikverket
Tidsperiod	2026 - 2028
Omfattning (total)	3,2 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik

Mål
Projektets mål är att utveckla en evidensbaserad och kvantifierbar metod för att utvärdera hur olika underhålls- och reinvesteringsåtgärder påverkar järnvägens tillförlitlighet, punktlighet och kapacitet, samtidigt som effekter av externa faktorer skiljs ut. Genom koppling till relevanta nyckeltal och samhällsekonomiska värderingar ska metoden ge Trafikverket ett bättre beslutsstöd för prioritering och resursfördelning inom järnvägsunderhållet.

Huvudsakliga aktiviteter
Projektets huvudsakliga aktiviteter är att:

- Datainhämtning och spårbar länkning av underhålls-, anläggnings-, störnings- och trafikdata (bl.a. Bessy, BIS, Ofelia och LUPP) för att skapa ett robust analysunderlag.
- Utveckling och tillämpning av statistiska metoder för att isolera och kvantifiera effekter av olika underhålls- och reinvesteringsåtgärder på felfrekvens, punktlighet och kapacitet, med kontroll för externa faktorer.
- Beräkning av relevanta nyckeltal och samhällsekonomiska effekter (ASEK-baserat), inklusive värdering av förseningar för resande och gods.
- Genomförande av fallstudie där metodiken tillämpas och resultaten översätts till ett konkret prioriteringsunderlag.
- Framtagning av en forskningsprototyp (dashboard) som visualiserar före/efter-effekter och stödjer prioritering och uppföljning av underhållsåtgärder.

Forskningsbidrag
Projektets forskningsbidrag är utvecklingen av en systematisk och reproducerbar metod för att kvantifiera hur konkreta underhålls- och reinvesteringsåtgärder påverkar järnvägens felfrekvens, punktlighet och kapacitet, med tydlig separation från externa påverkansfaktorer. Genom att koppla dessa effekter till samhällsekonomiska värderingar bidrar projektet med ny kunskap om hur störningar och åtgärder kan värderas och jämföras på ett enhetligt sätt, vilket stärker både den vetenskapliga grunden och den praktiska tillämpningen inom järnvägsunderhåll.

Nytta för beställare
Projektet ger Trafikverket ökad insikt i vilka typer av störningar och underhållsåtgärder som har störst samhällsekonomisk påverkan, vilket stärker prioriteringen inom järnvägsunderhållet på kort sikt. På längre sikt bidrar resultaten till bättre förankrade och mer träffsäkra strategier för att förbättra punktlighet, tillförlitlighet och kapacitetsutnyttjande i järnvägssystemet.

Resultat
Projektet har ännu inte börjat.

Rapporter
Inga rapporter.

Närmast relaterade KAJT-projekt
Priopunkt, Mist1-4, NyPunkt 2.0, Tidpunkt, UppPunkt

ETCS och Heads Up Display (HUD)

Utförare	VTI
Projektledare	Tomas Rosberg, tomas.rosberg@vti.se
Övriga projektdeltagare	Tomas Rosberg, VTI Florian Fisher, VTI
Beställare	Niklas Olsson, Trafikverket
Tidsperiod	2026 - 2027
Omfattning (total)	1,35 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetshantering, Människan, digitalisering och automation

Mål
Målet med projektet är att tillsammans med lokförarutbildningen (Nässjöakademien) utvärdera om en Heads Up Display-lösning för tåg kan vara ett sätt att öka uppmärksamheten utåt, och i förlängningen minska risken för incidenter och olyckor.

Huvudsakliga aktiviteter
Projektet innehåller både en mindre kvalitativ del i form av en begränsad litteraturstudie inom området HUD, samt kvantitativa metoder som användarstudier och utvärdering av en HUD implementering. Till de kvantitativa metoderna ingår omfattande datainsamling med lokförarsimulatorn och eye-tracking utrustning.

Forskningsbidrag
Högre kunskapsnivå nationellt och internationellt för hur säkerheten kan höjas, och samtidigt minska risken för störningar, incidenter och olyckor, genom användning av tekniska hjälpmedel.

- I förlängningen minskad sannolikhet för störningar och i och med det kapacitetshöjande.
- Kunskapsspridning till fordonstillverkare/tillverkare av ombord-utrustning.
- Kunskapsspridning genom vetenskaplig publicering.
- Kartläggning av effekterna av HUD för säkerheten på järnväg samt kunskap om lämplig utformning
- Högre kunskapsnivå nationellt och internationellt kring HUD och järnväg

Nytta för beställare
Nyttan för Trafikverket är:
- Ökad kunskap om hur vi kan öka säkerheten genom att höja tågförares uppmärksamhet

Resultat
Projektet nyligen uppstartat.

Rapporter
Inga rapporter under 2025.

Närmast relaterade KAJT-projekt
Simulering med ATO (SIMULATO)
Headway och signalpunktsplaceringar i ETCS (HESE2)

Effekter av Hybrid Train Detection på förarbeteende och kapacitet (HybriF)

Utförare	VTI
Projektledare	Daniel Knutsen, daniel.knutsen@vti.se
Övriga projektdeltagare	Tomas Rosberg, VTI Birgitta Thorslund, Linköpings universitet
Beställare	Per Köhler, Trafikverket
Tidsperiod	2025 - 2026
Omfattning (total)	1,8 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering, Signal- och trafikledningssystem

Mål
Projektet syftar till att öka kunskapen kring HTD genom en skarp implementering och en studie av effekter på förarbeteende.

Huvudsakliga aktiviteter
Projektet omfattar både Transportvetenskap och Kognitionsvetenskap. Huvudfokuset är på Transportvetenskap och vidareutvecklingen av ERTMS/ETCS; hur kommer detta att se ut? Och vilka konsekvenser får det när lokförare och tågklarerare ska använda systemet? Kognitionsvetenskapen handlar om hur en lokförare tar till sig informationen och hur det påverkar arbetet. VTIs tågsimulator är central i projektet, och metodutvecklingen består i att vidareutveckla simulatorn i enlighet med standarden för HTD för ETCS (TSI 2023/1695). Detta ger i nästa steg möjligheten att studera effekter av implementeringen på förarbeteende och kapacitet i jämförelse med ERTMS/ETCS Level 2.Tidigare genomförd forskning kring HTD kommer användas som underlag: så som utformning av virtuella block, blocklängder, etc. Vidare öppnar metodutvecklingen upp för att studera effekter på: kapacitet, uppmärksamhet, energieffektivitet, utbildning, arbetsbelastning, säkerhet.

Forskningsbidrag
Projektet förväntas bidra med:

- allmän kunskapsuppbyggnad av Hybrid Train Detection (HTD)
- förståelse för hur dessa system kan hjälpa till och vidmakthålla kapacitet trots ökade trafikvolymer
- hitta problemområden på ett tidigt stadium och möjliggöra hantering av dessa
- kunskapsunderlag till framtidens kapacitetsplanering och tågföring.
- kunskap om hur utvecklingen faktiskt skulle fungera i en verklig implementering
- kunskap till EU-Rail, så som HTD studier i FA2
- kunskap till EU-Rail FA1 studie av kapacitetseffekter för trafikstyrning med HTD
- förberedelse för utrullning av nästa nivå av ERTMS/ETCS
- minskat underhållsbehov pga. minskat antal spårledningar/axelräknare
- möjliggöra jämförelse mot L2 utan HTD
- utveckla modellering av förarbeteende för L2 med HTD i RailSys

Nytta för beställare
Nyttan för Trafikverket är:

- Ökad kunskap om verklig tågföring inklusive lokförare utifrån ERTMS och pågående teknikutveckling
- Ökad kunskap och utveckling kring modellering av HTD
- Ökad kunskap om signalsystem ERTMS/ETCS
- Åtgärder kring projektering och teknikutveckling med koppling till ERTMS

Resultat
Under 2025 har tre stycken HTD körscenarion utvecklats i VTIs tågsimulator. Simulatorn har också utvecklats för att hantera virtuella blocksträckor.

Rapporter
Inga rapporter under 2025.

Närmast relaterade KAJT-projekt
Simulering med ATO (SIMULATO)
Headway och signalpunktsplaceringar i ETCS (HESE2)

Människa-automation i framtida samverkan (HumanAuto)

Utförare	Uppsala universitet
Projektledare	Anders Arweström Jansson, anders.arwestrom.jansson@it.uu.se
Övriga projektdeltagare	Rebecca Cort, Jessica Lindblom & Maria Normark, alla Uppsala universitet
Beställare	Jörgen Frohm / Gunnar Bengtsson
Tidsperiod	2021 - 2024 (2026)
Omfattning (total)	2,85 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation

Mål
Det övergripande målet är att ta fram nytt empiriskt material och med hjälp av det lägga grunden till ett vetenskapligt underlag som Trafikverket kan använda i framtida utvecklingsprojekt där människa-automationssamverkan är en central del. Den exakta formen för detta kan bli alltifrån en bok, flera interna rapporter eller ett informationsmaterial, eller en kombination av dessa. Ett mer specifikt mål är att på plats studera effekterna av nyligen genomförda förändringar för att dokumentera nya arbetssätt.

Huvudsakliga aktiviteter
Fältstudier där kognitiva etnografiska metoder används för att studera arbetspraktikers genomförande, samt litteraturstudier om hur automation som är baserad på maskininlärning bäst kombineras med mänsklig expertis för tillämpning i komplexa tekniska miljöer.

Forskningsbidrag
Projektet genomförs till största del som ett PostDoc-projekt där Rebecca Cort kommer att fortsätta utveckla sin forskning om de mänskliga bidraget i komplexa tekniska system.

Nytta för beställare
Syftet är att tydliggöra och framhålla det mänskliga bidragets betydelse i alla former av automationsprojekt som kräver samarbete mellan människa och automation, inkluderat sådan automation som är baserad på maskin- och djupinlärning. Projektet kan närmast beskrivas som en upplysningsresa – det blir alltmer uppenbart att kunskapen om människans bidrag i människa-automationssamverkan är både bristfällig och underskattad.

Rapporter
Bergqvist, A., Källbäcker, J., Cort, R., Cajander, Å., Lindblom, J. (2024). Towards a framework for digital work engagement of enabling technologies. In: T. Ahram, J. Kalra & W. Karwowski (Eds), *Artificial Intelligence and Social Computing*, Vol. 122, 1–9. Bidraget presenterades vid den internationella AHFE-konferensen (2024) International Nice 24-27 juli, Frankrike. http://doi.org/10.54941/ahfe1004663 fick utmärkelsen ”Best Paper Award”

Cort, R. & Lindblom, J. (2025). Remote situatedness beyond the control room: enhanced seeing and sense of place in railway operations. *Cognition, Technology & Work*, 27, 375-400. https://doi.org/10.1007/s10111-025-00802-z

Cort, R. & Lindblom, J. (2024). Sensing the breakdown: Managing complexity at the railway. *Culture and Organization*, 30 (2), p. 179-197. https://doi.org/10.1080/14759551.2023.2266857

Lindblom, J., Laaksoharju, M. & Cort, R. (2024). Roadmap for UX in future operational train traffic control. *International Journal of Human Factors and Ergonomics,* 11 (1), p. 28-55. https://doi.org/10.1504/IJHFE.2023.10058712

Üreten, E., Cort, R., & Clemmensen, T. (2025). Expanding 'handover-HCI': Proposing a novel HCI research agenda of handovers across various work domains. SIGHCI 2024, Proceedings. 6. https://aisel.aisnet.org/sighci2024/6

Närmast relaterade KAJT-projekt
FTTS2, DIALOG, F-Auto samt ARBETSFÖR

Iterativt samarbete vid banarbetsplanering (ITSA-BAN)

Utförare	RISE
Projektledare	Sara Gestrelius, sara.gestrelius@ri.se
Övriga projektdeltagare	Martin Joborn, RISE
Beställare	Fredrik Lundström, Trafikverket, Albin Larsson, LKAB
Tidsperiod	2024 - 2026
Omfattning (total)	0,7 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering, Planering av transportnätverk, fordon och personal

Bakgrund
Kapacitetsplaneringen av Malmbanan står inför stora utmaningar under de närmaste åren, då belastningen är hög samtidigt som stora banarbeten ska genomföras. RISE har under tidigare projekt utvecklat en forskningsprototyp och demonstrator för optimerande tidtabellsplanering, kallad M2. I detta projekt använder RISE M2 för att stötta Trafikverket och LKAB i arbetet med att konstruera framtida tågplaner. Tidigare liknande projekt (Malmbanan T25) visade potentialen i arbetssättet, men också på behov av att vidareutveckla både samarbetsprocess och optimeringsverktyg, vilket alltså båda görs i detta projekt.

Huvudsakliga aktiviteter
Huvudsaklig aktivitet är att, parallellt med Trafikverkets kapacitetsanalyser, använda M2 för att skapa alternativa tågplaner. Anpassningar av M2 görs för att bättre motsvara de krav som ställs vid den specifika tillämpningen.

Nytta för beställare
Projektet kan dels leda till faktisk bättre nyttjande av Malmbanan under år då balansering mellan trafik och banarbeten är extra utmanande. Projektet kan också leda till ett nytt sätt att samverka med forskningen inom kapacitetsplaneringen.

Närmast relaterade KAJT-projekt
Flexikap, Malmbanan T25

KKA-matrisen som stöd vid händelseutredningar och beslutande om åtgärder inom operativ tågtrafikledning (KKA-matrisen)

Utförare	Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
Projektledare	Gunilla Björklund, gunilla.bjorklund@vti.se
Övriga projektdeltagare	Jan Andersson, Henriette Wallén Warner, VTI
Beställare	Pelle Thorén, Trafikverket
Tidsperiod	2022 - 2026
Omfattning (total)	1,9 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation

Mål
Syftet med projektet är att vidareutveckla den KKA-matris (Kommunikation-Kompetens-Arbetsbelastning) som togs fram i KAJT-projektet FelOp. I detta projekt kommer matrisens funktionalitet att testas, dels vid utredningar av avvikelser, tillbud och olyckor i samband med tågtrafikledning, dels vid analys och åtgärdshantering efter sådana händelser. Säkerhetskultur och attityd till säkerhetsarbete kommer också att vara i fokus. Målet är att KKA-matrisen ska ge bättre stöd för identifiering av bakomliggande orsaker och formulerande av åtgärder än de metoder som idag finns inom Trafikverket gällande utrednings- och analysarbete inom tågtrafikledning.

Huvudsakliga aktiviteter
- Litteraturöversikt.
- Diskussioner och intervjuer kring KKA-matrisen med olika aktörer (främst säkerhets-samordnare och strateger) som ingår i utredningsprocessen och i övrigt analys- och åtgärdsarbete. Detta för att vidareutveckla matrisen och göra den redo att testas i verkligheten.
- Test och justering av matrisen i samband med händelseutredningar och analysarbete.
- Enkätstudie för att studera arbetsbelastning och säkerhetskultur på trafikcentralerna.

Forskningsbidrag
Metodutveckling kring hur bakomliggande orsaker till oönskade händelser inom operativ tågtrafik-ledning kan identifieras, klassificeras och hur man hittar rätt åtgärder.

Nytta för beställare
En vidareutveckling av KKA-matrisen förväntas ge Trafikverket (utredare, säkerhetssamordnare, strateger med flera) verktyg att identifiera bakomliggande orsaker till oönskade händelser så att rätt åtgärder kan genomföras. Vi kommer även leverera en lista med en grov indelning av potentiella åtgärder utifrån KKA-matrisen med syfte att ge tågklareraren så bra förutsättningar som möjligt att utföra sina uppgifter.

Resultat
Resultat från enkätstudien har presenterats vid DATS Workshop, Norrköping, 2025. Allt datamaterial från enkätstudien är dock inte analyserat ännu. Datainsamling gällande KKA-matrisen pågår.

Rapporter
Inga publicerade rapporter än.

Närmast relaterade KAJT-projekt
FelOp, Traffic Management Services X2R-4, CAPMO-Train

Maskininlärningsbaseradrobust tidtabelläggning för taktisk tåglägesplanering (MAST)

Utförare	RISE, KTH
Projektledare	Johan Högdahl, johan.hogdahl@ri.se (RISE)
Övriga projektdeltagare	Zhenliang Ma, Hans Sipilä, Leizhen Wang, Mohammad Al-Mousa (KTH)
Beställare	Pär Johansson, Trafikverket
Tidsperiod	2025 - 2026
Omfattning (total)	1,8 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering

Mål
Projektets övergripande målsättning är att utveckla en implementerbar metod baserad på reinforcement learning för att generera robusta tåglägen. Med implementerbar avses här att den utvecklade metoden i realtid ska kunna generera tåglägen för scenarier som modellen inte är specifikt tränad på.

Huvudsakliga aktiviteter
Projektet är uppdelat i fyra delar. I den första delen förbereds data för att träna den tänkta modellen. I den andra delen implementeras den nya metoden med målsättningen att modellen ska kunna generalisera till nya scenarier som modellen inte har tränats på. I den tredje delen utvidgar vi modellen så att den kan ta fler detaljerade beslut (så som exempelvis spåranvändning). Slutligen utvärderar vi den nya metoden och undersökter hur väl den kan generalisera till nya scenarier samt att genererade tåglägen är av tillräcklig kvalitet.

Forskningsbidrag
Projektet kommer utveckla nya maskininlärningsbaserade metoder för att generera robusta tåglägen.

Nytta för beställare
Projektet bidrar till att stärka forskningsområdet taktisk kapacitetsplanering genom att utveckla avancerade maskininlärningsbaserade metoder för tågtrafiksplanering. På lång sikt väntas projektet bidra till att stärka Trafikverkets planeringsförmåga vilket kan bidra till att förbättra järnvägens kapacitet och punktlighet.

Resultat (behövs ej för nystartade projekt)
Projektet har implementerat en ny miljö för att träna en agent att generera tåglägen i en given tidtabell. Tidiga experiment tyder på att den tränade agenten kan generalisera från träningsscenariot till valideringsscenariot.

Rapporter
Inga publicerade rapporter än.

