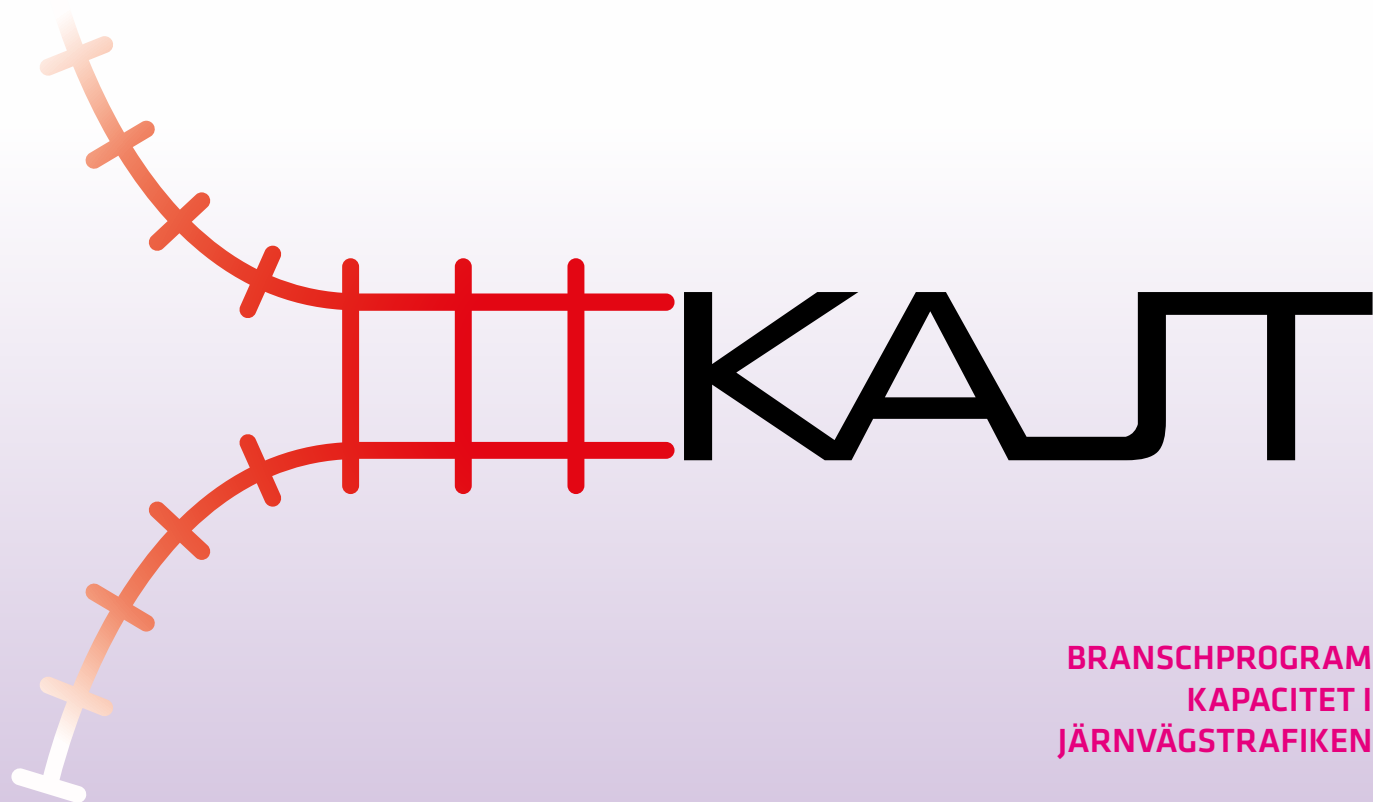


PROJEKTKATALOG

2019-03-31



BRANSCHPROGRAM
KAPACITET I
JÄRNVÄGSTRAFIKEN

Innehåll

| | |
|--|-----------|
| FORSKNINGSOMRÅDEN | 6 |
| PROJEKTÖVERSIKT | 12 |
| PÅGÅENDE PROJEKT | 14 |
| Kapacitet i nätverk (KAIN)..... | 15 |
| Strategisk anläggningsplanering för balansering av underhåll och tågtrafik (STAPLA) | 16 |
| Transporttillgänglighet - tillgänglighetsnyckeltal för järnvägsnät och banunderhåll (TT-JOB)..... | 17 |
| Reservkapacitet i tågplanprocessen (RIT) | 18 |
| Grafiska prognostidtabeller (GraPro)..... | 20 |
| SJ - Optimering och Tidtabeller (SJOT) | 21 |
| Konstruktionsregler för en robust tågplan (KRUT) | 22 |
| Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått | 23 |
| Tidtabellskvalitet (TTK) | 24 |
| Smart Planning and Safety for a safer and more robust European railway sector (PLASA 2) | 26 |
| FR8HUB WP3 Real time network management and simulation of increasing speed for freight trains | 28 |
| Indicator monitoring for a new railway paradigm in seamlessly integrated cross modal transport chains - Phase 2 (Impact-2, WP7)..... | 30 |
| Digitalization and Automation of Freight Rail, WP 3 (Fr8Rail II WP3) | 31 |
| Digitalization and Automation of Freight Rail, WP 4 C-DAS (Fr8Rail II WP4) | 32 |
| Automatic Rail Cargo Consortium, WP 2-3 Swe (ARCC) | 34 |
| Beslutsstöd för trafikledare: approximativa och exakta optimerande metoder - förstudie (BLIXTEN)..... | 36 |
| Utvärdering av förändringar i tågtrafikledningens beslutsfattande (UFTB samt UFTB II) | 37 |
| GridRail | 38 |
| Automatiserad tågtrafikledning - förstudie..... | 39 |
| Utformning av servicefönster för varierande trafik- och underhållssituationer (UHF) | 40 |
| Tid för underhållsåtgärder i spåret..... | 41 |
| Banarbetsprocess och datatillgång (BANDAT) | 42 |
| Följsam Automation (F-Auto) | 43 |
| Grundorsaker till mänskliga felhandlingar vid operativ tågtrafikledning (FeIOp) | 44 |
| FTTS2 - Socioteknisk systemdesign av framtidens tågtrafiksystem | 45 |
| DIALOG | 46 |
| TRANS-FORM: Det svenska delprojektet | 47 |
| Mindre Störningar i Tågtrafiken (MIST)..... | 48 |
| Mindre Störningar i Tågtrafiken, del 2 (MIST2))..... | 49 |
| Utveckling av spridningsmått för störningar och deras påverkan på punktlighet (UTSPRIDD) | 50 |
| Nyckeltal för punktlighet på järnväg (Nypunkt)..... | 52 |
| Tågsimulering och ERTMS..... | 53 |

| | |
|--|-----------|
| AVSLUTADE PROJEKT UNDER 2018 | 54 |
| Strategisk anläggningsplanering för balansering av underhåll och tågtrafik - förstudie (STAPLA-F)..... | 55 |
| Samhällsekonomiskt effektiv fördelning av järnvägskapacitet (SamEff) | 56 |
| Smart Planning and Safety for a safer and more robust European railway sector (Plasa) | 58 |
| Realiserbara och Ändamålsenliga Tidtabeller (RELÄET)..... | 60 |
| Bankapacitet och kostnadselasticitet för underhåll | 62 |
| Effektiv planering av järnvägsunderhåll - servicefönster (EPLUS) | 64 |
| Banarbeten - processer och datatillgång (Bada-f) | 66 |
| Avvikande hastighet på godståg | 67 |
| Coordination of core European supply chains using Optimization (CO2REOPT) | 68 |
| In2Rail, Intelligent Mobility Management (WP7-WP9) | 70 |
| Förstudie tågsimulering och ERTMS | 71 |
| TIDIGARE AVSLUTADE PROJEKT..... | 72 |



OM KAJT

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

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

Vision och Programförklaring

KAJT:s vision är ett framtida järnvägssystem med maximal kapacitet och punktlighet. KAJT:s bidrag till visionen är excellent forskning i samverkan.

Verksamheten bedrivs i enlighet med *KAJT Programförklaring*:

KAJT ska:

- Bedriva forskning rörande järnvägskapacitet som håller hög internationell klass och som syns i de viktigaste tidskrifterna och konferenserna.
- Förse branschen med kompetens genom utbildning av personer med doktors- eller licentiat-examina 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,
Programkoordinator
Linköpings universitet
Telefon: +46 (0)70 570 9992
E-post: martin.joborn@kajt.org

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

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



FORSKNINGSOMRÅDEN

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



Figur 1: KAJT Forskningsprogram

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

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

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

Breddningsområden definierar forskningsområden som KAJT utforskar i tillägg till kärnområdena, som ett komplement. Breddningsområdena förändras mer dynamiskt än kärnområdena, som avses ligga 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.
- Digitalisering och automation i tågplaneprocess och operativ drift.
- Trafikinformation.
- Hantering av större störningar.
- Uppföljning och återkoppling.

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

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

Strategisk kapacitetsplanering

Det finns ett ömsesidigt beroende mellan infrastrukturens utformning och trafikering som påverkar kapacitet och punktlighet. När man bygger ut infrastrukturen måste man ta hänsyn till framtida marknadsförutsättningar med flexibilitet för olika trafikupplägg och när man utformar tidtabellerna måste man ta hänsyn till en given infrastruktur. Inte bara antalet tåg utan även blandningen av tåg med olika medelhastighet påverkar kapacitetsutnyttjandet och punktligheten. Tidsperspektivet på de studerade frågorna inom kärnområdet är ofta strategiskt, från nästa tidtabell till stora projekt fyrtio år framåt i tiden. I det långsiktiga perspektivet gäller det att ta fram modeller och metoder för att utforma en robust infrastruktur för flexibel tågledning och i det mer kortsiktiga perspektivet metoder för trafikplanering som medger både hög kapacitet och kvalitet. Inom kärnområdet studeras de trafikala aspekterna av infrastrukturen, snarare än de tekniska aspekterna. Viktiga frågeställningar är strategiska investeringsfrågor, drift och underhållsfrågor, analyser och samband, transportefterfrågan för person- och godstrafik, långsiktig investeringsplanering och trafiksystemet i samhället som helhet. Inom kärnområdet utvecklas metoder för att analysera samband mellan infrastruktur och trafikering och mellan tidtabellsutformning och kapacitet och punktlighet. Härvid används både analytiska metoder och simulering samt en kombination av systematisk simulering och matematisk utvärdering.

Taktisk kapacitetsplanering

Kärnområdet Taktisk kapacitetsplanering berör främst planering av tåg och banarbeten. Tidsperspektivet är från ungefär 1,5 år innan trafikdag fram till 24 timmar innan trafikering där den ettåriga tågplanen och ad hoc-processen är det primära forskningsområdet. Under den taktiska trafikplaneringen ska operatörernas (ibland motstridiga) önskemål och entreprenörernas önskemål om tågfria tider förenas med de infrastrukturella möjligheterna och utifrån detta ska en lämplig tågplan tas fram. Tågplanen ska underhållas och anpassas och till slut omsättas till en produktionsplan. Viktiga aspekter är att tågplanen bör vara konstruerad så att den är praktiskt lämplig för resenärer, godstransportörer och banarbetsentreprenörer, samtidigt som den ska vara robust. Dessutom ska den gå att genomföra på ett sådant sätt att det är möjligt att köra tåg till och från depåer, och det ska finnas tillräckligt med spår på driftsplatserna. Inom kärnområdet studeras sambanden mellan de komplexa krav som finns på tågplanen. Målet är att utveckla bättre processer och metoder för den taktiska trafikplaneringen, inkluderande metoder för att väga motstridiga krav mot varandra. Inom Taktisk kapacitetsplanering används många olika metoder såsom optimering, simulering, processmodellering och statistisk analys. Optimerings- och simuleringsmetoder, planeringsprocesser för tågplanen, samverkansprocesser, robusthetsaspekter i tågplanen är exempel på områden som studeras.

Operativ trafikstyrning och tågdrift

Kärnområdet Operativ trafikstyrning och tågdrift studerar den operativa trafikeringen utifrån en daglig tågplan. Frågor som studeras berör den operativa trafikledningen och metoder och verktyg för att järnvägen ska styras på ett effektivt sätt, både ur ett mänskligt, metodmässigt och algoritmässigt perspektiv. Den operativa trafikledningen ställer stora kognitiva krav på människor som arbetar med den, och deras verktyg måste vara utformade på sätt som stöder arbetet på rätt sätt. I det operativa skedet uppstår många avvikelser från planerna och man måste ha metoder och verktyg som kan hjälpa till att identifiera potentiella konflikter innan de uppstår, hantera de situationer, störningar och konflikter som 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 tågföringen effektiv ur både trafik och miljösynvinkel. Behovet av information går i båda riktningarna, trafikledningen kan effektiviseras om lokförare har möjlighet att återkoppla och rapportera status till trafikledningen. Lokförarnas totala informationsmiljö måste också utformas så att den bildar en användbar integrerad helhet. De måste stödjas effektivt samtidigt som de kan ha fokus på det säkerhetskritiska i sitt arbete. En viktig fråga rör balansen mellan automatiska styrsystem och mänsklig styrning, där man måste hitta ett bra samspel som fungerar i praktiken i olika situationer. Metoder behöver utvecklas för uppföljning och för att analysera utfallet av trafikeringen i syfte att ge lämplig återkoppling. Kärnområdet täcker alla dessa aspekter av den operativa hanteringen av trafikstyrningen, dess organisation, resurser, arbetsplatsutformning, geografiska placering, styrprinciper, informations- och beslutsstöd, MTO-aspekter, etc. Inom området används metoder från beteendevetenskap, kunskap om mänsklig styrning och automation, användbarhet, gränssnittsutformning, statistisk analys, optimering och simulering.

Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan

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



Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet

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

Planering av transportnätverk, fordon och personal

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

Underhåll och trafik

Ett föråldrat järnvägssystem behöver en ansevärd mängd reinvesteringar och underhåll för att ge god funktion, tillgänglighet, driftsäkerhet och komfort. Dessa banarbeten och underhållsinsatser är både tids- och kostnadskrävande och måste genomföras säkert och i koordination med normal trafik. Detta ställer krav på god planering av banarbeten och effektivare underhåll. Under den senaste tiden har allt mer fokus lagts på underhållets betydelse i järnvägsnätet. Det växande behovet av underhåll kombinerat med ett fortsatt högt nyttjande av infrastrukturen kommer att öka kraven på att underhåll utförs på ett sätt som är effektivt både vad gäller resursutnyttjande och ur trafikeringssynvinkel. Inom området Underhåll och trafik studeras planering och styrning av underhåll och trafik och den påverkan de har på varandra. Underhållsplaneringen kan vara både strategisk (t.ex. vilket år man ska göra spårbyten), taktisk (t.ex. när på året underhåll ska utföras) och operativ (t.ex. planering och styrning av snöröjning, reparationer). Underhåll av infrastrukturen har stor inverkan på operatörerna och deras verksamhet. Banägarens och operatörernas

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

Digitalisering och automation i tågplaneprocess och operativ drift

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

Trafikinformation

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

Hantering av större störningar

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

Uppföljning och återkoppling

Område Uppföljning och återkoppling hanterar analys av datakällor, identifiering av samband och återkoppling till olika stadier av planeringen. Huvudsyfte med uppföljning i detta perspektiv är just återkoppling för bättre planering. Data som uppföljning baseras på kommer främst från utfall av tåγκörning, och återkoppling för kunskapsuppbyggnad kan ske till både det strategiska, taktiska och operativa planeringsskedet. Inom området samverkar KAJT med Tillsammans för tåg i tid, TTT.

Internationell samverkan och Shift2Rail

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

KAJT-relaterade projekt

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



PÅGÅENDE PROJEKT

Kapacitet i nätverk (KAIN)

Mål

Projektet undersöker utvecklade metoder för kapacitetsanalys i nätverk. Den existerande UIC406 baserade matematiska metoden för beräkning av kapacitetsutnyttjande ska förbättras och utvidgas. Med hjälp av bättre metoder så kan infrastrukturen utnyttjas mer effektivt.