Närmast relaterade KAJT-projekt
FlexÅter2

Mindre störningar i tågtrafiken, del 4: Feedback från uppföljning till planering (Mist4)

Utförare	Lunds universitet
Projektledare	Carl-William Palmqvist, carl-william.palmqvist@tft.lth.se
Övriga projektdeltagare	Grace Mukunzi, Lunds universitet Samuel Golobov, Lunds universitet
Beställare	Magnus Linné, Trafikverket
Tidsperiod	2024 - 2028
Omfattning (total)	2,7 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Uppföljning och återkoppling

Mål

1. Ta fram strukturerade metoder och modeller för att identifiera och förebygga systematisk opunktlighet.
2. Att modellera och klassificera störningar utifrån specifika egenskaper (t. ex störningskänslighet, återhämtningsförmåga, trafikvolym, etc.) som kan bidra till att stärka framtagning av både störningsförebyggande och störningsförmildrande åtgärder.
3. Bidra till framtagning av skarpare återhämtningsprognoser och därmed skarpare handlingsplan som kan öka punktligheten.

Huvudsakliga aktiviteter

1) Analysera data om systematiskt opunktliga växlar, en av de främsta kända orsakerna till förseningar och ett av de tydligaste och mest kostnadseffektiva åtgärdsområdena. I historiska data går det att identifiera växlar som ofta får trafikstörande fel och återkommande sänker punktligheten. Vi vill ta fram metoder för att hitta dessa, och bland dem identifiera sådana som kan ersättas med mer tillförlitliga växeltyper eller tas bort helt.
2) Utveckla en generell metodik för att identifiera systematisk opunktlighet, som kan vara användbar för att till exempel identifiera tågnummer, fordonsindivider, driftplatser, anläggningsindivider, eller dylikt, som är systematiskt opunktliga.
3) Utveckla förståelsen för störningsbegreppet och dess definition utifrån störningens egenskaper och återhämtningsförmåga. Är det en enskild händelse i Lupp eller Ofelia, och hur kommer den se ut och återställas? Vi kommer här snarare utforska en bredare bedömning av trafikläget, och skapa definitioner för när läget betraktas som stört, hur störningen sprids, och hur lång tid det tar att återställa ett normalt trafikläge. Vi resonerar och studerar hur man kan och bör tänka om detta, mäta det, och vad det får för implikationer. Här ingår dataanalys och modellering som ligger till grund för nästa del.
4) Vi tar fram och testar prognosmodeller för att förutsäga störningars uppkomst, spridning och återhämtning, utifrån denna bredare förståelse för störningsbegreppet. Här tar vi även hänsyn till lärdomar och resultat från prognoser som gjorts av RISE i projektet UppPunkt.

Forskningsbidrag

Projektet ökar möjligheterna att återkoppla och dra lärdomar från utfallet av tidigare trafik till nuvarande och kommande trafik med syftet att få en högre punktlighet. Det ökar också förståelsen för trafikstörningar ur ett mer samlat grepp, och tar fram prediktionsmodeller som är tänkta att kunna användas av trafikledningen.

Nytta för beställare

Ökad kunskap om systematisk opunktlighet, bland växlar i synnerhet men även mer generellt. Detta förväntas i förlängningen leda till en ökad punktlighet.

Ökad kunskap om, förståelse kring, och prediktion av störningar i en bredare bemärkelse, hur de uppstår, sprids, och återhämtas. Detta förväntas i förlängningen att leda till förbättrad trafikinformation och ökad punktlighet.

Rapporter
Projektet är nystartat, inga rapporter har publicerats ännu.

Närmast relaterade KAJT-projekt
UppPunkt, Mist2, Bandat2.

Samhällsekonomisk prioritering av underhållsåtgärder för ökad punktlighet (Priopunkt)

Utförare	RISE
Projektledare	Zohreh Ranjbar, zohreh.ranjbar@ri.se
Övriga projektdeltagare	Martin Joborn (RISE) Abderrahman Ait Ali (LiU)
Beställare	Emil Allberg, Trafikverket
Tidsperiod	2024 - 2026
Omfattning (total)	1,6 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik

Mål
Trafikverkets arbete för att förbättra punktligheten i järnvägssystemet berör många olika områden, därför bättrade analysmetoder, ökad kunskap och förståelse och konkreta åtgärder går hand i hand. Detta projekt utgår från uppskattningar av hur störningar påverkar slutförseningar, så kallade förseningsbidrag. Förseningsbidrag indikerar resenärers förseningspåverkan av olika störningar vid ankomst till slutdestinationen. Genom att kombinera förseningsbidrag med uppskattningar om antal resande och samhällsekonomiska värderingsgrunder avser projektet att beräkna de samhällsekonomiska kostnaderna för olika händelser och störningar. Denna värdering kan utgöra en kompletterande grund för prioritering av underhålls- och andra åtgärder för ökad rättidighet.

Huvudsakliga aktiviteter
Projektets huvudsakliga aktiviteter är att:

- Bygga vidare på och tillämpa metodiken för förseningsbidrag och kritiska störningar.
- Tillämpa metoder för uppskattningar av antal resenärer och gods i olika tåg.
- Beräkna samhällsekonomiska kostnader av felhändelser och störningar i järnvägstrafiken.
- Skapa olika former av prioriteringsunderlag för underhålls- och andra åtgärder för ökad rättidighet.
- Genomföra fallstudie.

Forskningsbidrag
Forskningsbidraget i detta projekt är att skapa en samhällsekonomiskt grundad värdering av händelser och störningar i järnvägssystemet.

Nytta för beställare
På 1-3 år sikt kan projektet leda till bättre insikt om samhällsekonomiska kostnader för störningar och vilka störningsklasser som är viktigast att komma till rätta med.
På 3-5 års sikt kan projektet leda till bättre förankrade strategier inom arbetet med att förbättra punktligheten.

Resultat
Projektet har under perioden fortsatt analysera störningar på Södra stambanan för 2023 och 2024, med stöd av resultat från parallellprojektet UppPunkt, där förseningsbidrag per störning och per station beräknats. Vi har matchat beläggningsdata från Sampers mot tåguppdrag i 2024 års tidtabell för att uppskatta resandetågens beläggning och därmed kunna koppla detta till samhällsekonomiska kostnader (baserat på ASEK) per störning. Data har även kopplats till Ofelia och Bessy för djupare analys av specifika anläggningar. Resultat har presenterats på både EWGT ((https://ewgt2025.co.uk/) och Transportforum 2026, vilket bidragit till kunskapsspridning och dialog med andra aktörer. Vi har genomfört referensgruppsmöte med bred representation inom järnvägsunderhåll på Trafikverket, där

värdefulla synpunkter samlades in inför det fortsatta arbetet. Uppföljningsprojektet EFFEKT har fått TG0-beslut, och TG2-ansökan har skickats in.

Rapporter
En vetenskaplig artikel i Transportation Research Procedia som kommer att publiceras i samband med Euro Working Group on Transportation Annual Meeting 2025 (EWGT2025).

Närmast relaterade KAJT-projekt
Tidpunkt, FR8RAIL III WP2

Radar- och AI-baserad realtidsövervakning för förstärkt säkerhet (RAIL-SENSE)

Utförare	Blekinge Tekniska Högskola Kungliga Tekniska Högskolan
Projektledare	Mats Pettersson, mats.pettersson@bth.se
Övriga projektdeltagare	Mattias Dahl, Blekinge Tekniska Högskola Mats Bengtsson, Kungliga Tekniska Högskolan Anders Lindahl, Kungliga Tekniska Högskolan Anders Lindfeldt, Kungliga Tekniska Högskolan
Beställare	Per Olsson, Trafikverket
Tidsperiod	2025 - 2026
Omfattning (total)	0,5 MSEK
Projekttyp	Förstudie
Forskningsområde	Signal- och trafikstyrningssystem

Mål
Förstudien ger förutsättningar för projektet RAIL-SENSE+ som undersöker möjligheten att använda nya sensorer på ett nytt sätt för att öka säkerheten, kapaciteten och punktligheten på järnvägsnätet. Traditionellt så har säkerhets- och sensorsystem i järnvägsmiljö varit hårt kopplade till tågbanan och tågen som sådana. RAIL-SENSE och RAIL-SENSE+ har en annan riktning och fokus som ligger i att förstå vilka typer, mängder och omfattningar av rörelser som kan detekteras i och runt spåren, banvallen och dess närområde. Detektion av förändringar i luftrummet som tågen passerar genom är en av de tekniska utmaningar som RAIL-SENSE och RAIL-SENSE+ speciellt ser som intressant och kommer att ägna speciellt fokus. Förstudien och det efterföljande projektet förväntas även öka det tvärvetenskapliga samarbetet mellan inblandade högskolor och excellensområden vilket är viktigt för framtiden.

Förstudien utförs av BTH och KTH. Även företag involveras och anläggningen Tillberga-Tortuna Testcenter (TTC) har utnyttjas. Förhoppningen är att det föreslagna projektet RAIL-SENSE+ ger bredare och överbryggande kunskap mellan olika kompetensområde. Projektet kommer att analysera hur ny sensorinformation skall användas för att förbättra trafikplaneringen och trafikstyrningen.

Huvudsakliga aktiviteter
Den huvudsakliga aktiviteten i förstudien har varit att sammanställa en projektansökan som skall lämnas in i januari 2026. För förstudien behövdes högprioriterade scenarier för järnvägstrafiken att studera, för att optimera tidtabellen och punktligheten av tåg. Dessa scenaraier togs fram genom analys av trafikdata. I förstudien RAIL-SENSE utfördes experiment på TTC där vi sammankopplade kompetens från BTH och KTH. Detta gjordes för att ge underlag hur projektet skall organiseras och vilka frågeställningar som skall lösas. Experimentet planerades i detalj och det fanns olika scenarier som var av speciellt intresse som skeenden på eller i närheten av banvall.

Forskningsbidrag
Förstudiens mål är ett forskningsprojektet RAIL-SENSE+ som förväntas starta under 2026 som syftar till att upptäcka förändringar utefter tågbanan på ett helt nytt sätt. Detta kommer att bidra till helt nya möjligheter att att styra och planera tågtrafiken vilket leder till ökad säkerhet och punktligheten i framtidens tågtrafik. Projektet ökar däregenom kunskapen om hur denna nya information skall extraheras och hur informationen skall användas för att öka effektiviteten i järnvägsnätet.

Nytta för beställare
Förstudien studerar nya möjligheter att inhämta information från spåren, banvallen och dess närområde. Förstudien väntas resultera i ett projekt RAIL-SENSE+ där dessa möjligheter skall undersökas mer praktiskt och vilka fördelar det kan ge för den framtida järnvägsnätet. Projektet RAIL-SENSE+

förväntas ge inblick hur framtida sensorsystem kan öka säkerheten, kapaciteten och punkligheten på järnvägsnätet.

Resultat
Ett internt memorandum för relevanta scenarie har tagits fram i förstudien. Experiment har utförts på TTC baserade på de relevanta scenarierna. Avtal har tecknats med Trafikverket för användandet av TTC under experimenten. Experimentutrustning har testats på plats i de intressanta fallen och data är insamlat för analys. Resultat från experimenten väntas presenteras i år.

Rapporter
Slutrapport för förstudien RAIL-SENSE inlämnad i januari 2026
Projektansökan för projektet RAIL-SENSE+ inlämnad i januari 2026.

Närmast relaterade KAJT-projekt
Simulato

Robusta semi-styva tidtabeller under dynamisk och osäker efterfrågan (ROSSO)

Utförare	RISE
Projektledare	Johan.hogdahl@ri.se
Övriga projektdeltagare	-
Beställare	Emma Solinen, Trafikverket organisation
Tidsperiod	2024 - 2026
Omfattning (total)	0,81 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering

Mål
Projektet syftar till att undersöka konceptet semi-styva tidtabeller och hur man genom att lätta på den styva (periodiska) trafikens regularitet kan förbättra tidtabellens robusthet.

Projektet har två mål:

1. Formulera och implementera en optimeringsmodell för semi-styv tidtabelläggning av trafiken i ena riktningen på en dubbelspårssträcka.
2. Utveckla en modell för att beräkna samhällsnyttan av att förbättra tidtabellens robusthet baserat på dynamisk och tidsberoende resefterfrågan.

Huvudsakliga aktiviteter
I projektets första fas formuleras en optimeringsmodell för att förbättra en given semi-styv tidtabell. Modellen tar hänsyn till att grupper av tåg antingen är helt periodiska, helt icke-periodiska, eller nästan periodiska. Modellen använder simulerade förseningar för den givna tidtabellen och optimerar regularitet och robusthet genom att justera avgångs- och ankomsttider.

I projektets andra fas formuleras en modell för att jämföra samhällsnyttan av olika tidtabellsalternativ. Modellen är agent-baserad och utgår ifrån att individer väljer en resa bland en mängd olika resalternativ baserat på en avvägning mellan olika parametrar (tex. restid, avgångstid, biljettpris).

Forskningsbidrag
Projektet har tre huvudsakliga forskningsbidrag:

- En modell för optimering av semi-styva tidtabeller med avseende på regularitet och robusthet.
- En agent-baserad simuleringsmodell för att beräkna samhällsnyttan av olika tidtabellsalternativ.
- De två modellerna har använts för att studera avvägningen mellan att antingen prioritera tidtabellens styvhet eller dess robusthet, samt effekter med avseende på punktlighet och samhällsnytta.

Nytta för beställare
Projektet har utvecklat nya modeller för tidtabelläggning, och metodik för att värdera enskilda tåglägen och utvärdera samhällsnyttan av olika tidtabellsalternativ.

Resultat (behövs ej för nystartade projekt)
En fallstudie har gjorts där tidtabellen på en del av Västra stambanan optimerades. I fallstudien genererades ett antal Pareto-optimala tidtabeller med avseende på de styva tågens regularitet och tidtabellens robusthet. Dessa tidtabeller har i sin tur simulerats med PROTON för att utvärdera effekten på punktlighet. Utfallet från denna simuleringstudie blev att punktligheten förbättrades med med 0.6 - 3.2 procentenheter beroende på lösningsalternativ. Ökningen blev större ju mer vikt som lades vid tidtabellens robusthet.

Samhällsnyttan för de framtagna tidtabellsalternativen utvärderas i sin tur. Utfallet av denna del var att samhällsnyttan minskade någpt med de optimerade tidtabellerna, vilket i huvusak berodde på att restidskostnaden för resenärerna ökade mer än förseningskostnaderna minskade. En möjlig orsak till detta skulle kunna vara att tidtabellsoptimeringen inte tog hänsyn till tågens samhällsvärde, utan prioriterade alla tåg lika högt.

Slutsatsen från projektet är att det kan vara motiverat att lätta på regularitetskraven för att förbättra tidtabellens robusthet (eller andra relevanta mått). Samtidigt behövs det mer forskning för att bättre förstå de samhällsekonomiska aspekterna.

Rapporter
Inga publicerade rapporter än.

Närmast relaterade KAJT-projekt
FlexÅter2

Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden – införandestudie (SATT-IS)

Utförare	Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) RISE – Research Institutes of Sweden AB
Projektledare	Tomas Lidén, tomas.liden@vti.se
Övriga projektdeltagare	Filip Kristofersson och Bernardo Martin-Iradi, VTI Johan Högdahl, Martin Aronsson, och Martin Kjellin, RISE
Beställare	Helén Hansson Burman, Trafikverket
Tidsperiod	2026 - 2029
Omfattning (total)	3,7 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik
Hemsida	--

Mål
Projektet är en fortsättning på tidigare SATT-projekt som alla studerat metoder för samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden. SATT-IS syftar till att undersöka möjlighet till nyttiggörande av dessa metoder och resultat på Trafikverket. Detta ska uppnås genom att dels utveckla ett prototypverktyg, dels genomföra kompetensbreddning parallellt med vidareutveckling av metoder och verktyg. Projektet har följande delmål:

1. Skapa ett prototypverktyg för praktisk utvärdering i en användarmiljö som liknar Trafikverkets.
2. Genomföra en kompetensbreddning, dels till Trafikverket, dels från VTI till RISE.
3. Vidareutveckla planeringsfunktionalitet och användarvänlighet i metoder och verktyg.

Huvudsakliga aktiviteter
Genomlysning och val av metoder, verktyg och inriktning.
Specifikation och detaljering av funktionalitet.
Utveckling, integration och provning.
Användning, test, verifiering, praktiska prov / utredningar och utvärdering.
Syntes och plan för införande / fortsättning.

Forskningsbidrag
Vidareutveckling av planeringsstöd för långsiktig kapacitetsplanering och metoder/lösningar för de tidiga faserna i kommande EU-förordning för kapacitetstilldelning (baserat på TTR). Modeller som kan användas internationellt och för kapacitetskoordinering inom eller mellan flera länder.

Nytta för beställare
Den huvudsakliga målgruppen på Trafikverket är VO Planering och de enheter som arbetar med långsiktig kapacitetsplanering (stråkplaner, trafikpåverkande åtgärder, trafikflöden etc). Förväntan är att projektet ska uppnå TRL-nivå 6 för dessa planeringsmetoder, samt att de ska förbättra kvalité, träffsäkerhet och planeringseffektiviteten på Trafikverket. Dessutom bör kompetensbreddningen, både till RISE och Trafikverket, ge en stabil grund under minst 5–10 år framåt för fortsatt studium, tillämpning och förhoppningsvis implementation av ett förbättrat och väl fungerande planeringsstöd. Ambitionen är att dessa metoder i framtiden kan stärka möjligheten att utnyttja infrastrukturen maximalt även med ökande krav på tid i anläggningen för arbeten.

Resultat
(Inga resultat, projektet startar 2026)

Rapporter
Inga publicerade rapporter ännu (nystartat projekt).

Närmast relaterade KAJT-projekt
SATT-TF, SATT-BP, SATT-SP.

Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden – stråkplanering (SATT-SP)

Utförare	Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
Projektledare	Tomas Lidén, tomas.liden@vti.se
Övriga projektdeltagare	Filip Kristofersson, VTI Abderrahman Ait Ali, VTI
Beställare	Helén Hansson Burman, Trafikverket
Tidsperiod	2024 - 2026
Omfattning (total)	1,78 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik

Mål
Projektet är en fortsättning på forskningsprojektet SATT-BP, och har haft följande tre delmål:
1. Implementera verktygsstöd för flerårig stråkplanering av trafikpåverkande åtgärder (TPÅ).
2. Genomföra och dokumentera utvärderingsstudier, baserat på realistiska planeringsfall.
3. Studera hur samhällsekonomisk värdering och effektbedömning kan göras med detta verktygsstöd.

Fokus är koordinering av stora arbeten (stråkplanering) och hur den påverkar de nationella transportflödena.

Huvudsakliga aktiviteter
Metodutveckling, studie av samhällsekonomisk värdering, programutveckling, test och fallstudier, sammanställning och rapportering. Projektet har även samverkat med SATT-TF som bedrevs av RISE.

Forskningsbidrag
Projektet har gett ny kunskap om metoder för flerårig banarbetsplanering, beräkning av trafikpåverkan på definierade trafikrelationer /-stråk, samt samhällsekonomisk värdering och jämförelse av olika genomförandeplaner. En forskningsartikel för de modeller som utvecklades i SATT-BP har publicerats. Modellerna har vidareutvecklats genom att tillåta olika tidsupplösning i projektschemaläggningen respektive trafiktilldelningen. Därutöver har samhällsekonomiskt baserad kostnadssättning använts och en metod för nytto- och kostnadsjämförelse mellan olika stråkplaner utarbetats. Metoder och verktyg har testats och utvärderats på tre olika fallstudier i nära samarbete med Trafikverket.

Nytta för beställare
Projektet har utvecklat funktioner för resultatpresentation och analys vilka ger överblick och en sammantagen bild av både arbeten och trafik. Detta ger en god grund för dialog, kvantifiering och bedömning av storleksordningar (stora/vikta effekter gentemot små/underordnade). Trafikverkets deltagare har bedömt att denna typ av verktyg skulle spara mycket arbets- och kalendertid. För att göra liknande studier krävs idag involvering av många deltagare och stora arbetsinsatser. Bedömningen är också att kvalitén på resultaten skulle kunna höjas, både för att detaljeringsgraden kan öka, och för att fler alternativ kan studeras.
Det finns goda möjligheter att implementera och nyttja dessa metoder i den ekonomiska åtgärdsplaneringen, kanske speciellt i så kallade ”punkt-16”-utredningar, dvs studier av alternativa projektupplägg för stora arbeten.

Resultat
Projektet har visat att de metoder och verktyg som utvecklats kan ge ett bra planeringsstöd på Trafikverket (vilket till stor del saknas idag). Verktygen kan producera stråkplaner med god lösningsprestanda för ett till flera år på hela det svenska järnvägsnätet och med hög detaljupplösning beräkna de dagliga trafikanpassningarna på drygt 1500 trafikrelationer för hela trafikåret. Dessutom används en uppdelning i olika tåg- och trafiktyper på ett sätt som stämmer väl överens med kommande

europeiska processer för planering och tilldelning av kapacitet. Detta ger möjlighet till förbättrad koordinering vad gäller projektgenomförande, budgetplanering och trafikpåverkan.

Därutöver kan följande mer specifika resultat nämnas:

- En ny optimeringsmodell för trafiktilldelning har implementerats, vilken baseras på Trafikverkets kapacitetsmodell. Den klarar av att lösa (fler-)veckoproblem till optimalitet för hela Sveriges nätverk och trafik med mycket goda prestanda.
- En förenklad schemaläggningsmodell för projekt har utvecklats, vilken utgår från en fast sekvens av aktiviteter (med tillhörande kapacitetsreduktioner och resursförbrukningar). Den klarar av att lösa fleråriga problem med en tidsupplösning på 1 till 4 veckor för hela Sveriges nätverk och tiotals eller flera samtidiga projekt.
- Flera nya insikter har kommit från fallstudierna, till exempel att framkomlighetsprinciperna inte alltid ger den lägsta trafikpåverkan, att hastighetsnedsättningar kan ge stora trafikkostnader, eller att det kan finnas kvarvarande kapacitet som medger trafikering på andra tider av dygnet vilket sällan diskuteras med trafikoperatörerna.

Rapporter/publikationer

Lidén, T., Kristofersson, F., Aronsson, M. (2025). A bi-level optimization model for project scheduling and traffic flow routing in railway networks. Transportation Research Part B: Methodological, 196, https://doi.org/10.1016/j.trb.2025.103213.

Lidén, T., Kristofersson, F., Ait Ali, A., Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden för stråkplanering – SATT-SP: metoder, verktyg och fallstudier. VTI resultat 2026:3.

Närmast relaterade KAJT-projekt

SATT, SATT-TF, SATT-BP, BANDAT.

Stationsutformning och SamhällsEkonomi (SOSE)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se
Övriga projektdeltagare	Emma Solinen, kontaktperson Trafikverket
Beställare	Åke Lundberg, Trafikverket
Tidsperiod	2025 - 2026
Omfattning (total)	0,5 MSEK
Projekttyp	Förstudie
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering

Mål
Projektet är en förstudie med syfte är att stärka infrastrukturförvaltarens förmåga att välja utbyggnad av driftplatser som bättre hanterar en flexibel efterfråga på tåglägen och därmed en bättre framtidssäkrad investering, däri ingående även de alternativa stationsutformningarnas kostnad.

Huvudsakliga aktiviteter
Förstudien genomförs på syntetiska data, en fiktiv infrastruktur, som kommer ligga till grund för test av metoden under förstudien. Denna fiktiva driftplats skall innehålla de viktigaste aspekterna för vanliga utbyggnadsförslag av mindre driftplatser för att testa den föreslagna metoden och för att kunna dra slutsatser om metodens tillämpbarhet.

Forskningsbidrag
Projektet kombinerar två komponenter, dels ett kapacitetsmått, beläggningsarean för ett tågläge i en tidtabellgraf, utvecklat i tidigare KAJT FoI-projekten SATT-TF, TOT och RIT, dels en effektiv beräkningsalgoritm benämnd MaxPlus-algebra. SOSEs mål är att avgöra om den föreslagna kombinationen av dessa komponenter samt kopplat till samhällsekonomisk värdering ger infrastrukturförvaltaren en bättre möjlighet att bedöma den samhällsekonomiska nyttan vid utbyggnad/förändring av en driftplats, ställd mot utbyggnadens kostnad.

Nytta för beställare
Det saknas idag metoder att mäta och samhällsekonomiskt värdera utbyggnaden av en driftplats. Därmed kan inte alternativa investeringar ställas mot varandra. Projektets mål är att undersöka en möjlig metod att skapa ett underlag för prioritering av infrastrukturinvesteringar på järnväg och därmed säkerställa effektivitet i satsade investeringar.

Resultat
Projektet är nystartat 2025.

Rapporter
Inga publicerade rapporter än.

Närmast relaterade KAJT-projekt
KAIN, KASTA

TTR och beräkning av segmentet Rolling Planning (TORP)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se
Övriga projektdeltagare	Martin Kjellin, RISE, Zohreh Ranjbar, RISE
Beställare	Göran Styhr, Trafikverket
Tidsperiod	2024 - 2026
Omfattning (total)	2,0 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Strategisk och taktisk kapacitetsplanering

Mål
TORPs syfte är att stärka den svenska implementeringen av segmentet Rolling Planning (RP) i implementering av den kommande EU-förordningen för kapacitetstilldelning. Huvudmålet är att utveckla grundläggande och principiella metoder som kan skapa en värdesatt representation av kapacitet för produktutbudet RP och möjliggöra segmentering av kapaciteten för årlig tilldelning och RP.

Huvudsakliga aktiviteter
TORP är uppdelat i två etapper: 1) En explorativ del som undersöker olika metoder för identifiering av kapacitetsbehovet för segmentet Rolling Planning, och 2) en validerande etapp då resultatet från etapp1 sätts i ett större sammanhang. Arbetet utförs som experimentell utveckling baserat på analys av tidigare tågplaner och andra källor såsom t.ex. långsiktiga prognoser. Även viss teoretisk modellutveckling av representation av kapacitet för RP-segmentet och de valda klustringsmetoderna ingår liksom stöd till det svenska genomförandet av TTR.

Forskningsbidrag
Projektet använder det kapacitetsmått, baserat på area i en tidtabellgraf och som utvecklats i tidigare KAJT-projekt, som bas i de olika klustringsmetoder (algoritmer). I projektet studeras även grundläggande frågeställningar rörande värdering och utformning av segmentet RP.

Nytta för beställare
Den kommande EU-förordningens kapacitetstilldelningsprocess ställer krav på att infrastrukturförvaltaren förplanerar kapacitetsanvändningen i segment (kapacitet för banarbeten, årlig tilldelning samt RP) och inom segmenten innan järnvägsföretagen söker färdiga katalogtåglägen eller skräddarsydda tåglägen. Detta är en stor förändring för svensk kapacitetstilldelning och Trafikverket behöver modeller, metoder och arbetssätt för att hantera den nya kapacitetstilldelningsförordningen.

Resultat
Projektet har färdigställt etapp 1 ovan vilket är avrapporterat i en underlagsrapport, se nedan.

Rapporter
Aronsson, M., Kjellin, M., Ranjbar, Z. (2025). Prognostisering av kapacitetskonsumtion på järnväg från historiska data: Underlagsrapport 1 från projektet TTR och beräkning av segmentet Rolling Planning (TORP). RISE Rapport 2025:118.

Närmast relaterade KAJT-projekt
TTRuT, TOT, SATT-TF

Uppföljning, återkoppling och prediktion för bättre punktlighet (UppPunkt)

Utförare	RISE
Projektledare	Zohreh Ranjbar, zohreh.ranjbar@ri.se
Övriga projektdeltagare	Martin Joborn (RISE)
Beställare	Annelie Ähdel,Trafikverket
Tidsperiod	2025 - 2026
Omfattning (total)	1,9 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Möjliggöra: effektivare hantering av störningar

Mål
Projektet syftar till att förbättra punktligheten inom järnvägstrafik genom utveckling av analysverktyg och förbättrad återkoppling. Målen inkluderar att öka kunskapen om hur specifik infrastruktur påverkar punktlighet, utveckla nya punktlighetsindikatorer för mellanliggande stationer, förbättra återkopplingen till trafikplanerare, samt skapa en bättre situationsmedvetenhet om systemets punktlighet.

Huvudsakliga aktiviteter
Projektets huvudsakliga aktiviteter är att:

- Vidareutveckling av FBKS-demonstratorn genom kombinerad analys av förseningsbidrag, kritiska störningar och småförseningar från olika infrastrukturkomponenter för att identifiera systematiskt opunktliga infrastruktur.
- Utveckling av nya punktlighetsindikatorer för mellanliggande stationer och undervägspunktlighet, som breddar dagens fokus från slutstation till hela resvägen och ger en mer resenärsnära bild av punktlighet.
- Förbättrad återkoppling till trafikplanerare genom anpassade analyser och visualiseringar
- Utforska korttidsprognoser för punktlighet som stöd för mer proaktiv trafikhantering.

Forskningsbidrag
Projektet utvecklar nya analysmetoder och indikatorer för punktlighet som fångar hela resvägen, inklusive påverkan från specifik infrastruktur och mellanliggande stationer. Därigenom skapas förbättrat beslutsstöd för korttidsprognoser av punktlighet som möjliggör mer proaktiv planering och trafikhantering.

Nytta för beställare
Projektet ger Trafikverket förbättrat analys och beslutsstöd för att identifiera orsaker till opunktlighet, särskilt kopplat till specifik infrastruktur och hela resvägen, inte enbart slutstation. Resultaten och den vidareutvecklade FBKS-demonstratorn skapar bättre underlag för planering, prioritering av åtgärder och mer proaktiv hantering av järnvägstrafiken, med möjlighet till snabb nyttiggörande i befintliga processer och verktyg.

Resultat
Metoden för att beräkna förseningsbidrag har vidareutvecklats till att omfatta stationsnivå och tillämpats på data för 2023–2024, med förbättrade visualiseringar. Resultaten används i det parallella projektet Priopunkt. Resultatet för stationsvisa förseningsbidrag har presenteras på Transportforum 2026.

Rapporter
Ingen rapport publicerad.

Närmast relaterade KAJT-projekt
Tidpunkt, Priopunkt, Mist4

Validering av stationskapacitetsmodeller (VASKA)

Utförare	KTH
Projektledare	Ingrid Johansson, injohans@kth.se
Övriga projektdeltagare	Elin Hellblom, KTH; Anders Lindfeldt, KTH
Beställare	Pär Johansson, Trafikverket
Tidsperiod	2026 - 2027
Omfattning (total)	2,7 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan

Mål
Projektets mål är att kvalitetssäkra modeller under utveckling för beräkning av kapacitetsutnyttjande på stationer och linjer, och att förbereda för implementering i Trafikverkets verksamhet.
För att resultaten från modellerna utvecklade i de tidigare genomförda KAJT-projekten KAIN, KAIN 2 och KASTA ska vara användbara, behöver de fortsatt kalibreras och framför allt valideras. Valideringen kan göras för att ta reda på vilka nivåer av kapacitetsutnyttjande på stationer som är acceptabla under olika förutsättningar, det vill säga för att skapa kopplingen mellan belastningsgrad och konsekvenser i form av till exempel förseningar och förseningsspridning. På så sätt kan vi visa att modellerna fungerar och ger resultat som är relevanta.

Huvudsakliga aktiviteter
- Validering av modellens kapacitetsutnyttjandeberäkningar genom att jämföra med resultat frånförseningssimuleringar och därmed visa hur modellens resultat korrelerar med trafikens störningskänslighet.
- Bestämma gränsvärden för kapacitetsutnyttjandegraden på stationer så att resultat för kapacitetsutnyttjande på stationer kan redovisas på motsvarande sätt som Trafikverket gör idag för linjer med ”trafikljusskalan” grön/gul/röd med definierade gränsvärden.
- Initiera en handlingsplan för hur modellen kan implementeras i Trafikverkets Pythonbaserade modell för kapacitetsberäkningar.

Forskningsbidrag
Kalibrerade och validerade modeller för beräkning av stationskapacitet, som kopplar det beräknade kapacitetsutnyttjandet till robusthet och motsvarande Trafikverkets ”trafikljusskala” för linjekapacitet.

Nytta för beställare
En validerad modell kan användas av Trafikverket i olika stadier av tidtabellsplanering för att beräkna kapacitetsutnyttjandet för olika möjliga tidtabeller. Nyttan blir mer effektiv planering av såväl tidtabeller som infrastruktur, vilket medför ett effektivare resursanvändande.

Resultat
Projektet förväntas få TG2-beslut i början av 2026.

Rapporter
Inga publicerade rapporter än.

Närmast relaterade KAJT-projekt
KAIN, KAIN 2, KASTA.

EUROPE'S RAIL

EU-RAIL FP1 MOTIONAL

Utförare	**Trafikverket med internationella och svenska partners**
Projektledare	**Magnus Wahlborg, Trafikverket**
Övriga projektdeltagare	**Se respektive WP-beskrivning**
Beställare	**Europe's Rail Joint Undertaking (ERJU)**
Tidsperiod	**2022 - 2026**
Projekttyp	**EU-projekt**
Forskningsområde	**Se respektive WP-beskrivning**
Hemsida	**Flagship Project 1: MOTIONAL - Network management planning and control & Mobility Management in a multimodal environment and Digital Enablers - Europe's Rail**

Europe's Rail Flagship Project 1 - MObility managemenT multImodal envirOnment aNd digitAl enabLers, förkortat MOTIONAL, är ett av sju projekt inom Europe's Rail-programmet som drivs av Trafikverket tillsammans med 21 andra europeiska partner i järnvägsbranschen. Trafikverket är tillsammans med Hacon koordinerande part för MOTIONAL. Figur 1 nedan ger översikt över deltagare i MOTIONAL.

Figur 1: Grundarparter i Europe's Rail. Svenska forskarparter är anslutna som "affiliated entities" till Trafikverket.

Syfte och mål

Förbättrad planering och operativ förvaltning av tjänster och erbjudanden är av yttersta vikt för att nå det europeiska målet att göra järnvägen till det framtidens föredragna transportsättet. Det framtida europeiska järnvägssystemet kommer att vara driftskompatibelt, robust, anpassningsbart och kan integrera alla inblandade tjänster, inklusive "last-mile", och utnyttja de möjligheter som digitaliseringen ger. Utvecklingen av den framtida europeiska trafikledningen är nyckeln för att uppnå det planerade gemensamma europeiska järnvägsområdet (SERA).[4]

[4] Beskrivning av MOTIONAL hämtad från MOTIONAL:s hemsida.

Idag sköts järnvägstrafiken på nationell eller regional nivå, med stöd av äldre system med dålig digitalisering och svag integration med system hos andra aktörer som deltar i den övergripande trafikplanerings- och ledningsprocessen.
Genom utvecklingen av funktionskrav, tillhörande specifikationer och operativa eller tekniska lösningar och genom att dra nytta av digitaliseringens potential banar projektet MOTIONAL vägen mot implementeringen av det framtida europeiska järnvägstrafikledningssystemet för att göra järnvägen till ryggraden i ett multimodalt transportsystem för passagerare och gods.

Arbetssätt
De planerade aktiviteterna för att uppnå målen för MOTIONAL delas upp i fyra huvudsakliga fokusområden: Planering, Drift, Integrationsaktiviteter (för järnvägscentrerade dörr-till-dörr mobilitetstjänster) och Digitala möjliggörare, varar Trafikverket och svenska forskarparter är aktiva i de två förstnämnda.

Arbetet i MOTIONAL är fördelat på 32 arbetspaket (WP), varav KAJTs forskarparter är aktiva i 12. Dessa WP beskrivs på efterföljande sidor. Arbetspaketen hänger parvis ihop så att det ena WPt innehåller specifikation och utveckling (2023-2024), medan det andra WPt innehåller demonstrationsaktiviteter (2024-2026).