Fokus ligger dels på att introducera metod för beräkning av kapacitetsutnyttjande på noder, dels på nätverkseffekter. Projektet samverkar med S2R-projektet PLASA och PLASA 2 där simuleringsverktyget PRISM utvecklas.

Huvudsakliga aktiviteter

I projektet ingår en förstudie om befintliga metoder för beräkning av kapacitetsutnyttjande och identifikation av brister i Trafikverkets nuvarande metod. Fokus är utvecklingen av en ny, tidtabellsoberoende metod för beräkning av kapacitetsutnyttjande på noder och i nätverk. Dess vidare ingår en modellbeskrivning av Plasamodellen PRISM och utredning av användningsområdet för denna i Sverige. I både utnyttjandemodellen för noder och PRISM hämtas tidtabells- och infrastrukturdata från RailSys.

Samarbete sker med Norman Weik på RWTH Aachen (Germany Research Foundation with research grant 283085490 "Integral capacity and reliability analysis of guided transport systems based on analytical models" och Research Training Group 2236 "UnRAVeL").

Forskningsbidrag

Projektets syfte är att förbättra kapacitetsberäkningar. Detta underlättar att få en överblick över kapacitetssituation och kan ge positiva effekter som bättre punktlighet och förutsägbarhet för Trafikverket, järnvägsföretag och kunder.

Nytta för beställare

På 1-5 års sikt: Förbättra Trafikverkets kapacitetsberäkningar på stations- och nätverksnivå
På 5-10 år sikt: Implementering i olika planerings- och analysverktyg för att förbättra uppskattning av effekter på kapacitet

Närmast relaterade KAJT-projekt

Smart Planning and Safety for a safer and more robust European railway sector (PLASA och PLASA II), Utvärdering av tidtabellsstrategier.

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

Strategisk anläggningsplanering för balansering av underhåll och tågtrafik (STAPLA)

Mål

Projektet ska studera hur medelstora och stora stationer bör utformas med avseende på spårväxlar. Projektets mål är att utveckla analys- och dimensioneringsmetoder för optimal balansering av trafikeringsmöjligheter, underhåll och tillgänglighet samt att utvärdera dessa på verklighetsnära anläggningsfall.

Huvudsakliga aktiviteter

Forskningsstudier, metodutveckling, fallstudier, presentation och publicering.

Forskningsbidrag

Kunskapsuppbyggnad och metoder för anläggningsplanering av växlar. Studium av effektsamband mellan anläggningsutformning, trafikerings, underhåll och tillgänglighet. Fortsatt uppbyggnad av forskningskompetens inom området Underhåll och trafik.

Nytta för beställaren

På kort sikt: Metoder för strategisk anläggningsplanering av kritiska komponenter.

På 5 års sikt: Doktorsavhandling. Förbättrade underlag för anläggningsbeslut.

På 10 års sikt: Ev verktygsutveckling. Lägre underhållskostnader, stabilare anläggning.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Förstudie om strategisk anläggningsplanering (STAPLA-F).

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

Mål

Syftet med projektet är att ta fram mål för transportproduktionen på järnväg. Målet gäller enskilda transporter liksom total volym vilket formar ett produktionsmål. Syftet med att kunna uttrycka ett produktionsmål är bl.a. att möjliggöra planering i tidiga faser, innan ansökan om kapacitet, genom att använda detta produktionsmål och mäta uppfyllnad i termer av tillgänglighet till transporterna i produktionsmålet. Viktiga frågeställningar i projektet utgör hur ett utbud till transporter på järnväg kan formuleras och sättas samman, baserat på historiska erfarenheter samt i diskussion med järnvägens intressenter.

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

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

Närmast relaterade KAJT-projekt

Framtidens Leveranstågplaneprocess, Samhällsekonomisk effektiv planering av järnvägs-kapacitet, Effektiv planering av järnvägsunderhåll

| | |
|--------------------|--|
| Utförare | Linköpings universitet |
| Projektledare | Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se |
| Doktorand | Irfan Caner Kaya |
| Beställare | Per Köhler, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2019 |
| Omfattning (total) | 1 MSEK |
| Projekttyp | Doktorandprojekt |
| Forskningsområde | Strategisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik |

| | |
|-------------------------|--|
| Utförare | RISE |
| Projektledare | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se |
| Övriga projektdeltagare | |
| Beställare | Lars Brunsson, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2017 - 2019 |
| Omfattning (total) | 1,2 MSEK |
| Projekttyp | Forskningsprojekt |
| Forskningsområde | Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan |

Reservkapacitet i tågplaneprocessen (RIT)

Mål

Förstudiens mål är att lägga grunden för en huvudstudie där järnvägslagens krav på reservkapacitet får en vetenskaplig belysning. Reservkapacitet är kapacitet som avsätts i den ettåriga långtidsplanen för användning under tågplaneperioden, och rör dels tåglägen men även tjänster såsom uppställning, mm. Under 2018 har omfattningen vidgats till andra former av reserverad kapacitet, bl.a. som ett resultat av de internationella organisationerna RNE och FTEs projekt TTR, Redesign of the international timetabling process.

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

I Sverige är trafiken heterogen, vilket leder till mindre effektivt kapacitetsuttag. Sverige har även förhållandevis mycket godstrafik, som ofta har behov av kortare framförhållning och ett större behov att med kortare varsel ändra i tågplanen. Detta resulterar i att tågplanen blir fragmentiserad och tillkommande/ändrad trafik får nöja sig med restkapaciteten från den årliga processen. Stora kostnader uppstår som en följd, i samband med kapacitetsbrist, skogstid, förseningar och väntan på rangeringar och plats på bangårdar som följd.

Infrastrukturhållare har enligt lag en skyldighet att beakta behovet av s.k. reservkapacitet till ad hoc-processen¹. Det finns således en skyldighet för Trafikverket att ta hänsyn till och prognostisera den trafik som ansöks och tillkommer i korttidsprocessen.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Samhällsekonomiskt effektiv tilldelning av järnvägskapacitet, Effektiv planering av järnvägsunderhåll.

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

| | |
|-------------------------|--|
| Utförare | RISE |
| Projektledare | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se |
| Övriga projektdeltagare | |
| Beställare | Stefan Persson, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2018 - 2019 |
| Omfattning (total) | 0,5 MSEK |
| Projekttyp | Förstudie |
| Forskningsområde | Taktisk kapacitetsplanering |



Grafiska prognostidtabeller (GraPro)

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

På 1-5 års sikt: Om Trafikverket får tillgång till en metod för att automatiskt generera grafiska prognostidtabeller skulle tidtabellanalyser kunna genomföras för fler objekt. Detta skulle leda till att olika tidtabellfaktorer och infrastrukturåtgärder som dagens metod inte fångar kan inkluderas i effektbedömningen. På 5-10 år sikt: Bättre anpassad infrastruktur.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Impact-2, Strategisk anläggningsplanering, Klimat på spåret.

SJ - Optimering och Tidtabeller (SJOT)

Mål

Projektets mål är att undersöka om optimerande programvara för tidtabellläggning kan stötta SJ i processen att ta fram den årliga ansökan om tåglägen.

Huvudsakliga aktiviteter

I det av SJ finansierade KAJT-projektet "SJ - Optimering och tidtabeller" (SJOT) kommer SJ och RISE samarbeta för att undersöka hur järnvägsföretag kan använda optimering i förberedelsearbete inför kapacitetsansökan. SJ är Sveriges ledande kommersiella järnvägsföretag för resandetåg, och projektet kommer fokusera på att identifiera och utveckla funktionalitet som är viktig ur SJs perspektiv. I projektet ingår även att undersöka hur optimering kan passa in i den nuvarande systemstrukturen och att processtiden för tidtabellanalys kan kortas.

Forskningsbidrag

De flesta tidtabellägningsprojekt utgår från infrastrukturhållarens perspektiv. I detta projekt utgår frågeställningen istället från järnvägsföretagets perspektiv och dennes arbete med att ta fram bättre underlag för tåglägesansökan.

Nytta för beställare

Nyttan finns framför allt i två dimensioner, dels kvalitativt bättre ansökningar, dels på längre sikt kortare ledtider i arbetet med tåglägesansökan och därigenom större möjligheter att undersöka fler alternativ.

Närmast relaterade KAJT-projekt

TTK, Tågplan2015, Grapro

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

| | |
|-------------------------|--|
| Utförare | RISE |
| Projektledare | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se |
| Övriga projektdeltagare | Sara Gestrelus, |
| Beställare | Johan Båging, SJ |
| Tidsperiod | 2018 – 2019 |
| Omfattning (total) | 0,3 MSEK |
| Projekttyp | Forskningsprojekt |
| Forskningsområde | Taktisk kapacitetsplanering |

Konstruktionsregler för en robust tågplan (KRUT)

Mål

Projektet Konstruktionsregler för en Robust Tågplan (KRUT) har som mål att utveckla och utvärdera en metod för att förbättra robustheten i en tågtidtabell för enkelspår. Med en robust tidtabell menas en tidtabell där störningar inte sprider sig lätt mellan tåg och där tåg har en möjlighet till återhämtning efter en störning. Målet är att med hjälp av de teorier som analyseras och den modell som utvecklas i KRUT få en punktligare tågtrafik.

Metoden ska kunna användas i ett tidigt skede, redan i kapacitetstilldelningen när tidtabellen skapas, för att se till att tidtabellen håller en viss kvalitet när det kommer till robusthet. Tidigare forskning visar att konceptet Kritiska Punkter och det tillhörande måttet Robustness in Critical Points, RCP, på ett tillfredsställande sätt kan användas för att öka robustheten i en hel tidtabell för dubbelspårtrafik. Syftet med KRUT är att analysera om och hur måttet kan användas på en enkelspårig bana och om det behöver kompletteras med ytterligare aspekter. I slutänden är målet att utveckla en metod där RCP kombineras med andra styrande aspekter i tidtabellskonstruktionen för att ge ett trovärdigt och realistiskt stöd för konstruktörer.

Huvudsakliga aktiviteter

De huvudsakliga aktiviteterna i KRUT består bland annat av att analysera förseningsdata på enkelspår för att kunna dra slutsatser om samband mellan tidtabellskonstruktion och punktlighet. En definition av robusthetsmått på enkelspår likt tidigare framtagna RCP-mått ska tas fram. Flera tidtabeller ska konstrueras för en enkelspårsbana utifrån olika strategier och konstruktionsregler samt utvärderas i form av vilka konsekvenser de olika strategierna får för trafikuppläggen. Tidtabellerna ska sedan simuleras i Railsys och utvärderas i form av punktlighet och förseningsutveckling.

Forskningsbidrag

KRUT bidrar till att öka kunskapen kring hur robusta tidtabeller kan skapas och hur tågen påverkas av olika konstruktioner, både i planeringsskedet och i operativt läge. Det redan befintliga måttet RCP byggs på med en ytterligare aspekt för enkelspår, så att teorierna som tagits fram i tidigare projekt tillsammans med KRUT kan ge en helhetsbild av robusta tidtabeller.

Nytta för beställare

Projektets huvudsyfte är att minska förseningarna på järnvägen vilket betyder att den främsta nyttan ligger hos resenärerna och transportköparna. Genom att förseningarna minskar kan branschen i stort gynnas och tågoperatörer kan leverera en mer robust tjänst till sina kunder. Nyttan för Trafikverket är kunskap kring samband mellan tågplanekonstruktion och förseningar samt verktyg för hur en tågplan ska kunna göras mer robust. Det stora värdet ligger i att Trafikverket kan leverera en tågplan av högre kvalitet.

Rapporter

Inga publicerade rapporter än.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Det tidigare avslutade projektet Robusta tidtabeller för järnvägstrafik, RTJ.

| | |
|-------------------------|--|
| Utförare | Trafikverket, Linköpings universitet |
| Projektledare | Emma Solinen, emma.solinen@trafikverket.se |
| Övriga projektdeltagare | Anders Peterson, LiU, Jan Lundgren, LiU |
| Beställare | Ake Lundberg, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2019-2021 |
| Projekttyp | KAJT-relaterat doktorandprojekt |
| Forskningsområde | Taktisk kapacitetsplanering |

Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått (FlexÅter)

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

1-5 års sikt: Kunskap om förutsättningar, möjligheter och problem med kvalitetsmått för flexibilitet, robusthet och återställningsförmåga i tidtabeller. 5-10 års sikt: Metoden bör kunna introduceras successivt och då ge robustare tidtabeller vid ett visst kapacitetsutnyttjande.

Rapporter

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

J. Högdahl, M. Bohlin and O. Fröidh. A Combined Simulation-Optimization Approach for Minimizing Travel time and Delays in Railway Timetables. In revision for Transportation Research part B.

Johan Högdahl. Delay Prediction with Flexible Train Order in a MILP Simulation-Optimization Approach for Railway Timetabling. Submitted to RailNorrköping 2019.

Närmast relaterade KAJT-projekt

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

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

Tidtabellskvalitet (TTK)

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

Projektet består av tre huvuddelar:

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

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

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

Rapporter

Gestrelus, S., Aronsson, M., Peterson A. (2017) "A MILP-based heuristic for a commercial train timetabling problem", in: EWGT 2017: 20th Euro Working Group on Transportation Meeting, Budapest, Hungary, September 4–6, 2017. (Publicerad som Transportation Research Procedia 27, 2017, 569–576.) Artikeln finns tillgänglig här: goo.gl/ff8GSt.

Närmast relaterade KAJT-projekt

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

| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | Linköpings universitet, RISE |
| Projektledare | Anders Peterson, anders.peterson@itn.liu.se |
| Övriga projektdeltagare | Sara Gestrelus, RISE, Martin Aronsson, RISE |
| Beställare | Hans Dahlberg, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2017 – 2020 |
| Omfattning (total) | 4,5 MSEK |
| Projekttyp | Doktorandprojekt |
| Forskningsområde | Taktisk kapacitetsplanering, Uppföljning och återkoppling |



Smart Planning and Safety for a safer and more robust European railway sector (PLASA 2)

Mål

Projektet ska utveckla metodik för simulering av tågtrafik. Trafikverkets syfte med deltagande i projektet är att göra analyser av tidtabeller och punktlighet för att uppnå:

- Ökad korrekthet
- Snabbare analyser
- Större modeller

Trafikverket genomför mikrosimuleringar med simuleringsverktyget RailSys och håller en nationell RailSys-modell aktuell och uppdaterad. I projektet utvecklas en kompletterande metodik för makrosimulering. Nyttan med makrosimulering är att göra enklare, snabbare och mer översiktliga analyser. Makrosimuleringarna görs med en simuleringskärna PRISM utvecklad av DB.

Huvudsakliga aktiviteter

I PLASA 1 genomfördes simuleringar med PRISM-modellen av Trafikverket och KTH i Sverige, och av DB i Tyskland. I Sverige gjordes simuleringar av sträckan Katrineholm – Köpenhamn. Simuleringar genomfördes i RailSys och PRISM. Resultaten gav till stora delar överensstämmande resultat. I PLASA2 är arbetet uppdelat i två delar:

- möjlighetsstudier – vilka typer av studier kan utföras med PRISM
- utveckling av simuleringsmodellen och fallstudier

I PLASA2 är tanken att utveckla en enklare svensk PRISM-simulator för att studera några relevanta tillämpningsfall.

Forskningsbidrag

Projektet utvärderar mikro- och makrosimuleringsmetodik samt förbättrar PRISM-simulatoren efter resultaten.

Nytta för beställare

En förbättrad metodik för simulering och analyser av tågplaner ger positiva effekter för Trafikverket och svensk järnväg. Genom ökad kunskap kan järnvägens aktörer förbättra järnvägs-systemet. Kombinationen av mikrosimulering med RailSys och makrosimulering med PRISM ger möjlighet att göra snabbare, större och mer korrekta analyser/prognoser av punktligheten.