Ekonomi
Trafikverkets totala budget i MOTIONAL är ca 51MSEK, varav drygt hälften tilldelas svenska forskarparter inom KAJT.

Resultat och rapporter
Projektets officiella rapporter publiceras på projektets hemsida:
https://projects.rail-research.europa.eu/eurail-fp1/deliverables/

MOTIONAL WP4/WP5 – Integration of planning systems and processes including cross-border planning

Utförare	Trafikverket med partners LU, KTH och RISE
Projektledare	Kristian Persson, Trafikverket
Övriga projektdeltagare	Hans Sipilä, KTH Carl-William Palmqvist, Lunds Universitet Johan Högdahl, RISE Martin Aronson, RISE Martin Joborn, RISE Martin Kjellin, RISE Sara Gestrelius, RISE Henrik Teinelund, RISE Annika Strömdahl, RISE Fredrik Lundström, Trafikverket Jonas Bälter, Trafikverket
Tidsperiod	2023 - 2026
Projekttyp	EU-projekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet

Mål
Målet i WP4/5 är att utveckla planeringsprocesser och integrationer mellan olika planeringssystem för att på så sätt bidra till en bättre integrerad tidtabellsplanering som kan ta hänsyn till fler aspekter än den gör idag, liksom att bidra till en mer harmoniserad tidstabellsplanering inom Europa.

Huvudsakliga aktiviteter
WP4/WP5 är uppdelat i fyra fokusområden: gränsöverskridande trafik, TTR-processen, integration mellan planering och trafikledning samt integration mellan planering av linjekapacitet och stationskapacitet, inom vilka utveckling av olika demonstrationer sker.

Forskningsbidrag
Trafikverket utvecklar tillsammans med våra svenska partners tre demonstrationer. Den första handlar om att bättre kunna visualisera och utnyttja överbliven kapacitet i gränsöverskridande trafik. Den andra demonstrationen handlar om utveckling av planeringsfunktionalitet på en godsbangård, vilket görs genom utveckling av systemet YCS och i nära samarbete med WP11, där majoriteten av dataintegrationen görs. Den tredje demonstrationen handlar om bangårdsplanering på taktisk nivå och att koppla samman den med den vanliga linjeplaneringen. Utöver de tre egna demonstrationerna samarbetar Trafikverket också nära övriga partners inom arbetspaketet, bland annat genom att tillhandahålla data och granska specifikationer, för att på så sätt bidra till större svensk nytta av dessa utvecklingar.

Nytta för beställare
Projektet bidrar med möjlighet till bättre planering på våra godsbangårdar, där verktyg och hjälpmedel för en bra planering idag är bristfälliga. Dessutom kan projektet medföra bättre kunskap inom gränsöverskridande trafik och TTR-processen, liksom bättre verktyg anpassade för framtida förhållanden för planering av järnvägstrafik inom Europa.

Resultat
En metod för att beräkna och visualisera restkapacitet i en given tidtabell har tagits fram och implementerats i EFFÅ-demonstratorn. Visst utvecklingsarbete kvarstår fortfarande. Validering av framtagna metoder kommer ske under våren 2026.

YCS har vidareutvecklats i ett flertal arbetspaket inom MOTIONAL, och dessa utvecklingar kommer demonstreras och valideras i samverkan med Trafikverket, Green Cargo och Mertz under våren. Inom WP4/5 har planeringsfunktionalitet tagits fram så som stöd för att lösa konflikter och regler för automatisk spårtilldelning.

Rapporter
MOTIONAL, 2024. *Integration of Planning Systems.* Deliverable FP1 MOTIONAL – GA 101101973 – D4.1.

Närmast relaterade KAJT-projekt
RITH, TOT, FLEXÅTER2, SIMPOR, FR8RAIL III, YardCDM Demo

MOTIONAL WP6/WP7 – Decision support for planning and timetable optimisation

Utförare	Trafikverket med partners LiU, KTH och RISE
Projektledare	Emma Solinen, Trafikverket
Övriga projektdeltagare	Sara Gestrelius, RISE Jonas Andersson, RISE Victor Fabricius, RISE Max Fransson, RISE Carl-Henrik Häll, LiU Mikael Fredriksson, LiU Ingrid Johansson, KTH Jonas Bälter, Trafikverket
Tidsperiod	2023 - 2026
Projekttyp	EU-projekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering Taktisk kapacitetsplanering Människan, digitalisering och automation

Mål
Det övergripande målet i WP6/WP7 är att utveckla algoritmer och arbetssätt för att förbättra tidtabellsplanering på lång och kort sikt. Projektet syftar till att förbättra och automatisera steg i tidtabellskonstruktionen och kapacitetsplaneringen. Fokus ligger på att skapa modeller/metoder som kan stödja en tidtabellsplanerare i praktiken.

Huvudsakliga aktiviteter
WP6/WP7 är uppdelat i tre olika arbetspaket; långtidsplanering (årlig tågplan och strategiska tidtabeller inkl. strategisk stationsplanering), korttidsplanering (justeringar i årlig tågplan) och fordonsplanering.

Forskningsbidrag
Trafikverket utvecklar tillsammans med våra svenska partners två demonstrationer. Den första handlar om att analysera användarperspektivet och hur en tidtabellsplanerare vill, kan och bör interagera med en optimeringsmodell. Detta är ett viktigt steg mot att kunna implementera ett optimeringsstöd i praktiken. Den andra demonstrationen handlar om att utveckla en algoritm som kan stödja en tidtabellsplanerare som behöver justera innevarande tågplan pga. en tillfällig kapacitetsrestriktion. Forskningsbidraget från den strategiska stationsplaneringen är en analys och utvärdering av kapaciteten på en station före och efter en ombyggnation.

Nytta för beställare
Projektet bidrar till ökad kunskap gällande optimeringsalgoritmer och hur vi ska kunna närma oss en praktisk implementering av dem. Det ger ökad förståelse för vilket stöd en trafikplanerare vill ha och hur framtida modellutveckling bör ske, både i framtagandet av årlig tågplan och när förutsättningarna ändras på kort sikt. Analysen av den strategiska stationskapaciteten ger nytta i form av ökad kunskap kring hur stationskapacitet fungerar i olika utformningar och med olika trafikeringar.

Resultat
Deltagande design har använts för att både utforma ett verktyg för kvalitetsbedömning av tidtabeller – "Kvalitetsmatrisen" – samt för att ta fram en lista över optimeringsfunktioner som kan stödja en planerare under olika steg i långtidsprocessen. Kvalitetsmatrisen kommer utvecklats som en webbapplikation och utvärderats av tidtabellsplanerare under våren. M2:an kommer vidareutvecklats för att kunna generera indata till Kvalitetsmatrisen, samt för att demonstrera några av de identifierade optimeringsfunktionerna.

En optimeringsmodel och lösningsalgoritm har anpassats till svenska förhållanden och kombinerats med ett arbetsflöde till ett enkelt beslutsstödsverktyg (Re-CapR) för omplanering vid tillfälliga kapacitetsnedsättningar. Beslutsstödet har testats och utvärderats internt tillsammans med kontaktpersoner på Trafikverket.
Under våren 2026 kommer framtagna beslutsstöd, modeller och algoritmer att utvärderaras och valideras tillsammans med tidtabellsplanerare hos Trafikverket

Rapporter
MOTIONAL, 2024. *Report on the description of algorithms for long term timetabling, short-term timetabling and rolling stock planning*. Deliverable FP1 MOTIONAL – GA 101101973 – D6.1. https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2026/03/MOTIONAL_D6.1.pdf

Närmast relaterade KAJT-projekt
ARKA, SOS, KAIN2

MOTIONAL WP8/WP9 - Simulation and operational feedback for improved planning

Utförare	Trafikverket med partners LU, KTH och VTI
Projektledare	Per Köhler, Trafikverket
Övriga projektdeltagare	Carl-William Palmqvist, Lunds universitet Hans Sipilä, KTH Tomas Rosberg, VTI Niklas Olsson, Trafikverket
Beställare	Per Köhler, Trafikverket
Tidsperiod	2023 - 2026
Projekttyp	EU-projekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering Människan, digitalisering och automation Signal- och trafikstyrningssystem Uppföljning och återkoppling

Mål
Trafikverket leder arbetspaket WP 8/9 i flaggskepp 1 inom Europe Rail som syftar till utveckling av kapacitetssimuleringsmodeller inom bl a simulering av tågplan och större nätverk, feedback från utförd trafik genom förbättrade förseningsfördelningar samt simulering av nya digitala teknologier som kan bidra till ökad kapacitet i järnvägssystemet så som ERTMS, C-DAS och ATO.

Huvudsakliga aktiviteter
Arbetspaketet består av tre deluppgifter, där den första avser kartläggning av nuvarande state-of-art inom kapacitetssimulering och en översikt över utvecklingsbehovet inom området (år 2023), den andra utveckling av simuleringsmodeller (år 2023-2024) och den tredje demonstration av utvecklade simuleringsmodeller (år 2025-2026). Från Sverige deltar utöver Trafikverket även KTH, Lunds universitet och VTI. På europeisk nivå deltar NS, Prorail, SNCF, ADIF, CAF, Ceit och Indra.

Forskningsbidrag
Trafikverket utvecklar tillsammans med våra svenska partners tre demonstrationer: En inom simulering av stora nätverk och utvecklade förseningsfördelningar i samarbete med KTH och Lunds universitet, en kring automatiska och förarlösa tåg (ATO), virtuella block (HTD) och nästa generations bromssystem (NG brakes) tillsammans med KTH och en kring effekter av olika utrullningsstrategier av ERTMS och dess effekter på körbarhet, kapacitet och säkerhet i samarbete med VTI.

Nytta för beställare
Projektet bidrar till utvecklade kapacitetssimuleringsmodeller som kommer användas för att få ökad kunskap om kapacitetseffekter av nya digitala innovationer inom bl a ETCS, C-DAS och ATO. Projektet kommer även bidra till förbättrad planering och ökad punktlighet genom utvecklade simuleringsmodeller som inkluderar nätverkseffekter i större nätverk samt förbättrade förseningsfördelningar som tar hänsyn till primärförseningar. Därutöver utvecklas förbättrade metoder för kalibrering och validering av simuleringsmodeller för att säkerställa en god kvalité i resultaten.

Resultat
I projektet har olika simuleringsmodeller utvecklats och validerats som kan utvärdera kapacitetseffekten av nya teknologier så som automatiska och förarlösa tåg, nästa generations bromssystem (NG brakes), energieffektiv körning samt virtuella block (HTD). De utvecklade modellerna har demonstrerats på ett antal olika järnvägssträckor med olika egenskaper, där resultaten visar att de nya teknologierna ger positiv påverkan på kapacitet och punktlighet samt skapar möjlighet till ett mer effektivt nyttjande av befintlig infrastruktur.

Forskningen kring ERTMS utrullningsstrategi visar på skillnader i uppmärksamhet och kapacitet när två av huvudalternativen ställs mot varandra. Detta ger vägledning om hur ERTMS bör utrullas för att gynna förare, säkerhet och kapacitet.

I projektet har även vidareutvecklats en modell för simulering av stora nätverk (PROTON) som kan användas för att kalibrera förseningsfördelningar. Förseningsfördelningar har tagits fram för olika tågkategorier och trafikledningsområden och tanken är att de kan användas för trafiksimuleringar framöver och snabba på den initiala processen.

Rapporter
Deliverable D8.1 *The need for future development of methods and models for capacity simulations and feedback loops between planning and operations*

Deliverable D8.2 *Developed methods and models for evaluating feedback loops between planning and operations*

Deliverable D8.3 *Developed simulation methods and models for capacity evaluation of ETCS and C-DAS/ATO*

Deliverable D9.1 *Evaluation of developed models for feedback loops between planning and operations* (publiceras under 2026)

Deliverable D9.2 *Capacity studies of optimised ETCS Level 2, Hybrid Level 3 and C-DAS/ATO* (publiceras under 2026)

Närmast relaterade KAJT-projekt
SIMULATO, HESE2

MOTIONAL WP11/WP12 – Integration of TMSs and processes including cross-border traffic management

Utförare	Trafikverket med partner RISE
Projektledare	Jan Byström, Trafikverket
Övriga projektdeltagare	Martin Joborn, Sara Gestrelius, Henrik Teinelund, Martin Kjellin, RISE
Tidsperiod	2023 - 2026
Projekttyp	EU-projekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet

Mål
Övergripande målet med MOTIONAL WP11/WP12 är att visa på integration med TMS-system för att bättre datadelning och övergripande bättre synkronisering av tågtrafiken. Det kan vara både inom en infrastrukturhållare, till kringliggande system och aktörer och mellan TMS-system i olika regioner eller olika länder. Fokus för Trafikverket och RISE i detta delprojekt är att integrera spårplaneringen på en rangerbangård med trafikinformation i TMS-systemet Digital graf. Spårplaneringssystemet YCS vidareutvecklas för att uppdatering av ankomst- och avgångstider i realtid, utifrån den information som finns i Digital graf. WP11 samverkar även med FP5 TRANS4M-R genom datadelning utifrån RISE plattform för datadelning kallad Deplide.

Huvudsakliga aktiviteter
Huvudsakliga aktiviteter för det svenska delprojektet är:

- Vidareutveckling av YCS för hantering av realtidsdata
- Integration och datadelning med Digital graf, framför allt gällande planerade ankomst och avgångstider.
- Anpassning av YCS till Deplide
- Samverkan med FP5 TRANS4M-R
- Test och demonstration

Forskningsbidrag
YCS forskningsbidrag är främst att visa på nyttan och möjligheter till bättre samordning mellan de olika aktörerna på en bangård och framför allt kring deras behov av spår. I MOTIONAL WP 11 visas hur integration med ett TMS-system (Digital graf) kan göras och vilken information som behöver utbytas. Ett viktigt forskningsbidrag är också att undersöka hur spårplanering för infart/utfartsgruppen kan hanteras av en tågtrafikledare och samordnas med hens övriga arbete.

Nytta för beställare
YCS är en demonstrator som visar hur ett system för spårplanering av infarts-/utfartsgrupp konceptuellt kan fungera och hur aktörerna på bangården kan samordnas för bättre samverkan och minskad flaskhalsproblematik.

Resultat
YCS har vidareutvecklats och testats internt. Nya funktionaliteter har införts, t.ex. integration med Digital graf via Trafikverkets järnvägs-API och Deplide, automatisk spårtilldelning, inhämtning av data om tåg i Danmark. Under våren 2026 kommer YCS att demonstreras och valideras i samverkan med Trafikverket, Green Cargo och Mertz.

Rapporter
MOTIONAL, 2024. *Specification of selected Processes and Communication between applications*. Deliverable FP1 MOTIONAL – GA 101101973 – D11.1.

Närmast relaterade KAJT-projekt
FR8RAIL III

MOTIONAL WP13/WP14 – Improved resilience and efficiency of disruption management

Utförare	Trafikverket med partner VTI
Projektledare	Jonny Gustafsson, Trafikverket (t o m 05-24), Arne Cronvall (fr o m 06-24)
Övriga projektdeltagare	Gunilla Björklund VTI, Jan Andersson, VTI
Tidsperiod	2023 - 2026
Projekttyp	EU-projekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation

Mål
Arbetspaketet har som mål att utveckla prototyper för ett beslutsstödsystem för incidenter och störningshantering som möjliggör effektivare interaktion mellan aktörer, med människan i fokus, i syfte att förbättra arbetsmiljö, effektivitet och resiliens i järnvägssystemet. Förutom att utveckla en prototyp för ett beslutsstödsystem för tågklarerare och demonstrera detta, bidrar Trafikverket och VTI till att utveckla en metodik för HMI med möjlighet att identifiera funktioner och moment att automatisera för att förbättra effektivitet och minska arbetsbelastning för operatörer i olika roller.

Huvudsakliga aktiviteter
Utforma processer och metoder för hantering av incidenter och störningar, med hjälp av utvecklad automatisering och förbättrade möjligheter att dela information mellan aktörer samt utveckla ett integrerat beslutsstödsystem som möjliggör sådan interaktion och ge stöd till att finna de bästa (effektiva och säkra) trafikledningsbesluten. Tillämpa metodiken för HMI med bland annat uppgiftsanalys av två störningar, varav en kommer ligga till grund för scenarierna i demonstrationen, och därefter framtagandet av ett proof-of-concept för ett beslutsstödsystem som ska genomgå ett första test vid demonstrationen. I samband med detta kommer även instrument som mäter mental arbetsbelastning att valideras.

Forskningsbidrag
Arbetspaketet bidrar till att öka kunskapen om förutsättningarna för hållbar utformning av trafikstyrningssystem med människan i fokus samt, mer konkret, påvisa förmågan hos instrument att mäta arbetsbelastning och studera effekten av ett beslutsstödsystem på mental arbetsbelastning.

Nytta för beställare
Ger stöd för utformning av systemstöd för trafikledningsbeslut som möjliggör interaktion mellan system och aktörer, med människan i fokus. Tanken är även att beslutsstödsystemet (om framtida experiment visar att det ger goda resultat) ska implementeras och integreras i trafikledningen för att underlätta för tågklarerarna genom en effektivare orderhantering, vilket minskar arbetsbelastningen och troligtvis även minskar förseningar på järnvägen då tågklarerarna bättre hinner med att effektivt trafikleda övriga tåg.

Resultat
Inom WP13/14 har vi redovisat en metodologi för människa-maskin-interaktion (HMI) design inom tågtrafikledning. Vi har även tagit fram text och definitioner för att överföra TRL-nivåer till HMI-området där vi kallar nivåerna för RL (Readiness Level), vilka kan tillämpas på instrument som används inom HMI-området. I enlighet med metodologin har vi identifierat problem/störningar inom järnvägen som vi bedömt vara intressanta att gå vidare med ur ett trafikledningsperspektiv. Detta landade i användningsfallen Dåligt spårläge och Obehöriga i spår. Båda dessa störningar kan få till följd att tågklarerarna oplanerat behöver sänka hastigheten på en viss sträcka. Genom uppgiftsanalyser där vi intervjuade aktiva tågklarerare kunde vi se att orderhanteringsprocessen vid en sådan oplanerad hastighetsnedsättning är en stor belastning som kräver manuellt pappersarbete och många telefonsamtal.