Trafikverket kan genom projektet erhålla:

- bättre kontroll över tidtabellens och infrastrukturens påverkan på trafikens punktlighet
- förbättrad metodik och beslutsstöd för tågplanering och trafikledning, vilket bidrar till ökad punktlighet
- förbättrade simuleringsverktyg gör att gapet minskar mellan tidtabell (tågplan) och trafikledning (operativ trafikering)

Kunskap om förutsättningar, möjligheter och problem med kvalitetsmått. Projektet har koppling till pågående utveckling av beräkningsstöd för tågplaner och beslutsstöd för trafikledning. Modellen kopplar dels till mikrosimulering och dels till analys av verkliga data om tågföring, störningar och punktlighet.

Projektet har viss koppling mot NTL och MPK dels utifrån tillämpningsområdet, dels utifrån att Siemens och Hacon deltar i projektet.

Närmast relaterade KAJT-projekt

PLASA, FR8RAIL2, FR8HUB

| | |
|-------------------------|--|
| Utförare | KTH, Lunds Universitet, Trafikverket |
| Projektledare | För hela projektet: Ying Löschel (DB) För Trafikverket: Magnus Wahlborg |
| Övriga projektdeltagare | Märkus Bohlin, KTH, Jennifer Warg, KTH, Ingrid Johansson, KTH, Carl-William Palmqvist, LU, Emma Solinen, Trafikverket |
| Beställare | Magnus Wahlborg, Trafikverket |
| Tidsperiod | Del 1 2016 09 – 2018 09, Del 2 2018 09 – 2020 09 |
| Omfattning (total) | 3,2 MSEK |
| Projekttyp | EU-projekt (Shift2Rail) |
| Forskningsområde | Strategisk kapacitetsplanering, taktisk kapacitetsplanering, Digitalisering och automation i tågplaneprocess och operativ drift, Internationell samverkan och Shift2Rail |

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

Mål

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

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

Huvudsakliga aktiviteter

1. Nulägesbeskrivning av innovationer och praktisk tillämpning inom områden, samt att specificera vilka förbättringar som kan åstadkommas inom projektet och hur de kan demonstreras. En viktig del är användandet av s.k. IVG (Intelligent Video Gate).
2. Definiera scenarier för simuleringar och demonstrationer, analysera åtgärder för att kunna öka medelhastigheten för godståg, samt göra ett urval över viktiga flaskhalsar för godstågstrafikkorridoren mellan Skandinavien och Medelhavet.
3. Design av funktionalitet och (högnivå-) metoder för trafikplanering och -styrning, samt definition av matematiska grundmodeller som kan användas för tidtabellsplanering (LiU) och integrerad planering linje–bangård/terminal (KTH).
4. (Högnivå-) Systemarkitektur och hantering av IVG-information. Denna aktivitet fokuserar på hur mjukvaruarkitektur och dataformat ska se ut.
5. Simulering av utvalda scenarier. Simuleringar skall utföras enligt de modeller och metoder som valts ut enligt ovan. En del handlar om att på en övergripande nivå studera hur olika terminaler/bangårdar påverkar varandra genom järnvägsnätet.
6. Utveckling av en konceptuell demonstrator. Demonstratorn kommer att använda data från en given tidtabell samt beskrivning av tillgänglig infrastruktur för att underlätta planering och styrning av blandad trafik (gods- och persontåg). Demonstratorn kommer att utvärderas genom användning av mikrosimulering.
7. Utvärdering av utvalda scenarier för snabbare godståg. En ekonomisk utvärdering av de studerade scenariernas kostnader och nyttor både för tågoperatörer och infrastrukturhållare.

Forskningsbidrag

Forskningsbidragen i projektet är:

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

Nytta för beställare

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

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

Publikationer

Deliverable 3.1 State-of-the-art and specification of innovations, demonstrations and simulations (6/7/2018).

Närmast relaterade KAJT-projekt

Realiserbara och ändamålsenliga tidtabeller: från plan till drift (RELÄT), Tidtabellskvalitet (TTK), Capacity4Rail (C4R), FlexÅter, ARCC, FR8RAIL2.



| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | KTH, Linköpings universitet |
| Projektledare | Märkus Bohlin, mbohl@kth.se |
| Övriga projektdeltagare | Behzad Kordnejad, KTH, Johan Högdahl, KTH, Niloofar Minbashi KTH, Anders Peterson, LiU, Leila Jalili, LiU, Christiane Schmidt LiU |
| Beställare | Magnus Wahlborg, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2017 – 2020 |
| Omfattning (total) | 6,4 MSEK |
| Projekttyp | Doktorandprojekt, EU-projekt (Shift2Rail) |
| Forskningsområde | Strategisk/taktisk/operativ kapacitetsplanering, Digitalisering och automation i tågplaneprocess och operativ drift |

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

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

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

Närmast relaterade KAJT-projekt

Framtidens leveranstågplaneprocess (FLTP), Fr8Rail II.

Digitalization and Automation of Freight Rail, WP 3 (Fr8Rail II WP3)

Mål

Digitalization and Automation of Freight Rail (Fr8Rail II) är ett Shift2Rail-projekt, där ett flertal av KAJT-parterna är aktiva i WP3 Real-time network management and improved methods for timetable planning. Mål för projektet är dels att ta fram en demonstrator för förbättrade planeringsmetoder vid tidtabellskonstruktion, och dels att ta fram en specifikation för en demonstrator inom området real time network management. Forskning kommer också bedrivas inom tidtabellläggningsmetoder och korttidsamordning mellan underhåll och trafik.

Huvudsakliga aktiviteter

Specifikation och utveckling av demonstrator för tidtabellläggning. Utveckling av metoder ökad robusthet av tidtabeller och för mindre modifiering av befintliga tidtabeller. Analys av hantering av servicefönster i korttidsperspektiv. Analys av möjligheter att använda makro-/mesosimulering i demonstratorn för snabb estimering av operativa kriterier så som förseningsutveckling vid störningar. Beskrivning och analys av rangerbangårdars förutsättningar för utvecklad samordning med linjenätets planering och realtidsstyrning, med speciellt fokus på Södra stambanan och Malmö godsbangård.

Forskningsbidrag

Kartläggning av förseningar, kanalprecision, och omplanering av godståg. Hantering av underhållsarbeten och hur dessa beaktas i tidtabellsplanering och operativ trafikering, specifikt bokning av spårtider och frisläppning av outnyttjade tider inom servicefönster.

Nytta för beställare

På 1-3 års sikt erhålls en demonstrator för utvärdering av nya tidtabellläggningsstrategier och metoder. På 5-10 års sikt kan projektet ge verktyg för förbättrad hantering av servicefönster och bättre samordning mellan rangerbangårdar och linjenätet.

Närmast relaterade KAJT-projekt

ARCC, Fr8Hub, Impact-2, Plasa-2, Blixten

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

| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | RISE, LiU, KTH, BTH, VTI, LU |
| Projektledare | Martin Joborn, RISE, martin.joborn@ri.se |
| Övriga projektdeltagare | Anders Peterson, LiU, Christiane Schmidt, LiU, Carl-Henrik Häll, LiU, Leila Jalili, LiU, Markus Bohlin, KTH, Behzad Kordnejad, KTH, Jennifer Warg, KTH, Ingrid Johansson, KTH, Sara Gestrelus RISE, Martin Kjellin, RISE, Carl-William Palmquist, LU, Tomas Lidén, VTI, Emil Berntsson, Trafikverket, Andreas Bååth, Trafikverket |
| Beställare | Magnus Wahlborg, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2018 – 2021 |
| Omfattning (total) | 8,4 MSEK |
| Projekttyp | EU-projekt (Shift2Rail) |
| Forskningsområde | Taktisk kapacitetsplanering, Operativ kapacitetsplanering, Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet |
| Hemsida | https://projects.shift2rail.org/s2r_ip5_n.aspx?p=FR8RAIL%20ii# |

Digitalization and Automation of Freight Rail, WP 4 C-DAS (Fr8Rail II WP4)

Mål

Fr8Rail II WP4 fokuserar på Connected Driver Advisory Systems (C-DAS). De flesta befintliga DAS-system har energi- och hastighetsoptimering av enskilda tåg som mål, men med C-DAS ges möjlighet att fånga upp värden för järnvägssystemet, såsom effektoptimering, kapacitetsmaximering, punktlighetsstyrning, och energioptimering på systemnivå. De främsta målen med det svenska arbetet i projektet är dels att utvärdera svenska erfarenheter av C-DAS-system samt att bevaka och utveckla infrastrukturägarens nytta av C-DAS och fånga upp dessa nämnda systemeffekter.

Övriga internationella parter i WP4 är Ansaldo STS, DB Cargo, Knorr Bremse och Bombardier. Viktiga mål för delprojektet som helhet (WP4) ta fram specifikation för C-DAS-system och att implementera och utvärdera en prototyp av C-DAS i DB Cargos tåg.

Huvudsakliga aktiviteter

Utvärdering av svenska erfarenheter av C-DAS, främst på Malmbanan. Analys av infrastrukturägares nyttor av C-DAS, inklusive state-of-the-art och state-of-practice och gap-analys.

Forskningsbidrag

Forskningsbidrag i projektet är dels att samla upp erfarenheter kring implementerade C-DAS system samt gap-analys för järnvägssystemaspekter av C-DAS.

Nytta för beställare

På 1-3 års sikt ge kunskap inför eventuellt framtida införande av C-DAS i Sverige.
På 5-10 års sikt kan projektet ge verktyg för att uppnå systemnyttor av C-DAS.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Punktlighet genom målpunktsstyrning (PUMPS), On-Time.

| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | RISE |
| Projektledare | Martin Joborn, martin.joborn@ri.se |
| Övriga projektdeltagare | Nima Ghaviha |
| Beställare | Anders Ekmark, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2018 - 2021 |
| Omfattning (total) | 0,8 MSEK |
| Projekttyp | EU-projekt (Shift2Rail) |
| Forskningsområde | Operativ kapacitetsplanering |
| Hemsida | https://projects.shift2rail.org/s2r_ip5_n.aspx?p=FR8RAIL%20ii# |



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

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

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

Forskningsbidrag

Beskrivning av nuläge och forskningsbehov vid rangerbangårdar, terminaler och deras samordning med linjen. Beskrivning av nuläge och forskningsbehov kring kapacitetsplanering, men ett speciellt fokus mot godstrafikens situation. Modeller (optimering/simulering) och prototyper för utvecklad samordning mellan bangård och linje. Metoder för att lägga till enskilda tåg i given tidtabell, utifrån de behov och möjligheter som finns vid bangårdarna. Hur kan residualkapaciteten utnyttjas på bästa sätt, utan att existerande trafik påverkas negativt.

Nytta för beställare

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

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

Rapporter

Gestrelus, S., Aronsson, M., Joborn, M., Bohlin, M. (2017). Towards a comprehensive model for track allocation and roll-time scheduling at marshalling yards

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

Ljunggren, F., Persson, K. (2017). Algorithm for inserting a single train in an existing timetable, Master Thesis, Linköping University

Ljunggren, F., Persson, K., Peterson, A. and C. Schmidt (2018) "Maximum robust train path for additional train inserted in an existing railway timetable", in: CASPT 2018: Conference on Advanced Systems in Public Transport and Transit Data 2018, Brisbane, Australia, July 23–25, 2018. (Manuscript won the Best Paper Award at the conference.)

Lucke, H-J, Gestrelus, S., Joborn, M., Wahlborg, M. (2017). D2.1 - Description of automation/optimisation requirements and capabilities of decision making process in Marshalling yards and Terminals

Lucke, H-J, Gestrelus, S., Joborn, M., Wahlborg, M. (2018). D 2.3 – Modelling Requirements and Interface Specification to Yard Simulation System

Wahlborg, M. et al. (2018) D3.1 – Final pre-study for an improved methodology for timetable planning including state-of-the-art and future work plan

Närmast relaterade KAJT-projekt

PRAGGE, Tidtabellskvalitet (TTK), Fr8Hub



| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | RISE, Linköpings universitet, KTH |
| Projektledare | Martin Joborn, martin.joborn@ri.se |
| Övriga projektdeltagare | Anders Peterson, LiU, Christiane Schmidt, LiU, Leila Jalili, LiU, Behzad Kordnejad, KTH, Sara Gestrelus RISE, Martin Aronsson, RISE, Mats Åkerfeldt, Trafikverket |
| Beställare | Magnus Wahborg, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2016 - 2019 |
| Omfattning (total) | 3,6 MSEK |
| Projekttyp | EU-projekt (Shift2Rail) |
| Forskningsområde | Operativ kapacitetsplanering, Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet |
| Hemsida | http://projects.shift2rail.org/s2r_ip5_n.aspx?p=ARCC |

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

Utgångspunkt och Mål

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

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

Huvudsakliga aktiviteter och Forskningsbidrag

Projektet förväntas bidra med:

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

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

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

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

Rapporter

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

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

Axelsson, A., & Jansson, A. A. (2018). On the importance of mental time frames: A case for the need of empirical methods to investigate adaptive expertise. Journal of Applied Research on Memory and Cognition, 7, 51-59.

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

Axelsson, A. (2019). Experience and visual expertise: A first look at eye behaviour in train traffic control. Journal of Expertise (submitted January 2019).

Axelsson, A. (2019). Knowledge elicitation as abstraction of purposive behaviour. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 1765. 79 pp. Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis. ISBN 978-91-513-0555-4.

Närmast relaterade KAJT-projekt

DIALOG, BAOT och FLOAT.

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

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

GridRail

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

På lång sikt kunskapsuppbyggnad inom området visuell design av informationspresentation.

Närmast relaterade KAJT-projekt

UFTB och UFTB II

Automatiserad tågtrafikledning - förstudie

Mål

Att i en förstudie beskriva kunskapsläget inom automatiserad trafikstyrning.

Huvudsakliga aktiviteter

Litteraturstudier.

Forskningsbidrag

Litteraturgenomgång av aktuellt forskningsläge.

Nytta för beställare

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

Närmast relaterade KAJT-projekt

UFTB, UFTB II, BAOT, FLOAT och DIALOG

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

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

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

Mål

Projektet syftar till att skapa praktisk nytta av den optimeringsmodell för servicefönster som har tagits fram inom projektet Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster (EPLUS), genom att studera ett antal typfall av nätverk, trafik och underhållsvolymer.

Projektets mål är att Trafikverket vid halvårsskiftet 2020 ska ha ett gott underlag för att besluta om vidare användning av modellen för optimering av servicefönster, samt ha fått en bättre kunskap om hur servicefönster bör utformas för olika typfall.

Stor tyngdpunkt kommer att läggas vid involvering av berörda enheter inom Trafikverket, samt att få god samstämmighet mellan modell och verklighet.

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

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

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

På 10 års sikt: Bättre anläggningsunderhåll.

Närmast relaterade KAJT-projekt

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

Tid för underhållsåtgärder i spåret

Mål

På kort sikt är målet att ta fram relevant underlag med avseende på hur olika underhållsåtgärder bemannas och vilken tid som behövs för åtgärdens genomförande. På lång sikt är målet att skapa underlag för en så realistisk tidsplanering som möjligt för nödvändiga underhållsåtgärder med avseende på tidtabellplaneringen så att både trafiken och underhållsverksamheten samverkar på ett så effektivt och störningsfritt sätt som möjligt.

Huvudsakliga aktiviteter

Kartläggning och beskrivning av processen för underhållsaktiviteter i spåret. Vilka parametrar kan vara av betydelse och hur ska de beaktas för att skapa en så realistisk planering som möjligt för behovet av underhållstider i spåret. Analys av banarbetsplaner och banutnyttjandeplaner. Intervjuer med bland annat entreprenörer, Trafikverkets projektledare, upphandlare och trafikledning. Kartläggning av hur moderna arbetsmaskiner och arbetsmetoder kan bidra till effektivare tider för underhållsåtgärder.

Forskningsbidrag

Ta fram underlag avseende tidsåtgången för olika typer av underhållsåtgärder som i sin tur kan ligga till grund för en så realistisk tidsplanering som möjligt för nödvändiga underhållsåtgärder så att både underhållsverksamheten och trafiken samverkar så effektivt och störningsfritt som möjligt.