I samarbete med Trafikverket Labs och en av trafikcentralerna i Sverige skapade vi därför ett gränssnitt, eller proof-of-concept, för ett stödsystem som automatiserar flera av momenten i denna orderhanteringsprocess. I samarbete med Testcenter, Trafikverket, har detta gränssnitt sedan implementerats i Testcenters simulatormiljö. Trafikcentralen har tagit fram scenarion som fyra aktiva tågklarerare kommer genomföra under demonstrationen i april, dels med stödsystemet, dels utan detta. I början av mars genomfördes ett ”genrep” på Testcenter för att se att all teknik fungerar som det ska inför demonstrationen, med mycket positiva resultat.

Rapporter

MOTIONAL, 2024. *Use case specification and requirement specification for disruption management*. Deliverable FP1 MOTIONAL – GA 101101973 – D13.1.

Närmast relaterade KAJT-projekt

DSS-demo, HumanAuto

MOTIONAL WP15/WP16 – Linking TMS to ATO/C-DAS for optimised operations

Utförare	Trafikverket med partners RISE och VTI
Projektledare	Peter Olsson, Trafikverket
Övriga projektdeltagare	Martin Joborn, RISE Zohreh Ranjbar, RISE Henrik Teinelund, RISE Gunilla Björklund, VTI Jan Andersson, VTI
Tidsperiod	2023 - 2026
Projekttyp	EU-projekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Signal- och trafikstyrningssystem

Mål
Studera och ta fram funktioner för att förbättra kopplingen mellan tåg med C-DAS och TMS och därmed få effektivare tågföring och bättre stöd för trafikledare och förare.

Huvudsakliga aktiviteter
Ta fram funktioner för att skapa underlag till C-DAS-funktionen ombord i enlighet med UIC IRS 90940 (datautbytesstandard för C-DAS/ATO framtagen av SFERA). Detta inkluderar beräkning av TPE och att inkludera gångtidsestimering av tåg som inte har C-DAS för att minska deras påverkan på de tåg som använder C-DAS.
Införa funktioner i TMS och stöd för automatiska förfining av RTTP som krävs för en bra funktion för C-DAS. Detta behövs för att inte ge trafikledarna extra arbete i samband med C-DAS utan snarare underlätta arbetet när C-DAS finns tillgängligt. Human factor-perspektivet är därför viktigt särskilt när trafikledaren har en övergripande säkerhetsfunktion.

Forskningsbidrag
Trafikverket utvecklar tillsammans med våra svenska partners en demonstration som ska visa på hela kedjan mellan trafikledare/TMS och lok/förare och vilka förbättringar som bidrar till en bättre funktion i sin helhet.

Nytta för beställare
De observationer som görs och de funktioner som utvecklas blir en grund för det som införs i de operativa systemen för att därigenom också komma till användning på ett sätt som effektiviserar tågtrafiken i Sverige.

Resultat
Funktionalitet för estimering av gångtider för tåg och för optimering av RTTP har utvecklats och satts samman till en modul kallad RTTP Updater. RTTP Updater hämtar levande data från Trafikverkets järnvägs-API gällande t.ex. tågpositioner och RTTP från Digital graf. RTTP Updater har integrerats med Trafikverkets proof-of-concept-miljö (POC) för Digital graf. Denna POC har anpassats för att hantering av indata till och utdata från RTTP Updater, och användargränssnittet har vidareutvecklats för att styra och hantera RTTP Updater. Under våren 2026 kommer konceptet att valideras under en demonstrationsperiod.

Rapporter
MOTIONAL, 2024. *Requirements for the deployment of TMS linked with ATO/C-DAS*. Deliverable FP1 MOTIONAL – GA 101101973 – D15.1

MOTIONAL, 2024b. *TMS and ATO/C-DAS Timetable Test & Simulation Environment*. Deliverable FP1 MOTIONAL – GA 101101973 – D15.2.

Pichardo Vicencio, J. C. (2024). Machine Learning-Based Prediction Model for Enhancing Passenger and Freight Train Arrival Time Forecasting in Railway Systems. Masteruppsats. https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:mdh:diva-68602

Rune, O. (2025), *Short-term train arrival time prediction using temporal fusion transformers and position data*. KTH Royal Institute of Technology. Masteruppsats

Haraldsson, R. (2025) *Development of an optimization model for real-time train timetable adjustment*. KTH Royal Institute of Technology. Masteruppsats, TRITA-SCI-GRU-2025:428 https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-377943

Joborn, M., Ranjbar, Z., Rune, O., Haraldsson, R., Olsson, P. (2025*). Improved traffic flow in railway operations using connected driver advisory systems (C-DAS), optimization and machine learning.* Swedish Transportation Research Conference, October 22-23 2025, Norrköping, Sweden.

Närmast relaterade KAJT-projekt
C-DAS FoI, FR8RAIL II WP4

Foto: Magnus Backman

KAJT-RELATERADE PROJEKT

Robusthet och effektivitet för intermodala transporter (Robin)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se
Övriga projektdeltagare	Oskar Pauli, Zohreh Ranjbar, Carl Henrik Häll
Beställare	Triple F
Tidsperiod	2025 - 2029
Omfattning (total)	4,9 MSEK
Projekttyp	KAJT-relaterat doktorandprojekt
Forskningsområde	Planering av transportnätverk, fordon och personal

Bakgrund
En ökad överflyttning av godstransporter från väg till järnvägssystemet kan bidra till ett minskat CO2-utsläpp och minska belastningen på väg. Ett hinder är att järnvägstransporter upplevs som mindre effektiva och robusta än lastbilstransporter. Detta projekt syftar att göra järnvägen mer attraktiv och påskynda övergången från väg till intermodala transporter med järnvägsbas genom att identifiera förbättringsområden och komma med konkreta lösningar. I huvudsak kommer arbetet fokusera på Green Cargos utvecklingsområden och verksamhet.

Projektet sker i samverkan mellan TripleF och KAJT och drivs som ett industridoktorand-projekt i samarbete mellan RISE och Linköpings universitet. Utöver Green Cargo så är även Gothenburg RoRo terminal, APM Terminals och Göteborgs Scandi Bulk med som industriparter i projektet.

Huvudsakliga aktiviteter
Projektet kommer att använda litteraturstudier och intervjuer för att skapa en problemöversikt över potentiella problem och förbättringsområden. Dessa områden kommer sedan att angripas med optimeringsmodeller och AI för att föreslå lösningar som förbättrar verktyg för beslutsstöd.

Den färdigställda problemöversikten identifierar tre centrala områden med stor utvecklingspotential. Dessa områden, som sammanfattas i listan nedan, kommer att utgöra projektets primära fokus.

1) Vagnförsörjning – Analysera hur man kan få rätt antal vagnar av rätt sort på rätt plats vid rätt tidpunkt och att sedan lasta dem på ett effektivt och ändamålsenligt sätt.
2) Hamnar och terminaler – Studera logistiska flöden och effektiviseringsmöjligheter i hamnar och terminaler genom kvantitativa metoder.
3) Nyttjande- och fyllnadsgrad – Undersöka metoder för att maximera nyttjandegraden och fyllnadsgraden i intermodala transporter. Detta inkluderar optimering av lastning och använda AI för att förutse godsflöden.

Nytta för beställare
Projektet leder främst till en ökad konkurrenskraft för intermodala transporter. Utöver detta har branschen även möjlighet att utveckla sin kompetens i moderna tekniker och avancerade beslutsstöd.

Resultat
En problemöversikt har genomförts, baserad på litteraturstudier och studiebesök hos relevanta industriparter. Översikten ligger till grund för att identifiera forskningsfrågor och projektrelevanta områden med stor förbättringspotential. Det noteras samtidigt att kontinuerlig omvärldsbevakning är nödvändig, eftersom vissa delar av problemöversikten kan komma att behöva revideras i takt med att ny kunskap tillkommer.

Närmast relaterade KAJT-projekt
FR8RAIL II, FR8RAIL III

Självlärande neurala nätverk för operativ lokstyrning – huvudstudie (SOL-H)

Utförare	RISE
Projektledare	Zohreh Ranjbar, zohreh.ranjbar@ri.se
Övriga projektdeltagare	Oskar Rune, Johan Högdahl, Martin Aronsson (RISE) Jonatan Gjerdrum, Henrik Wester (Green Cargo)
Beställare	TripleF (Fossil Free Freight)
Tidsperiod	2024 - 2027
Omfattning (total)	4,120 MSEK (3 MSEK TripleF och 1,2 MSEK in-kind från GreenCargo och SSAB)
Projekttyp	KAJT-relaterat projekt
Forskningsområde	Planering av transportnätverk, fordon och personal
Hemsida	https://www.ri.se/sv/expertisomraden/projekt/sjalvlarande-neurala-natverk-for-operativ-lokstyrning-sol-huvudstudie

Mål
Huvudstudien SOL, finansierad av TripleF (Fossil Free Freight), är ett större genomförandeprojekt för att ta vid efter den avslutade förstudien SOL. Förutom en mer omfattande fullstudie av hur en DRL-agent kan tränas för att stötta en lokplanerare, inkluderar framtida utmaningar även datatillgänglighet, framtagning av en prototyp och att göra AI användbart och begripligt för järnvägssektorn.

Huvudsakliga aktiviteter
De huvudsakliga aktiviteterna i projektet inkluderar insamling och analys av historiska data från lokomlopp, vidareutveckling av träningsmiljö för det självlärande AI-systemet, utveckling av en värdefunktion. Identifiera och prioritera de viktigaste komponenterna ur ett människocentrerat perspektiv för att utveckla användarvänliga gränssnitt och visualiseringsverktyg.

Forskningsbidrag
Huvudstudien vidareutvecklar och implementerar en Deep Reinforcement Learning (DRL) agent för effektivare lokomloppsplanering, särskilt under störningar. Genom att använda avancerade AI-metoder, strävar vi efter att optimera tågtrafikens effektivitet och punktlighet. Fokus ligger på lok, men vid ett gott resultat borde även stödverktyg för personal- och vagns-omlopp kunna utvecklas på liknande sätt.

Nytta för beställare
Projektet bidrar till Triple F:s utmaningar för ett mer transporteffektivt samhälle samt Överflyttning till energieffektiva fordon och farkoster inom teknikområdet. Mer specifikt adresserar projektet trafikeffektivitet, resursoptimering och AI-baserat beslutsstöd, vilket på sikt kan stärka järnvägens konkurrenskraft i förhållande till väg. Genom förbättrad planeringsförmåga och ökad kontroll över operativa störningar skapas även förutsättningar för nya och mer flexibla logistikupplägg. För tågoperatören innebär bättre omplanering av lok med potentialen för minskade kostnader, bland annat genom minskat behov av stand-by-lok och förare, samt ökad leveranspålitlighet genom att förseningar i mindre utsträckning sprids mellan tåg. Utöver dessa direkta effekter har projektet även bidragit till viktiga lärdomar för Green Cargo kring utveckling av AI i operativ drift.

Resultat
Projektet SOL har under perioden gått från etablering av en modulär simuleringsarkitektur till träning och utvärdering av en DRL-agent för operativ lokplanering. Simuleringsmiljön har vidareutvecklats för att bättre representera verkstadsbehov och tillgänglighetsbegränsningar, och DRL-agenten uppvisar i flera störningsscenarier lägre ackumulerade förseningar än en regelbaserad baseline. Ett uppskattat studiebesök hos Green Cargo, som togs emot mycket positivt av driftpersonalen, har ytterligare fördjupat projektets förståelse för den operativa komplexiteten i planeringen. Dialogen med personalen

gav värdefulla insikter som inte framgår av tillgängliga data, särskilt avseende personalrelaterade begränsningar, reducerad loktillgänglighet vid verkstadsbesök samt osäkerhet kring tidpunkten för återgång i drift. Dessa erfarenheter har haft direkt betydelse för den fortsatta utformningen av både simuleringsmiljön och agentens träningsupplägg.

Rapporter
Publicerade PM-rapporter på TripleFs hemsida

Närmast relaterade KAJT-projekt
SOL, Robin, AI-konst

AVSLUTADE PROJEKT UNDER 2025

Arbeta med kvalitetsmått (ARKA)

Utförare	RISE
Projektledare	Sara Gestrelius, sara.gestrelius@ri.se
Övriga projektdeltagare	Jonas Andersson, RISE
Beställare	Lars Stenegard, Trafikverket
Tidsperiod	2023 - 2025
Omfattning (total)	1 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering, Människan, Digitalisering och Automation.

Mål
Projektets syfte är att möjliggöra god och ändamålsenlig användning av kvalitetsmått för olika tidtabellsaspekter vid planering och analys. Projektmålet är att skapa kunskap om vilka kvalitetsmått som är användbara för planerare/analytiker, samt hur dessa kan användas.

Huvudsakliga aktiviteter
Huvudsakliga aktiviteter i projektet är:

- **Behovsanalys**: möten och workshoppar med relevanta personer och grupper för att förstå verksamheten och planeringsuppgiften.
- **Iterativ design av planeringsverktyg:** Framtagande av koncept och visualiseringar med ökande detaljgrad i samarbete med tänkta användare, s.k. ”participatory design”.
- **Utvärdering och analys av designförslag**: Utvärderingen sker parallellt med designen. Utvärderingen kan ske genom heuristik och riktlinjer för god användarvänlighet.
- **Resultatspridning**: Projektet har producerat en slutrapport, samt genomfört flera presentationer.

Forskningsbidrag
ARKA bidrar till ökad kunskap om hur planerare och analytiker kan använda sig av kvalitetsmått under arbetet med att ta fram en tidtabell. Projektet tar också fram förslag på hur kvalitetsmåtten kan implementeras i ett beslutsstöd.

Nytta för beställare
ARKA kommer ta fram kunskap om hur kvalitetsmått kan användas inom långtidsplaneringen. Under projektet identifierades flera områden där kvalitetsmått skulle göra nytta, t.ex. för att få en bättre tågplan samt för att underlätta kommunikation.

Resultat
Projektet har resulterat i en kartläggning av arbetssätt vid tåglägesplanering under långtidsprocessen samt presenterat förslag på i vilka steg kvalitetsmått skulle kunna stötta en planerare. Vidare har en prototyp för visualisering av mått tagits fram och utvärderats. Slutrapporten innehåller även ett kapitel med slutsatser och rekommendationer.

Rapporter
Andersson, J., Gestrelius, S. (2025). Arbeta med kvalitetsmått under tågplanearbetet. RISE Rapport : 2025:95. https://ri.diva-portal.org/smash/get/diva2:2011485/FULLTEXT01.pdf

Närmast relaterade KAJT-projekt
Tidtabellskvalitet (TTK).

Headway och signalpunktsplaceringar I ETCS 2 (HESE2)

Utförare	KTH
Projektledare	Hans Sipilä, mute@kth.se
Övriga projektdeltagare	Anders Lindfeldt, KTH
Beställare	Per Köhler, TRV
Tidsperiod	2024 – 2025
Omfattning (total)	0,55 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering, Signal- och trafikstyrningssystem
Hemsida	

Mål
Projektet syftar till att utöka funktioner som togs fram i projekt HESE. Huvudsyftet är att beräkna teknisk headway givet indata i form av spår-, signal-, fordonsparametrar samt övriga ETCS-parametrar. Utökningarna gäller hanteringen av ETCS L2 HTD (tidigare HL3) och modellering av olika körstrategier och körprofiler för dessa.

Huvudsakliga aktiviteter
I projekt HESE ingick en validering av beräkningarna för de olika ”kurvor” som används i ETCS L2 (retardation och övervakningsgränser). Valideringen gjordes främst mot ERA Braking Curve Simulation Tool för några olika fall. Beräkningen av tåghastighetsprofil för några olika fiktiva linjesträckor och linjehastighetsprofiler validerades mot RailSys. Inom HESE2 har modellen utvecklats till att även kunna hantera fall med HTD (Hybrid Train Detection), där fysiska blocksträckor kan delas in i kortare, så kallade, virtuella blocksträckor. Tåg med fungerande tågintegritetskontroll kan frigöra både fysiska och virtuella blocksträckor medan tåg helt utan eller med ofullständig tågintegritetskontroll endast kan frigöra fysiska blocksträckor.

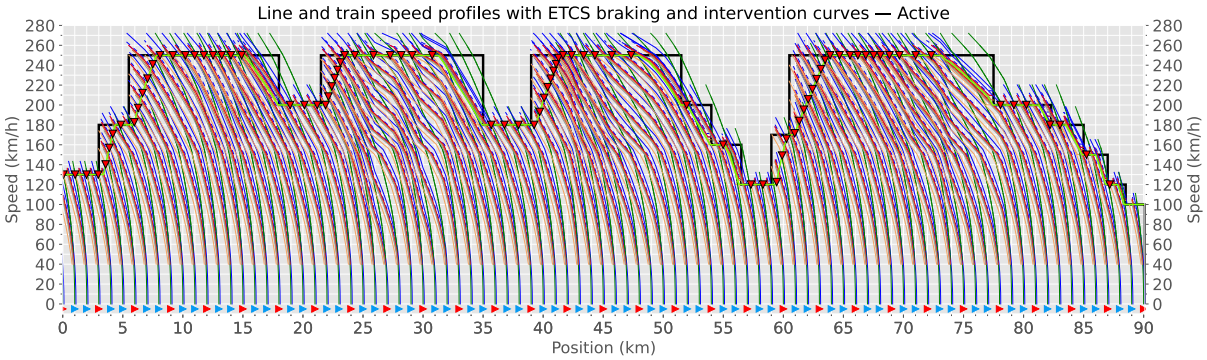
Parallellt har metodik för att beräkna körprofiler för olika körstrategier utvecklats. Ett bakomliggande syfte med detta är att kunna skapa en variation för tågens körning och på det sättet fånga upp en slags förarvariation, vilken annars kan vara svår att uppskatta i brist på verklig kördata av tillräcklig noggrannhet. Några exempel på körstrategier som har modellerats och kan beräknas är Minimum Time Train Control (MTTC), Maximum Coasting (MC) och Reduced Maximum Speed (RMS). Utvecklingen kopplat till HESE-verktyget och mot körstrategier har gjorts parallellt men modellerna har inte kopplats ihop i detta projekt.