Nytta för beställare

Nytta för beställare är bland annat:

- Bättre planeringsunderlag för prioritering mellan underhållsåtgärder och strategi för hur tid i spåret ska allokeras för underhåll.
- Bättre förutsättningar för planering av förbyggande underhåll.
- Ökad möjlighet till planering och samordning av underhållsåtgärder kopplad både till olika typer av underhållsåtgärder och till vilken trafikpåverkan som kan förväntas uppstå.
- Ökad kunskap med avseende på möjligheterna och förutsättningarna att införa nya arbetsmetoder/-maskiner i underhållsverksamheten.
- Bättre underlag för såväl ekonomisk planering som för planering av resurser.

Rapporter

Inga rapporter publicerade än.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Strategisk anläggningsplanering för balansering av underhåll och tågtrafik – förstudie (STAPLA-F), Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster (EPLUS), Banarbeten – processer och datatillgång (Bada-f).

| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | Linköpings universitet |
| Projektledare | Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se |
| Övriga projektdeltagare | Arbetsgrupp på Trafikverket |
| Beställare | Lars Brunsson, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2019 – 2020 |
| Omfattning (total) | 1,8 MSEK |
| Projekttyp | Forskningsprojekt |
| Forskningsområde | Taktisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik |

| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | VTI |
| Projektledare | Ragnar Hedström, ragnar.hedstrom@vti.se |
| Övriga projektdeltagare | Peter Torstensson, VTI |
| Beställare | Joel Sultan, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2019-2020 |
| Omfattning (total) | 0,84 MSEK |
| Projekttyp | Forskningsprojekt |
| Forskningsområde | Underhåll och trafik |

Banarbetsprocess och datatillgång (BANDAT)

Mål

En stor del av de underhålls- och utbyggnadsåtgärder som genomförs på järnvägsnätet kräver banarbete – det vill säga något slags avstängning av järnvägen för att lämna plats åt dem som ska arbeta. Planering av banarbetskapacitet sker i banarbetsprocessen – en process som främst är styrd av de krav på framförhållning i publiceringen av avstängningarna som finns för att trafiken ska kunna anpassas till dem, och som i sin tur manifesteras i de deadlines som gäller för ansökan om tåglägeskapacitet.

Projektet syftar till att undersöka processen för planering av banarbeten, från det att behovet uppkommer till det att det genomförs, mot bakgrund av vilken data som finns att tillgå vid vilket tillfälle. Den underliggande frågan är huruvida banarbeten planeras vid rätt tidpunkt eller inte.

Huvudsakliga aktiviteter

Genom att närmre undersöka när i planeringsfasen olika data finns att tillgå, fås en bild av effektiviseringsmöjligheter för planering av banarbeten. Identifiering av data som skulle kunna användas, främst i banarbetsprocessen, men där det är relevant också i övriga ovan nämnda processer. Det rör alltså data som dels beskriver anläggningens status, dels banarbetens och infrabristers påverkan på rättidighet och kapacitetstillgänglighet.

Forskningsbidrag

Projektet ska belysa beslut och information (nuvarande och möjlig) som rör såväl behov, planering och genomförande av åtgärder i anläggningen, som själva kapacitetstilldelningen för åtgärderna och de effekter på tågtrafiken som den har. Allt det ska förstås som en del av banarbetsprocessen.

Nytta för beställare

En effektiviserad banarbetsplanering är inte bara av stort ekonomiskt värde för Trafikverket, utan också för dess entreprenörer (mindre omplanering kräver färre resurser) och inte minst för de järnvägsföretag som trafikerar järnvägen (mindre och mer förutsägbar trafikpåverkan). Projektets resultat kommer att kunna användas som underlag för dialog mellan olika aktörer. På lång sikt är ambitionen att projektet ska leda till en ökad punktlighet och precision i tågtrafiken, en mer robust tågplan, och ett högre kapacitetsutnyttjande.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Projektet har koppling till ett antal KAJT-projekt, främst inom området Underhåll och trafik så som Tid för underhållsåtgärder i spåret. Data från projektet Mindre störningar i tågtrafiken (MIST2) är tänkt att användas inom projektet för att analysera punktlighet med anknytning till banarbeten för uppföljning och återkoppling. Projektet kopplas till Shift2Rail-projektet PLASA genom att input lämnas till Railsys-analyser.

Följsam Automation (F-Auto)

Mål

Att undersöka hur algoritmer kan användas inom trafikledning och trafikövervakning för att identifiera trafiksituationer och arbetssituationer med hög kognitiv belastning. Med detta som underlag är målet att låta automationen föreslå förändringar i arbetsbelastningen.

Huvudsakliga aktiviteter

Fältstudier med analyser och tolkning utifrån ett Distribuerat kognitionsperspektiv, mätning av blickbeteende och fysiologiska variabler som underlag för utveckling av algoritmer, samt utveckling av olika typer av simulatorer (low-fi och high-fi) där algoritmer och automation kan testas för att undersöka om automation kan stödja operatörer i deras arbeten.

Forskningsbidrag

Minst en kanske tre olika portföljer inom Trafikverket (tågtrafik, sjöfart och flygledning)

Nytta för beställare

Kunskap om vad som är gemensamt för olika trafikövervakningsarbeten, samt hur automation kan användas för att identifiera risksituationer i detta arbete

Rapporter

Inga än, projektet startade sent 2018

Närmast relaterade KAJT-projekt

UFTB II

| | |
|-------------------------|--|
| Utförare | Lunds Universitet |
| Projektledare | Lena Hiselius, lena.hiselius@tft.lth.se |
| Övriga projektdeltagare | Nils Olsson, Saba Soltani, Lund Universitet, Lars Brunsson, Trafikverket |
| Beställare | Rose-Marie Renberg, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2019 – 2021 |
| Omfattning (total) | 4,02 MSEK |
| Projekttyp | Doktorandprojekt |
| Forskningsområde | Underhåll och trafik |

| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | Linköpings universitet, Linnéuniversitetet, Uppsala universitet, Luftfartsverket, Trafikverket |
| Projektledare | Magnus Bång, LiU, magnus.bang@liu.se |
| Övriga projektdeltagare | Jonas Lundberg LiU, Magnus Nylin, Lfv, Anders Arweström Jansson, UU, Anton Axelsson, UU, Gesa Praetorius, LnU, Billy Josefsson, Lfv, Carl Hult, LnU |
| Beställare | Jörgen Frohm, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2018 – 2020 etapp I, 2021 – 2022 etapp II |
| Projekttyp | KAJT-relaterat projekt |
| Forskningsområde | Operativ trafikledning |

Grundorsaker till mänskliga felhandlingar vid operativ tågtrafikledning (FelOp)

Mål

felhandlingar vid operativ tågtrafikledning samt ge underlag till förbättringar av stödsystem, rutiner och arbetssätt för insamling, analys och återföring av erfarenheter från händelser. Eftersom detta är ett pilotprojekt avgränsas projektet till att fokusera främst på tågklararens arbete.

Huvudsakliga aktiviteter

1. Inledande kunskapsöversikt av både nationell och internationell forskning inom insamling, analys och erfarenhetsåterföring från händelser i säkerhetsrelaterade verksamheter (i första hand tågtrafikledning) samt klassificering av grundorsaker relaterade till MTO.
2. Kartlägga och utvärdera befintliga stödsystem och rutiner för rapportering och erfarenhetsåterföring av händelser/felhandlingar.
3. Analysera händelserapporter och uppgiftsanalyser, i kombination med observationer och intervjuer, med syfte att:
 - a) Identifiera och klassificera felhandlingar (samt orsaker till dessa) kopplat till tågklararens uppgifter, inklusive att se över de klassificeringar som finns idag.
 - b) Identifiera vilka processer och beslutstillfällen som behöver stöttas.
 - c) Identifiera eventuella fördjupade kunskaps- och forskningsbehov.

Forskningsbidrag

Att, baserat på mänskliga förutsättningar och begränsningar, ge ökad kunskap kring och förståelse för grundorsaker till mänskliga felhandlingar vid operativ tågtrafikledning.