Forskningsbidrag
Utveckling av modell som kan användas som stöd i ETCS-projekt för att bedöma skillnader i kapacitetshänseende mellan en mängd olika möjliga placeringar av signalinformationspunkter och med hänsyn tagen till spåravsnittets statiska hastighetsprofil och vertikalprofil samt till tågens parametrar. Modellering av samspelet mellan tåg, med och utan tågintegritetskontroll, med variation av kombinationen i längder för fysiska block (L2) och virtuella block (HTD). Möjlighet till kvantifiering av förväntade skillnader i körtider och spårreservationstider för olika körstrategier.

Nytta för beställare
Projektet förväntas bidra till underlag och input i projekt där bedömningar görs av headwayutfall i förlängningen kopplat mot kapacitetsbedömningar, både i fall där enbart fysiska blocksträckor beaktas och i fall med både fysiska och virtuella blocksträckor, tillsammans med tåg med och utan tågintegritetskontrollfunktion. Möjligheten att beräkna profiler för olika körstrategier bidrar till att exempelvis kunna skapa en, så kallad, Train Path Envelope (TPE) för olika tågtyper och sträckor.

Resultat

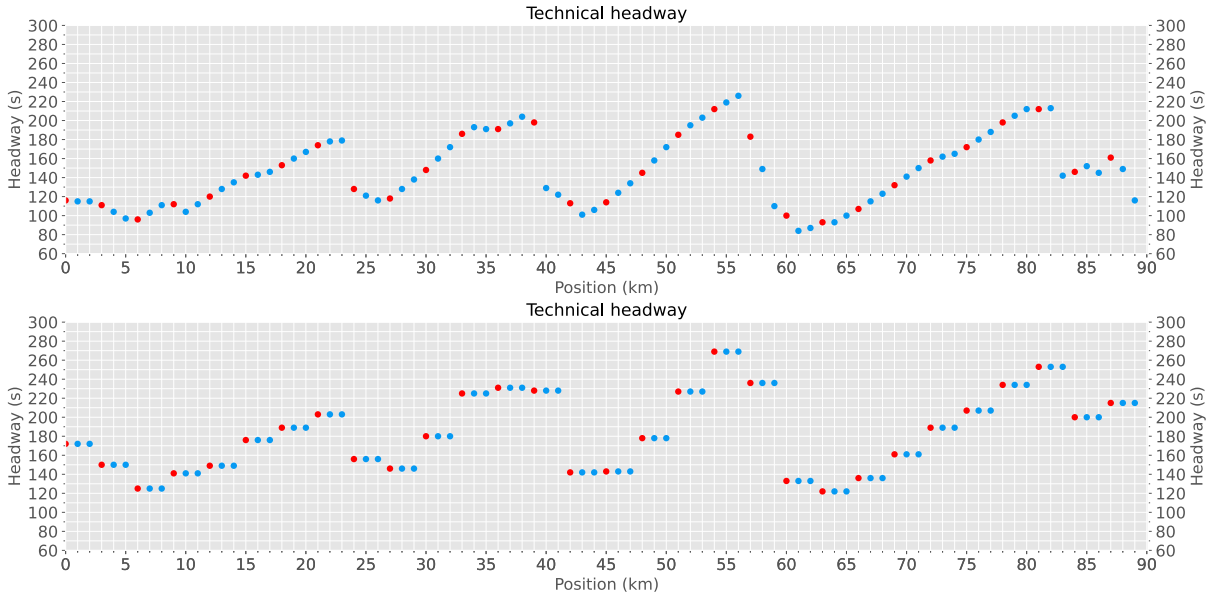
Resultat från projektet består framförallt av de olika modellerna för beräkningar av headway och körprofiler. Figur 2 visar ett exempel från HESE-verktyget med linjehastighetsprofil, beräknad tåghastighetsprofil och beräknade ETCS-kurvor mot målpunkter. I det här exemplet kombineras fysiska och virtuella blocksträckor. Längst ned indikeras fysiska signalpunkter med röda trianglar och virtuella punkter med blå trianglar.



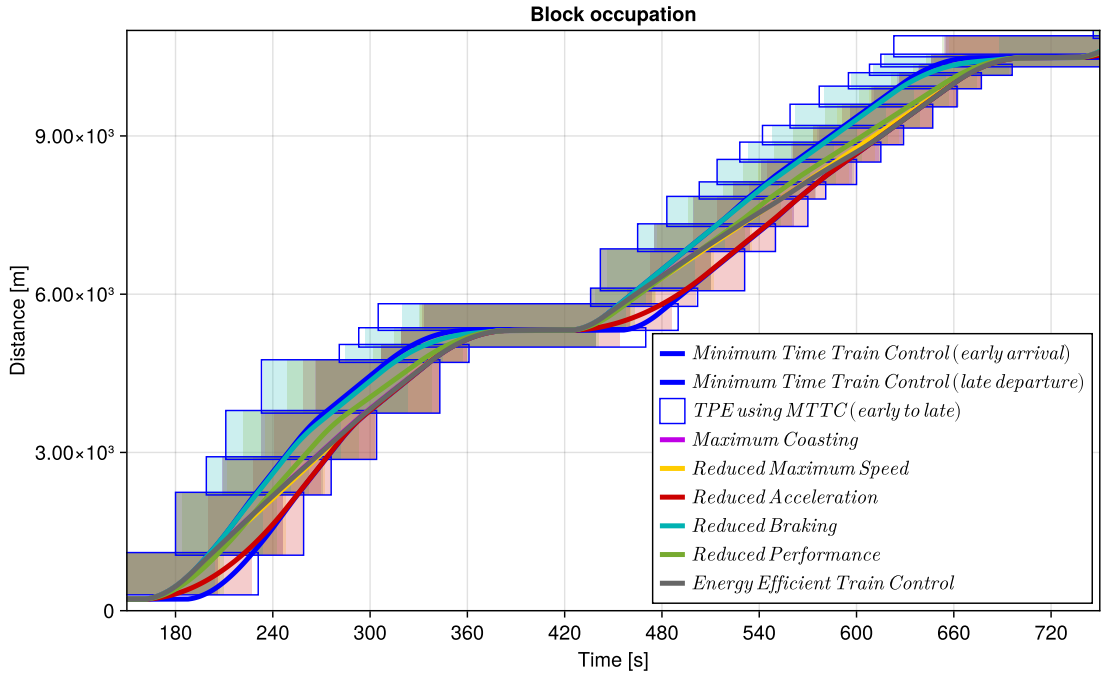
Figur 2 Exempel från HESE med linjehastighetsprofil och tåghastighetsprofil för ett exempeltåg som använder bromsmmodell Gamma, och med beräknade ETCS-kurvor mot varje potentiell målpunkt (körtillstånd eller sänkning i linjehastighet). Röda trianglar längst ned indikerar fysiska signalpunkter, blå tringlar indikerar virtuella punkter.

Figur 3 visar teknisk headway vid signalpunkterna för fallet i Figur 2. I den översta delfiguren har det första tåget fungerande tågintegritetskontroll och kan därför frigöra blocksträckor vid både fysiska och virtuella signalpunkter. I den undre delfiguren har det första tåget inte fungerande tågintegritetskontroll och kan därför endast frigöra fysiska blocksträckor vid fysiska signalpunkter. Beräknad headway visas även vid virtuella punkter, men denna blir, alltid samma som vid närmast föregående fysiska signalpunkt, eftersom de båda tågen är likadana och har identisk tåghastighetsprofil. Headway-värdena vid de virtuella punkterna visas mest som information, i verkligheten är de inte relevanta i det undre fallet.

I Figur 4 visas ett exempel med körprofiler enligt några olika körstrategier i ett väg-tid-diagram för ett pendeltåg (X60) som kör från Spånga till Stockholm Odenplan med ett uppehåll i Sundbyberg. Motsvarande reservationer och bokningar för blocksträckor visas transparent enligt färgen för respektive körstrategi. För uppehållet antas att körtillståndet sträcker sig förbi närmast efterföljande signalpunkt.



Figur 3 Teknisk headway beräknat vid varje signalpunkt. Överst visas ett fall där första tåget har fungerande tågintegritetskontroll och kan frigöra vid varje signalpunkt, oavsett typ. Underst visas ett fall där första tåget antingen inte är utrustat med eller har ofullständig tågintegritetskontroll, tåget frigör därmed enbart fysiska blocksträckor i sin helhet.



Figur 4 Väg-tid-diagram som visar körprofiler enligt olika körstrategier för ett pendeltåg (X60) från Spånga till Stockholm Odenplan med ett uppehåll i Sundbyberg. Reservationer och blockbokningar med ETCS L2, visas med rektanglar i motsvarande färg för respektive körprofil.

Rapporter

Inga publicerade rapporter än.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Headway och signalpunktsplaceringar i ETCS (HESE)

Kapacitetsanalys av stationer (KASTA)

Utförare	KTH
Projektledare	Ingrid Johansson, injohans@kth.se
Övriga projektdeltagare	Elin Hellblom, KTH, Anders Lindfeldt, KTH
Beställare	Magnus Backman, Trafikverket
Tidsperiod	2025
Omfattning (total)	1,1 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan

Mål
Projektets mål är att förbättra kapacitetsberäkningar för stationer. Förbättrade kapacitetsberäkningar kan ge positiva effekter som bättre punktlighet och förutsägbarhet för Trafikverket, järnvägsföretagen och kunder (resenärer och godstransportköpare).

Huvudsakliga aktiviteter
De huvudsakliga aktiviteterna är att:
- Vidareutveckla modellen från projektet KAIN 2 så att den kan användas till att identifiera flaskhalsar på större stationer.
- Minska modellens beroende av RailSys för att underlätta analyser av tidiga skeden.
- Skriva en rapport som beskriver modellen.
- Skriva en vetenskaplig publikation i en internationell tidskrift.

Forskningsbidrag
Projektet bygger till viss del på användning av KAIN-modellen som tagits fram i KAJT-projekten KAIN och KAIN2. KAIN-modellen använder indata från Trafikverkets nationella RailSys-modell för att modellera infrastruktur och tidtabell. De datastrukturer som redan finns i modellen används för att skapa kompletterande metodik och mått med högre upplösning för att kunna finna flaskhalsar inom stationer och kunna presentera resultat på spår- eller länknivå. Därmed kan större stationer där olika delar kan ha helt olika karaktär analyseras i detalj.

Nytta för beställare
För att stärka KAIN-modellens användbarhet som ett prognosverktyg i den strategiska kapacitetsplaneringen kompletteras den med möjligheten att beräkna stationskapacitetsutnyttjande genom att skapa prognostidtabeller där tågvägarna genom stationen är baserade på mallar. Därmed försvinner dagens krav på en fullständigt spårplanerad RailSys-tidtabell för att använda KAIN-modellen. Ökad användbarhet ökar sannolikheten för att modellen kommer till användning internt på Trafikverket.

Resultat
Modellen har i en mindre fallstudie för Norrköping C visat god förmåga att användas för generering av prognostidtabeller för en kortare tidsperiod och skatta kapacitetsutnyttjandet för dessa. Metoden kan således ge en indikering av kapacitetsutnyttjande för ett visst trafikupplägg. De preliminära resultaten från fallstudien på Norrköping C visar att plattformsrelaterade infrastrukturobjekt är belagda längst tid medan utfarten söderut har flest antal passager, därefter in- och utfarterna norra sidan. Resultaten bedöms som rimliga med tanke på att tågen står längre vid uppehållen på plattformsspåren, och att infarterna används av alla tåg men sen fördelar sig ut mellan plattformsspåren.

Två olika mått för att identifiera flaskhalsar presenteras också; att studera beläggningstider och antalet passager respektive att identifiera kritiska tidsavstånd. Efter en jämförelse av de två måtten applicerade på fallstudien av Norrköping C föreslås kritiska tidsavstånd (metod 2) vara mer lämpat för

kartläggning av flaskhalsar på stationer, men beläggningstider och antal passager kan bidra till en förståelse för användningen på stationen med en viss tidtabell.

Ett bidrag till en vetenskaplig konferens med proceedings är under utarbetande.

Rapporter
Johansson, I., Hellblom, E., Lindfeldt, A. (2025). Kapacitetsanalys av stationer - KASTA: Slutrapport. TRITA-ABE-RPT-261. https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-374903

Konferenspresentationer (utan proceedings)
Hellblom, E. Enkelt med enkelspår? En jämförelse av metoder för beräkning av kapacitetsutnyttjande. Transportforum, Linköping, 2025.

Närmast relaterade KAJT-projekt
KAIN, KAIN 2.

Probabilistisk metod för trafik- och kapacitetspåverkan på driftplatser (ProPå)

Utförare	Linköpings universitet
Projektledare	Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se
Övriga projektdeltagare	Mikael Fredriksson, Linköpings universitet Carl Henrik Häll, Linköpings universitet
Beställare	Marika Gjerdrum / Lars Blomberg Zanders, Trafikverket
Tidsperiod	2025 (feb-dec)
Omfattning (total)	0,4 MSEK
Projekttyp	Förstudie
Forskningsområde	Underhåll och trafik, Strategisk kapacitetsplanering

Mål
Projektet har vidareutvecklat och undersökt lämpligheten av en probabilistisk metod (identifierad i den tidigare förstudien UFO) för att göra kapacitetsbedömningar på driftplatser, framför allt då olika arbetsområden stängs av för underhållsarbeten. Delmålen var att:

- Utveckla stöd för automatisk beräkning, hantering av alternativa tågvägar (inklusive omfördelning av tågvolymer), samt hänsyn till tidsvarierande trafikbelastning.
- Implementera och testa metoden på ett antal realistiska testinstanser.
- Bedöma lämplighet och användbarhet av den vidareutvecklade metoden.
- Ge förslag på fortsatt hantering.

Alla dessas mål har uppfyllts och i vissa avseende överträffats. Framför allt har en generell beräkningsmodell uppnåtts som beaktar såväl växlingsområden som plattforms- och angränsande spår, vilken kan användas för godtyckliga driftplatsutformningar.
Projektet har producerat och publicerat en forskningsrapport, som beskriver den vidareutvecklade metoden och de resultat som erhållits.

Forskningsbidrag
Forskningsbidraget är en beräkningsmodell, där generering av tågvägar och möjligheter till samtidig trafikering automatiskt kan genereras utgående från spårkonfigurationen. Detta har implementerats och testats i en icke-linjär optimeringsmodell som maximerar mängden tåg över en uppsättning trafikrelationer, var och en med olika ruttningsalternativ – enligt den spårkapacitet som för tillfället är tillgänglig. Verifiering och validering har utförts på en begränsad uppsättning testinstanser samt på en fallstudie för Gävle driftplatsområde.

Nytta för beställare
Den föreslagna modellen skulle kunna bli ett viktigt verktyg för kapacitetsanalyser, dimensionering av tågtrafik, och utformning av såväl arbetsområden på existerande driftplatser, som framtida spårlayouter eller ombyggnader. Därmed skulle ett viktigt analysbehov för långsiktig kapacitetsplanering på större driftsplatser kunna erbjudas och på sikt ge ett sammanhållet stöd för kapacitetskoordinering av hela järnvägsnätet och dess trafikering.

Resultat
Resultaten visar att beräkningsmodellen kan användas för realistiska problem och för att snabbt skapa kapacitetsanpassade trafiklösningar under olika avstängningsalternativ. En stor fördel är att en generaliserad trafikbeskrivning används, samt att tågvägarna beräknas automatiskt. Detta gör modellen lättare att använda och att den också passar för strategiska analyser av olika driftplatsutformningar.

Rapporter
Lidén, T., Fredriksson, M. (2025). Probabilistisk modell för kapacitetsanalys av driftplatser. Linköpings universitet. https://doi.org/10.3384/rapport-219900

Närmast relaterade KAJT-projekt
UFO, KAIN2, SATT-SP

Rangerbangårdars kapacitet i prognos 2040 (RANKA)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se
Övriga projektdeltagare	Sara Gestrelius, RISE, Martin Joborn, RISE
Beställare	Inger Ranheim, Trafikverket
Tidsperiod	2024 - 2025
Omfattning (total)	0,975 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering, Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet

Mål
RANKAs mål var att ge rangerbangårdar en kapacitetsbeskrivning utgående deras utformning samt vad deras maxprestanda och praktiska kapacitetstak är. Detta möjliggör en bättre hantering av rangerbangårdarna i prognosverktyg och möjliggör bättre analysmetoder för framtida transportnätverk vilket stärker Trafikverkets förmåga att värdera och prioritera investeringsbeslut i och kring rangerbangårdar.

Huvudsakliga aktiviteter
Projektets aktiviteter koncentrerades till modeller och metoder för generaliserad kapacitetsmätning, där viktiga inslag var att hitta modeller och metoder för generaliserat kunna uttrycka rangering på en abstraktionsnivå lämplig för långsiktiga prognoser. Viktiga delar i det arbetet var hur inkommande och avgående trafik kan representeras på ett generaliserat sätt passande för prognosarbete men ändå inte tappa träffsäkerhet i beräkning. Projektet strukturerade bland annat upp kraven på ingående delar i avgående tåg med avseende på sortering av vagnsgrupper och hur detta skall aggregeras till en nivå så att resultatet blir användbart i prognosarbetet.

Forskningsbidrag
Linjekapacitet och dess prestanda har genom åren studerats mer ingående, och flera olika sätt med olika aggregeringsnivåer för nätverket har genom åren tagits fram både inom landet och internationellt. Bangårdars prestanda, speciellt godsbangårdar, är inte på samma sätt utforskat vad gäller långsiktig planering, ändå utgör ofta bangårdar flaskhalsar i det logistiska flödet av gods. Det är därför av stort intresse, både nationellt och internationellt, att hitta lämpliga sätt och mätetal att mäta prestanda på bangårdar för långsiktig planering, inte minst för investeringsbeslut då ledtiden är lång för att förändra godsbangårdars kapacitet, speciellt rangerbangårdar.

Nytta för beställare
Idag finns ingen standard för generell kapacitetsberäkning av rangerbangårdar. Denna studie stärker Trafikverkets möjligheter att modellera/hantera rangerbangårdar som noder i prognosverktygen såsom SamGods. Detta är en viktig komponent då (re)investeringar i rangerbangårdar är mycket dyrbara och dessa behöver således göras med beaktande av både nuvarande och framtida behov på lång sikt.

Resultat
Projektet har levererat dels modeller för bedömning av resursbehov i termer av spår och spårlängder. Projektet har också utvecklat terminologi, mått och metoder för att kunna beskriva och beräkna resursförbrukningen på längre sikt på rangerbangården. Terminologi och måtten kan ligga till grund för mer generell beräkning av resursåtgång mer allmänt på bangårdar och terminaler.

Rapporter
Aronsson, M., (2025). Rangerbangårdars kapacitet i långsiktiga Trafikprognoser, RISE Rapport 2025:105.

Närmast relaterade KAJT-projekt
RanPlan, TTRuT

Stora omplaneringar sent (SOS)

Utförare	Linköpings universitet
Projektledare	Anders Peterson, anders.peterson@liu.se
Övriga projektdeltagare	Carl Henrik Häll, Linköpings universitet Christiane Schmidt, Linköpings universitet David Dekker (doktorand), Linköpings universitet
Beställare	Kristian Persson, Trafikverket
Tidsperiod	2022 – 2025
Omfattning (total)	2,6 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Operativ trafikplanering, Trafikinformation och störningshantering

Mål
Det här projektet handlar om större omplaneringar i en tidtabell med kort varsel. Väsentligen räknas det som taktisk planering, men vi ser att vi är mycket nära operativ drift. Det kan finnas flera anledningar till att sådana behov uppstår, t ex återställning efter ett stort avbrott, behov av akuta underhållsarbeten, ändring av hastighetsprofiler, sena ändringar vid bangård/terminal eller reaktion på någon typ av krisläge inom järnvägen eller något annat trafikslag som påverkar efterfrågan i järnvägssystemet.

Huvudsakliga aktiviteter
Projektet inleddes med en litteraturstudie, där vi kartlagt tidigare forskning och tydliggjort var bidraget inom detta projekt ligger. Huvuddelen av projektet har ägnats åt att utforma strategier, samt att utveckla och implementera metoder för valda scenarier. Huvudtemat har varit att flytta trafik i ett tänkt scenario där en linje plötsligt stängts av. Vi tänker oss då att den flyttade trafiken ska anpassas på en linje där det redan finns inplanerad trafik och utvecklar ett ramverk för att automatiskt identifiera nya tåglägen. Man kan antingen flytta ett tåg åt gången eller flera. Ramverket är utformat med hög detaljeringsgrad och tar hänsyn till exempelvis blocksträckor, samtidigt som det kan hantera ett stort (fullskaligt) järnvägsnät i snabba beräkningar. Vår metod har dessutom utformats för att kunna identifiera flera alternativa rutter där sådana finns.

I en första case-studie provades metoden på ett case i Skåne där Södra stambanan stängdes av och trafik behövde ledas om via Teckomatorp och Ängelholm. Vi identifierade sätt att utveckla ramverket för att kunna hantera omledning via enkelspår och sätt att hitta existerande tåg som skulle kunna tidsförskjutas för att att bättre få rum med den omledda trafiken. Situationer med nedsatt hastighet har behandlats parallellt inom Motional.

Forskningsbidrag
Forskningsbidraget ligger inom området metoder och modeller för tidtabelläggning, med särskilt fokus på uppdatering av existerande tidtabeller med hänsyn till sent påkomna förändringar. Möjligheter och metoder för att leda om trafik är ett ganska nytt forskningsfält som har stor potential.

Nytta för beställare
Det här projektet adresserar resiliens i transportsystemet. Projektet ger en bättre förståelse för hur man i händelse av stora störningar kan använda residualkapaciteten på bästa sätt. Möjligheten för att tillämpa avancerade beräkningsmetoder i omplaneringen ökar med digitaliseringen. På sikt bör relevanta delar kunna arbetas in som moduler i automatiseringen av tidtabellsprocessen hos Trafikverket (MPK). Omledning är principiellt intressant för Trafikverket. Metoderna kan också appliceras inom det ramverk som tagits fram inom Europe's Rail/Motional.

Resultat (behövs ej för nystartade projekt)
Vi har fokuserat på en situation där ett segment i järnvägsnätet är avstängt under en längre tid och studerat möjligheterna att leda om trafik. Detta är särskilt intressant för godstrafiken, som inte på

samma sätt som passagerartrafiken kan ersättas med buss. Vi har utvecklat en snabb metod för att räkna ut en ny tågväg, som inte stör annan trafik. I detta ingår att med en automatiserad metod avgöra vilka delar av nätverket som är relevanta för varje tåg. När alternativen har tagits fram, löser vi det övergripande problemet för att hitta en fullständig och konfliktfri tidtabell. I slutfasen av arbetet har vi utvecklat förbättringar som också ger bra lösningar för enkelspår, samt sätt att identifiera vilka existerande tåg som är lämpliga att tidsförskjutas. Vi har jämfört en enkel girighetsmetod (”välj första möjliga väg”) med en mer avancerad heuristik, som samtidigt hanterar flera tåg.

Rapporter

Dekker, D.; Häll, C. H.; Peterson, A.; Schmidt, S. (2024) ”A new method for inserting train paths into a timetable”, in: *26th Euro Working Group on Transportation Meeting*, *EWGT 2024*, Lund, Sweden, September 4–6, 2024.

Dekker, D.; Häll, C. H.; Peterson, A.; Schmidt, S. (2025) ” A new approach for rerouting multiple trains during construction works and major disturbances”, accepterat för publicering vid *11th International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis RailDresden2025.*

Dekker, D., Häll, C.H., Peterson, A., Schmidt, C. (2024) ”A new method for inserting train paths into a timetable”, presentation, Swedish Transport Research Conference Göteborg, Sweden, October 16–17.

Dekker, D., Häll, C.H., Peterson, A., Schmidt, C. (2024) ”Rerouting long-distance trains during maintenance works and large disturbances”, poster presentation, Persontrafik, Göteborg, Sweden, October 20–22.

Dekker, D., Häll, C.H., Peterson, A., Schmidt, C. (2025) ”A new method for inserting train paths into a timetable”, abstract with presentation, Transportforum, Linköping, January 15–16, 2025. URL: https://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1925494/FULLTEXT01.pdf.

Dekker, D., Häll, C.H., Peterson, A., Schmidt, C. (2025) ”Train Rerouting During Major Disturbances”, presentation, KAJT Vårseminarium Borlänge, Sweden, May 13–14.

Dekker, D., Häll, C.H., Peterson, A., Schmidt, C. (2025) ”Filtering Railway Networks for Fast Train Insertion”, presentation, Swedish Transport Research Conference Norrköping, Sweden, October 22–23.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Europe’s Rail/Motional.

Tillförlitlig ruttplanering (TIRUP)

Utförare	Linköpings universitet
Projektledare	Nils Breyer, nils.breyer@liu.se
Övriga projektdeltagare	Anders Peterson, Linköpings universitet Nikolaus Stratil-Sauer, Linköpings universitet
Beställare	Paulina Ekendahl, Trafikverket
Tidsperiod	2024 - 2025
Omfattning (total)	0,93 MSEK
Projekttyp	KAJT-relaterat projekt
Forskningsområde	Trafikinformation och störningshantering

Mål
Tillförlitlighet, att en resa fungerar som planerad, är mycket viktig för resenärer särskilt om resan kräver byten. Dagens reseplaneringstjänster för tågresor fokuserar på att hitta de snabbaste reseförslagen utifrån tidtabellen men ger ingen information om resans tillförlitlighet. Syftet med TIRUP var att ta fram metoder för att vid sidan av tidtabellsdata för varje reseförslag i en reseplaneringstjänst även att kunna ge information om tillförlitligheten för hela resan baserad på historiska tågförseningar och risken samt konsekvensen av missade byten under resan. Projektresultaten möjliggör förbättrade reseplaneringstjänster som ger resenärer möjlighet att prioritera förslag med hög tillförlitlighet vid resor där det är särskilt viktigt att komma fram i tid.

Huvudsakliga aktiviteter
- Identifiera vilka faktorer som främst påverkar en resas tillförlitlighet utifrån historiska trafikinformationsdata
- Utveckla en metod för att skatta tillförlitligheten av ett reseförslag baserad på sannolikheten för förseningar och missade anslutningar samt deras konsekvens baserad på historiska data
- Validera den utvecklade metoden och illustrera med hjälp av en prototyp hur information om en resas tillförlitlighet kan kommuniceras vid reseplaneringen

Forskningsbidrag
Projektet har gett en bättre förståelse för vad som påverkar tillförlitligheten för tågresor med byten och gett insikter om hur maskininlärning kan användas för att modellera tillförlitligheten baserad på historiska data.

Nytta för beställare
Projektets resultat kan i första hand nyttjas av aktörer som bedriver reseplaneringstjänster som tågoperatörer, regionala kollektivtrafikmyndigheter, Samtrafiken mm. för att ge resenärer bättre information. Metoden för att skatta tillförlitligheten för hela resan kan även nyttjas av Trafikverket för analyser på systemnivå, exempelvis för att analysera resenärspunktligheten.

Resultat
Projektet har utvecklat maskininlärningsmodeller för att dels skatta anslutningssäkerheten för ett byte mellan tåg och dels ankomstförseningar vid destinationen. För att skatta tillförlitligheten för hela resan har en algoritm tagits fram som kombinerar båda modellerna. Metoden är flexibel och kan hantera resor med flera byten. Utvärdering mot faktiska historiska data visar att modellen över lag ger god överensstämmelse. En prototyp har tagits fram för att illustrera hur tillförlitlighetsinformation kan kommuniceras till resenärer. Projektet avslutades i april 2025 och har resulterat i en vetenskaplig publikation i Journal of Public Transportation samt ett examensarbete vid Linköpings universitet. Projektresultaten har spridits bland annat på KAJT:s höstseminarium 2024, TransitData konferensen i London 2025 och den nationella transportforskningskonferensen STRC 2024 i Göteborg.

Rapporter

Breyer, N. (2025). Tillförlitlig ruttplanering (TIRUP): Slutrapport forskningsprojekt TRV 2023/75678.

Stratil-Sauer, N. (2024). Modelling the arrival delay of train journeys with one transfer Master's thesis, Linköping University, Department of Computer and Information Science. https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-206200

Stratil-Sauer, N., & Breyer, N. (2026). Probabilistic modeling of delays for train journeys with transfers. Journal of Public Transportation, 28, 100146.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Värdering av Trafikinformationsnyttor i Tågtrafiken (VTT) (KAJT-relaterat projekt)
Nypunkt 2.0

Metod för snabb utvärdering av olika utbuds-scenarier i TTR (TTRuT)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Aronson, martin.aronsson@ri.se
Övriga projektdeltagare	Martin Kjellin, RISE
Beställare	Peter Öhrn, Trafikverket
Tidsperiod	2024 - 2026
Omfattning (total)	1,5 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan

Mål
TTRuTs mål är att demonstrera en beräkningsmetod som tar fram ett optimerat urval av efterfrågad trafik (tåglägen men även generella kapacitetsobjekt) från ett prognosticerat utbud av resande och godstransporter. Ett viktigt delmål är att säkerställa att de föreslagna modellerna och metoderna kan representera transporter och trafikflöden på ett korrekt sätt så att scenarios kan beräknas effektivt

Huvudsakliga aktiviteter
Projektet delas upp i tre huvudfaser: en explorativ och validerande fas undersökande metodens förmåga att representera och översätta den prognosticerade efterfrågan liksom representera infrastrukturens produktionsmöjligheter, en verifierande fas med ett större beräkningsexempel, en konsoliderande fas då slutsatser dras och rekommendationer för framtida utveckling och användande tas fram.

Forskningsbidrag
Kunskap och modelleringsförmåga av efterfrågan och matchande utbud är helt avgörande för ett lyckat införande av den nya EU-förordningens förplanerings innan ansökan om kapacitet. Det föreslagna projektet bidrar konkret till detta genom att ta fram modeller och beräkningsmetoder som möjliggör scenario-analys och optimerat utbud. Utgångspunkten är metoder från operationsanalysen som visat sig mycket framgångsrika inom andra områden för resursplanering och en viktig frågeställning är om dessa metoder kan anpassas till infrastrukturförvaltarens förplanering enligt kommande EU-förordning.

Nytta för beställare
Ett viktigt syfte med kommande EU-förordning för kapacitetstilldelning är att infrastrukturförvaltaren ges möjlighet att redan tidigt skapa förutsättningar för ett effektivt nyttjande av infrastrukturen. Detta kräver dock att Trafikverket utvecklar sin marknadskunskap och kompetens rörande tåglägens attraktivitet för kapacitetsökande. TTRuT stärker Trafikverkets förmåga i arbetet med kapacitetsstrategin, kapacitetsmodellen och kapacitetsutbudet i den kommande tilldelningsprocessen genom att möjliggöra framtagande av ett optimerat utbud från trafikprognoser, kapacitetsökande och andra källor.

Resultat
Projektet har genomfört två workshops samt skapat flera beräkningsmodeller i ett modelleringsverktyg för att belysa de olika egenskaper som modellen behöver klara av. Projektet har, efter samråd med referensgruppen, beslutat att genomföra modelleringen och proven på syntetiska data då verkliga data saknas (processen är inte i bruk ännu och därmed svårigheter att erhålla konkreta data).

Rapporter
Aronsson, M., TTRuT Beräkning av ett utbud av tågtjänster i den framtida kapacitetstilldelningsprocessen på järnväg baserat på transportefterfrågan, Transportforum, Linköping, 2026.

Närmast relaterade KAJT-projekt
SATT, SATT-TF/BP, TOT, RITH

Tidigare avslutade projekt

PROJEKT	PERIOD	UTFÖRARE	KONTAKTPERSONER	Se KAJT Projektkatalog
Tillgängliggörande av FBKS-demonstrator – Fas 1 (FBKS-demo)	2024-2024	RISE	Martin Joborn martin.joborn@ri.se	2025-03-31
Simulering med ATO (SIMULATO)	2024-2024	KTH	Emil Jansson emiljans@kth.se	2025-03-31
Feasibility study on Applying Socio-Economic Criteria in Case of Capacity Shortages (SEC)	2023-2024	RISE	Martin Aronsson martin.aronsson@ri.se	2025-03-31
Mötesanalys och kanalkänslighet för godståg (MAKK)	2023-2024	LU,RISE	Martin Joborn martin.joborn@ri.se	2025-03-31
Maskininlärningsbaserat beslutsstöd för tågtrafikledning vid störningar: En experimentell studie (MATRIX)	2023-2024	BTH	Sai Prashanth Josyula sai.prashanth.josyula@bth.se	2025-03-31
Malmbanan T25	2023-2024	RISE	Martin Joborn Martin.joborn@ri.se	2025-03-31
YardCDM Demo	2022-2024	RISE	Johan Östling johan.ostling@ri.se	2025-03-31
Värdering av Trafikinformationsnyttor i Tågtrafiken (VTT)	2022-2024	LiU	Anders Peterson anders.peterson@liu.se	2025-03-31
Simulatorbaserad utbildning och träning av tågförare (SITUATE)	2022-2024	VTI	Niklas Olsson niklas.c.olsson@trafikverket.se	2025-03-31
Samplanering av Trafikpåverkande åtgärder och trafik – trafikflöden (SATT-TF)	2022-2024	RISE	Martin Aronsson martin.aronsson@ri.se	2025-03-31
Mindre Störningar i Tågtrafiken – Plattformsåtgärder (MISTplatformen)	2022-2024	LU	Johan Rahm johan.rahm@abm.lth.se	2025-03-31
Kritiska störningar och punktlighet (Tidpunkt)	2022-2024	RISE	Martin Joborn martin.joborn@ri.se	2025-03-31
Banarbetsprocess och datatillgång, del 2 (BANDAT2)	2022-2024	LU	Carl-William Palmqvist carl-william.palmqvist@tft.lth.se	2025-03-31
Automatiserad analys & klassificering av förseningsorsaker i järnvägssystemet (ANAKIN)	2022-2024	BTH	Martin Svensson martin.svensson@bth.se	2025-03-31
Kapacitet i nätverket 2 (KAIN 2)	2021-2024	KTH	Ingrid Johansson injohans@kth.se	2025-03-31
Capacity Modeling and Shift Optimization for Train Dispatchers (CAPMO-train) CAPMO-train	2021-2024	LiU	Christiane Schmidt christiane.schmidt@liu.se	2025-03-31

Konstruktionsregler för en robust tågplan (KRUT)	2019-2024	Trafikverket, LiU	Emma Solinen emma.solinen@trafikverket.se	2025-03-31
Tågsimulering och ERTMS, del 1 och del 2	2019-2024	VTI	Tomas Rosberg tomas.rosberg@vti.se	2025-03-31
Betydelsen av styva tidtabeller för anslutningstrafik (BASTA)	2021-2023	VTI LiU	Emanuel Broman, emanuel.broman@vti.se	2024-03-31
Framtida KAJT-Foi kopplat till C-DAS och Digital graf (C-DAS Foi)	2022-2023	RISE	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se	2024-03-31
PRediktion av AnkomstTider och Avgångar (PRATA)	2021-2023	KTH	Behzad Kordnejad behzad.kordnejad@abe.kth.se	2024-03-31
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden - banarbetsplanering (SATT-BP)	2022-2023	VTI	Tomas Lidén, tomas.liden@vti.se	2024-03-31
Simulering med Proton och RailSys (SIMPOR)	2021–2023	KTH	Hans Sipilä, mute@kth.se	2024-03.31
Självlärande neurala nätverk för operativ lokstyrning – förstudie (SOL)	2022-2023	RISE	Zohreh Ranjbar, zohreh.ranjbar@ri.se	2024-03-31
Smart, data-based assets and efficient rail freight operation (Fr8Rail III WP2)	2019–2023	RISE, LiU, KTH, VTI	Martin Joborn, RISE, martin.joborn@ri.se	2024-03-31
Tjänsteutbud och Transportkapacitetsförsörjning på järnväg (TOT)	2021–2023	RISE	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se	2024-03-31
Utformning av underhållsområden på större driftsplatser — förstudie (UFO)	2023	LiU	Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se	2024-03-31
Banarbetsprocesser och datatillgång (BANDAT)	2019-2022	LU	Lena Hiselius, lena.hiselius@tft.lth.se	2023-03-31
Blixten fortsättningsprojekt (Blixten 2)	2020-2022	BTH	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se	2023-03-31
Flexibilitet för ökad kapacitet på Malmbanan (Flexikap)	2021-2022	RISE	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se	2023-03-31
Human Factors for TMS-2 (HF4TMS-2)	2020-2022	VTI	Jan Andersson, jan.andersson@vti.se	2023-03-31
Mindre störningar i tågtrafiken, del 2 (MIST2)	2019-2022	LU	Lena Hiselius, lena.hiselius@tft.lth.se	2023-03-31
Reservkapacitet i tågplaneprocessen - huvudstudie (RITH)	2019-2022	RISE	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se	2023-03-31
Testplattform med simulatorer för effektiv och trafiksäker driftsättning av ERTMS (TESTER)	2019-2021	VTI	Niklas Olsson, niklas.olsson@vti.se	2023-03-31
Järnvägens hus*		VTI	Birgitta Thorslund, birgitta.thorslund@vti.se	2023-03-31
Körbarhetsanalyser med tågsimulator* (Körbar)	2019-2022	VTI	Birgitta Thorslund, birgitta.thorslund@vti.se	2023-03-31
Störningars påverkan och samband med punktligheten (Ståndpunkt)	2020-2021	RISE	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se	2022-03-31
Nyckeltal för punktlighet på järnväg del 2 (Nypunkt2.0)	2019-2021	VTI	Ida Kristoffersson, ida.kristoffersson@vti.se	2022-03-31

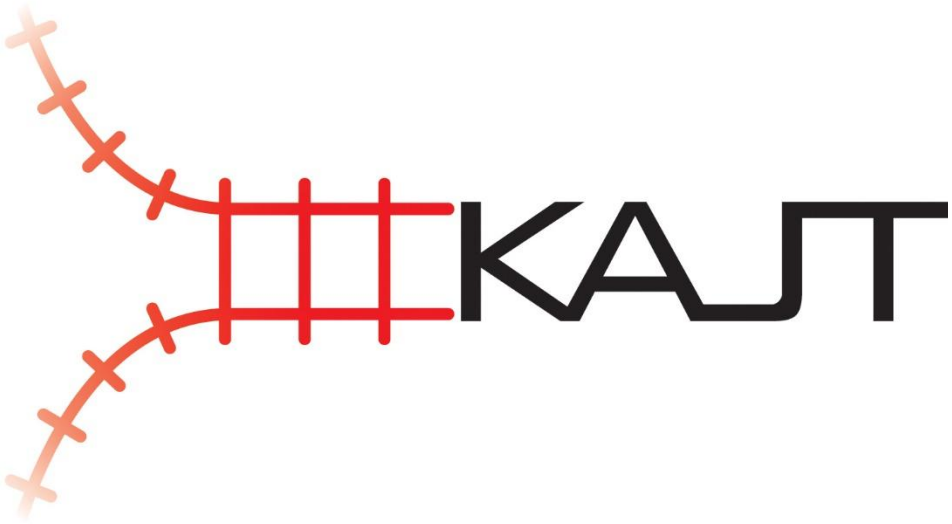
Headway och signalpunktsplaceringar i ETCS (HESE)	2021-2022	KTH	Hans Sipilä, mute@kth.se	2022-03-31
Kapacitet, körbarhet och arbetsbelastning – KAKA	2020-2021	VTI	Birgitta Thorslund, birgitta.thorslund@vti.se	2022-03-31
Socioteknisk systemdesign av framtidens tågtrafiksystem (FTTS2)	2019-2021	UU	Anders Arweström Jansson, anders.arwestrom.jansson@it.uu.se	2022-03-31
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden, modellstudie (SATT)	2020-2021	VTI, RISE	Tomas Lidén, tomas.liden@vti.se	2022-03-31
Decision support for railway crew planning (DSRCP)	2020	LiU, SJ, IVU, TU Wien	Elina Rönnberg, elina.ronnberg@liu.se	2022-03-31
Nyttjandegrad för anläggningar som bangårdar och terminaler (NYTTA)	2021	KTH	Behzad Kordnejad, behzad.kordnejad@abe.kth.se	2022-03-31
Digitalization and Automation of Freight Rail (Fr8Rail II WP3)	2018-2021	RISE, LiU, KTH, BTH, VTI, LU	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se	2022-03-31
Indicator monitoring for a new railway paradigm in seamlessly integrated cross modal transport chains – Phase 2 (Impact-2, WP7)	2017-2021	RISE	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se	2022-03-31
Förseningarnas påverkan på efterfrågan av tågresor – en tidserieanalys (DeDe Delay↔Demand)	2020-2021	KTH	Per Näsman, per.nasman@abe.kth.se	2022-03-31
Detaljeringsnivåer i tidtabellsplanering: mikro och makro (MIMA)	2020-2021	RISE	Sara Gestrelius, sara.gestrelius@ri.se	2022-03-31
Smart Planning and Safety for a safer and more robust European railway sector (PLASA 2)	2018-2020	KTH, LU, DB, Siemens, Hacon	Oskar Fröidh, oskar.froidh@abe.kth.se, Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2021-03-31
Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått (FlexÅter)	2016–2020	KTH	Markus Bohlin, markus.bohlin@abe.kth.se, Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2021-03-31
Real time network management and simulation of increasing speed for freight trains (Fr8Hub, WP3)	2017-2020	KTH, LiU	Behzad Kordnejad, behzad.kordnejad@abe.kth.se, Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2021-03-31
Tidtabellskvalitet (TTK)	2017–2020	RISE, LiU	Anders Peterson, anders.peterson@liu.se, Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se	2021-03-31
Digitalization and Automation of Freight Rail (Fr9Rail II WP4)	2018-2020	RISE	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se, Anders Ekmark	2021-03-31
Bankapacitet och kostnadselasticitet för reinvesteringar (BANKER)	2019–2020	VTI	Kristofer Odolinski, kristofer.odolinski@vti.se	2021-03-31
Utformning av servicefönster för varierande trafik- och underhållssituationer (UHF)	2019–2020	LiU	Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se, Lars Brunsson, lars.brunsson@trafikverket.se	2021-03-31

Tider för underhållsåtgärder i spår	2019–2020	VTI	Ragnar Hedström, ragnar.hedstrom@vti.se, Joel Sultan, joel.sultan@trafikverket.se	2021-03-31
Grundorsaker till mänskliga felhandlingar vid operativ tågtrafikledning (FelOp)	2018–2020	VTI	Gunilla Björklund, gunilla.bjorklund@vti.se, Anna Maria Östlund, annamaria.ostlund@trafikverket.se	2021-03-31
Kapacitet i nätverk (KAIN)	2017–2019	KTH	Jennifer Warg, jennifer.warg@abe.kth.se, Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2020-03-31
Strategisk anläggningsplanering för balansering av underhåll och tågtrafik (STAPLA)	2019	LiU	Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se, Per Köhler, per.kohler@trafikverket.se	2020-03-31
Grafiska prognostidtabeller (GraPro)	2018–2019	RISE	Sara Gestrelius, sara.gestrelius@ri.se, Magnus Backman, magnus.backman@trafikverket.se	2020-03-31
DIALOG	2018–2019	UU	Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se, Jörgen Frohm, jorgen.frohm@trafikverket.se	2020-03-31
Transporttillgänglighet – tillgänglighetsnyckeltal för järnvägsnät och banunderhåll (TT-JOB)	2017–2019	RISE	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se, Lars Brunsson, lars.brunsson@trafikverket.se	2020-03-31
Automatic Rail Cargo Consortium, WP 2-3 Swe (ARCC)	2016–2019	RISE, LiU, KTH	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se, Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2020-03-31
Utvärdering av förändringar i tågtrafikledningens beslutsfattande (UFTB samt UFTB II)	2014–2017 samt 2017-2018	UU	Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se, Jörgen Frohm, jorgen.frohm@trafikverket.se	2020-03-31
GridRail	2018–2019	UU	Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se, Jörgen Frohm, jorgen.frohm@trafikverket.se	2020-03-31
Automatiserad tågtrafikledning - förstudie	2018–2019	UU	Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se, Jörgen Frohm, jorgen.frohm@trafikverket.se	2020-03-31
Förstudie: Beslutstöd för trafikledare: approximativa och exakta optimerande metoder (BLIXTEN)	2018–2019	BTH	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se, Göran Erskérs, goran.erskers@trafikverket.se	2020-03-31
TRANS-FORM: Det svenska delprojektet	2016–2019	BTH, LiU	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se	2020-03-31
Mindre Störningar i Tågtrafiken (MIST)	2016–2019	LU	Lena Hiselius, lena.hiselius@tft.lth.se , Kenneth Håkansson, kenneth.hakansson@trafikverket.se	2020-03-31
Utveckling av spridningsmått för störningar och deras påverkan på punktlighet (UTSPRIDD)	2018–2019	RISE	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se, Mats Gummesson, mats.gummesson@trafikverket.se	2020-03-31
Nyckeltal för punktlighet på järnväg (Nypunkt)	2018–2019	VTI	Ida Kristoffersson, ida.kristoffersson@vti.se, Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2020-03-31
Strategisk anläggningsplanering för balansering av underhåll och tågtrafik – förstudie (STAPLA-F)	2018	LiU	Tomas Liden, tomas.liden@liu.se Pär Köhler, par.kohler@trafikverket.se	2019-03-31

Samhällsekonomiskt effektiv fördelning av järnvägskapacitet (SamEff)	2015–2018	RISE	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se	2019-03-31
Smart Planning and Safety for a safer and more robust Europ ean railway sector (Plasa)	2016–2018	KTH	Oscar Fröidh, oskar.froidh@abe.kth.se Magnus Wahlborg, Magnus.wahlborg@trafikverket.se	2019-03-31
Realiserbara och Ändamålsenliga Tidtabeller (RELÄET)	2016–2018	LiU	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se Kristina Eriksson, kristina.eriksson@trafikverket.se	2019-03-31
Bankapacitet och kostnadselasticitet för underhåll	2017–2018	VTI	Kristofer Odolinski, kristofer.odolinski@vti.se Pär-Erik Westin, par-erik.westin@trafikverket.se	2019-03-31
Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster (EPLUS)	2013–2018	LiU	Martin Joborn, martin.joborn@liu.se Lars Brunsson, lars.brunsson@trafikverket.se	2019-03-31
Banarbeten – processer och datatillgång (Bada-f)	2018	LU	Lena Hiselius, lena.hiselius@tft.lth.se Rose-Marie Renberg, rose-marie.renberg@trafikverket.se	2019-03-31
Avvikande hastighet på godståg	2016–2018	VTI	Ragnar Hedström, ragnar.hedstrom@vti.se Elisabet Spross, elisabet.spross@trafikverket.se	2019-03-31
Coordination of core European supply chains using Optimization (CO2REOPT)	2016–2018	RISE	Markus Bohlin, markus.bohlin@ri.se Fredrik Lundström, Fredrik.lundstrom@trafikverket.se	2019-03-31
In2Rail, Intelligent Mobility Management (WP7-WP9)	2015–2018	RISE	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2019-03-31
Förstudie tågsimulering och ERTMS	2018	VTI	Birgitta Thorslund, birgitta.thorslund@vti.se Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2019-03-31
Flexibel omplanering av tåglägen vid driftstörningar (FLOAT)	2013–2017	BTH	Johanna Törnquist Krasemann Johanna.tornquist.krasemann@bth.se Peter Hammarberg peter.hammarberg@trafikverket.se	2018-03-31
Förbättrad tomflödesallokering i Samgods med hänsyn till angiven kapacitet – förstudie (TOMSAM)	2017	Sweco RISE	Henrik Edwards Henrik.edwards@sweco.se Petter Wikström, Petter.wikstrom@trafikverket.se	2018-03-31
Increasing Capacity 4 Rail networks through enhanced infrastructure and optimized operations (Capacity4Rail)	2013–2017	LiU	Anders Peterson Anders.peterson@itn.liu.se Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2018-03-31
Utvärdering av tidtabellsstrategier	2012–2017	KTH	Markus Bohlin mbohl@kth.se Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2018-03-31
Förstudie utformning av rangerkonfiguration i prognostiserad vagnslasttrafik	2015–2016	RISE	Martin Aronsson martin.aronsson@ri.se Mats Åkerfeldt mats.akerfeldt@trafikverket.se	2017-03-31

2020–2040 (PRAGGE/PRAGGE2)				
Robusta Tidtabeller För Järnvägstrafik + (RTJ+)	2013–2016	LiU	Anders Peterson anders.peterson@itn.liu.se Magdalena Grimm magdalena.grimm@trafikverket.se	2017-03-31
Framtidens Leveranstågplaneprocess (FLTP)	2014–2016	RISE	Martin Aronsson martin.aronsson@ri.se Hans Dahlberg hans.dahlberg@trafikverket.se	2017-03-31
Optimering och tidtabelläggning	2014–2015	VTI, RISE, BTH	Jan-Eric Nilsson jan-eric.nilsson@vti.se Hans Dahlberg hans.dahlberg@trafikverket.se	2017-03-31
Beslutsstöd och automation av tågtrafikstyrning (BAOT)	2013–2015	UU	Bengt Sandblad bengt.Sandblad@it.uu.se Peter Hammarberg peter.hammarberg@trafikverket.se	2017-03-31
Metoder att mäta och utvärdera stora trafikavbrott i persontrafik på järnväg	2015–2016	KTH	Bo-Lennart Nelldal bo-lennart.nelldal@abe.kth.se, Elisabet Spross elisabet.spross@trafikverket.se	2017-03-31
Spridningseffekter av störningshändelser i tågtrafiken (SPRIDA)	2016	RISE	Martin Joborn martin.joborn@ri.se Elisabet Spross elisabet.spross@trafikverket.se	2017-03-31
Tidtabelläggningmed hjälp av simulering	2010–2015	KTH	Bo-Lennart Nelldal bo-lennart.nelldal@abe.kth.se, Magnus Wahlborg magnus.wahlborg@trafikverket.se	2016-03-31
Överbelastad infrastruktur - var går gränsen?	2010–2015	KTH	Bo-Lennart Nelldal bo-lennart.nelldal@abe.kth.se, Magnus Wahlborg magnus.wahlborg@trafikverket.se	2016-03-31
Kapacitetsanalys i ett nätverksperspektiv	2014–2015	KTH	Oskar Fröidh oskar.froidh@abe.kth.se Kristina Eriksson kristina.eriksson@trafikverket.se	2016-03-31
Framtida operativa tågtrafiksystemet - FOT	2013–2015	UU	Bengt Sandblad bengt.Sandblad@it.uu.se Robin Edlund robin.edlund@trafikverket.se	2016-03-31
Effektsamband för underhåll av järnväg	2015	KTH	Oskar Fröidh oskar.froidh@abe.kth.se Clas-Göran Rydén clas-goran.ryden@trafikverket.se	2016-03-31
Trafikinformation lägesbild	2014–2015	UU	Bengt Sandblad bengt.Sandblad@it.uu.se Kent Olsson kent.olsson@trafikverket.se	2016-03-31
Uppföljning och prediktion - UoP	2014–2015	BTH, RISE	Johanna Törnquist Krasemann johanna.tornquist.krasemann@bth.se Magnus Wahlborg magnus.wahlborg@trafikverket.se	2016-03-31
Punktlighet genom målpunktsstyrning - PUMPS	2014	RISE, (Transrail Sweden AB)	Martin Joborn martin.joborn@ri.se Tomas Arvidsson tomas.arvidsson@trafikverket.se	2016-03-31
Klimat på spåret - KLIPS	2013–2014	RISE	Martin Aronsson martin.aronsson@ri.se	2016-03-31

			Mats Åkerfeldt mats.akerfeldt@trafikverket.se	
Tidtabellsoptimering för malmtrafikens expansion - TOMTE	2014	RISE	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se Dick Carlsson dick.carlsson@lkab.se	2016-03-31
Tågplan 2015 Lean Marakasen	2012–2014	RISE	Martin Aronsson martin.aronsson@ri.se Hans Dahlberg hans.dahlberg@trafikverket.se	2016-03-31
Optimal networks for train integration management across Europe - ONTIME	2013–2014	UU	Bengt Sandblad bengt.Sandblad@it.uu.se Magnus Wahlborg magnus.wahlborg@trafikverket.se	2016-03-31
Förstudie uppföljning, kapacitetsplanering, simulering och trafikstyrning - FUKS	2013–2014	BTH, LiU, RISE, UU, KTH	Johanna Törnquist Krasemann johanna.tornquist.krasemann@bth.se Magnus Wahlborg magnus.wahlborg@trafikverket.se	2016-03-31
Samhällsekonomiska prioriteringskriterier vid tåglägestilldelning - SPIT	2013–2014	RISE	Martin Aronsson martin.aronsson@ri.se.se Hans Dahlberg hans.dahlberg@trafikverket.se	2016-03-31
Beräkningsstöd för planering och resursallokering på rangerbangårdar - RANPLAN	2012–2013	RISE	Markus Bohlin markus.bohlin@ri.se Hans Dahlberg hans.dahlberg@trafikverket.se	2016-03-31



Forskningsprogram Kapacitet i järnvägstrafiken

Ett samarbete mellan:

ISBN 978-91-8045-612-8 Trafikverkets publikationsnummer 2026:106