Nytta för beställare

Projektet förväntas ge förslag till:

- Mer systematiskt arbetssätt för återkoppling av erfarenheter från inträffade händelser.
- Förbättringar i rutiner, metoder och verktyg för inhämtning av information och erfarenhetsåterföring från bakomliggande orsaker till mänskliga felhandlingar vid operativ tågtrafikledning.
- Mer användbara analyser av bakomliggande orsaker genom t.ex. kategorisering av mänskliga felhandlingar utifrån ett MTO-perspektiv.
- Bättre prioriteringsunderlag till förbättringsåtgärder inom Trafikverket Trafikledning.

Rapporter

Andersson, J., Björklund, G. (2018). Felhandlingar vid operativ tågtrafikledning. En kunskapsöversikt. VTI PM 2018-12-28. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Närmast relaterade KAJT-projekt

UFTB, UFTB II, DIALOG

FTTS2 – Socioteknisk systemdesign av framtidens tågtrafiksystem

Mål

Syftet med FTTS2 är att gå från analyser av befintliga verksamhetsstrukturer till en första version av socioteknisk systemdesign av tågtrafiksystemet. Ett första mål är att kartlägga informatörernas arbetsuppgifter på samma sätt som tidigare gjorts med tågtrafikledare och lokförare. Ett andra mål är att genomföra en serie workshops där tågtrafikledare, lokförare och informatörer diskuterar avvikelser samt kommer med förslag på lösningar. Ett tredje mål är att genomföra motsvarande workshops med lednings- och managementnivåer.

Huvudsakliga aktiviteter

Fältstudier vid några olika trafikledningscentraler med fokus på informatörernas arbete. Workshops och fokusgrupper med olika operativa roller. Intervjuer och workshops med ledningsnivåerna.

Forskningsbidrag

Undersökning om hur distribuerad kognition kan användas som grund för socioteknisk systemdesign på organisationsnivå.

Nytta för beställare

Projektet vill visa på styrkan med att tågtrafiksystemet ses som helhet (tågtrafikledning + lokföring), särskilt när det gäller informations- och kommunikationsstrukturer som flyter mellan de olika delarna.

Rapporter

Projektet startade 2019-01-01. Första rapporten är planerad till 2019-09-15

Närmast relaterade KAJT-projekt

UFTB och DIALOG

| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) |
| Projektledare | Gunilla Björklund, gunilla.bjorklund@vti.se |
| Övriga projektdeltagare | Jan Andersson, VTI, Christopher Patten, VTI |
| Beställare | Anna Maria Östlund, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2018 – 2019 |
| Omfattning (total) | 0,81 MSEK |
| Projekttyp | Forskningsprojekt |
| Forskningsområde | Operativ styrning och tågdrift, Uppföljning och återkoppling. |

| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | Uppsala universitet |
| Projektledare | Anders Arwestrom Jansson, anders.arwestrom.jansson@it.uu.se |
| Övriga projektdeltagare | Rebecca Andreasson |
| Beställare | Jörgen Frohm |
| Tidsperiod | 2019 – 2021 |
| Omfattning (total) | 2,4 MSEK |
| Projekttyp | Doktorandprojekt |
| Forskningsområde | Operativ kapacitetsplanering, Trafikinformation |

DIALOG

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

Användning av distribuerad kognition inom ett nytt tillämpningsområde.

Nytta för beställare

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

Rapporter

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

Andreasson, R., Jansson, A.A. & Lindblom, J. (2018). Past and Future Challenges for Railway Research and the Role of a Systems Perspective. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Alboloni, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), Proceedings of 20th Congress of International Ergonomics Association (IEA 2018), Florence, Italy, August 26-30th, pp. 1737-1746.

Andreasson, R., Jansson, A.A. & Lindblom, J. (2018). The coordination between train traffic controllers and train drivers: a distributed cognition perspective on railway. Cognition, Technology & Work, <https://doi.org/10.1007/s10111-018-0513-z>

Närmast relaterade KAJT-projekt

UFTB, UFTB II, BAOT och FLOAT.

TRANS-FORM: Det svenska delprojektet

Mål

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

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

Huvudsakliga aktiviteter och Forskningsbidrag

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

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

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

Övrigt

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

| | |
|-------------------------|--|
| Utförare | Uppsala universitet |
| Projektledare | Anders Arwestrom Jansson, anders.arwestrom.jansson@it.uu.se |
| Övriga projektdeltagare | Rebecca Andreasson |
| Beställare | Jörgen Frohm, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2018 – 2019 |
| Omfattning (total) | 2,1 MSEK |
| Projekttyp | Doktorandprojekt |
| Forskningsområde | Operativ kapacitetsplanering, Trafikinformation |

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

Mindre Störningar i Tågtrafiken (MIST)

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

Resultaten kan användas i tidtabellskonstruktion för att åstadkomma en högre punktlighet, och för att prioritera åtgärder mellan olika stråk och störningstyper.

Rapporter

Palmqvist, C.W. N.O.E. Olsson & Winslott Hiselius, L. (2018) The Planners' Perspective on Train Timetable Errors in Sweden, Journal of Advanced Transportation, vol. 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8502819>.

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

Palmqvist, C.W., Olsson, N.O.E. & Winslott Hiselius, L. (2017) An Empirical Study of Timetable Strategies and Their Effects on Punctuality, presented at IAROR 2017 in Lille, France.

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

Palmqvist, C.W. (2019) Mindre Störningar i Tågtrafiken, Slutrapport.

Närmast relaterade KAJT-projekt

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

Mindre Störningar i Tågtrafiken, del 2 (MIST2)

Mål

Projektet syftar till att: (a) förbättra kunskapen om störningar i tågtrafiken med fokus på uppehållsförseningar och interaktioner mellan tåg, (b) förbättra metoderna för simulering av tågtrafiken med fokus på validering och kalibrering av modeller mot verkligheten och (c) utvärdera effekterna av nya konstruktionsregler och -processer. På sikt ska detta bidra till färre störningar i tågtrafiken, och till högre punktlighet.

Huvudsakliga aktiviteter

Forskning kommer att bedrivas kring följande områden: empiriskt om uppehåll, tåginteraktioner och förseningar, metodutveckling och simulering med hjälp av Railsys samt utvärdering av nya konstruktionsregler och -processer.

Forskningsbidrag

Störningarna är i särklass vanligast vid stationsuppehåll, och varierar beroende på tågtyp, tid och plats, samt en mängd förklaringsfaktorer såsom väder, resenärsmängd, tidtabellsstruktur, infrastrukturkomplexitet, med mera. För att tågtrafikens kapacitet och punktlighet ska öka måste kunskapen om dessa störningar förbättras avsevärt, innan verkligt effektiva åtgärder kan sättas in. En viktig trend är mot mer simulering och modellering av järnvägens kapacitet, både inom verksamheten och forskningen. Detta gör det angeläget att utveckla metoder för att simuleringarna blir både smidigare att genomföra, och mer realistiska. Det föreslagna projektet befinner sig i skärningspunkten mellan detta behov för ökad kunskap om störningarna, och behovet för metodutveckling inom simulering och modellering av järnvägstrafiken.

Nytta för beställare

Resultaten ska implementeras i både Kapacitetscenters simuleringsarbete och tidtabellplaneringens arbete med konstruktionsregler och årliga tågplaner, till stor del genom en tät dialog och nära samarbeten med berörda delar av Trafikverket.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått (FlexÅter) Realiserbara och ändamålsenliga tidtabeller: från plan till drift (RELÄT) Tidtabellskvalitet (TTK) Utvärdering av tidtabellsstrategier m.h.t. simulering Spridningseffekter av störningshändelser i tågtrafiken (SPRIDA) Mindre Störningar i Tågtrafiken (MiST)

| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | Lunds Universitet |
| Projektledare | Lena Hiselius, lena.hiselius@ft.lth.se |
| Övriga projektdeltagare | Carl-William Palmqvist |
| Beställare | Kenneth Håkansson, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2016 – 2019 |
| Omfattning (total) | 3,3 MSEK |
| Projekttyp | Doktorandprojekt |
| Forskningsområde | Taktisk kapacitetsplanering, Uppföljning och återkoppling |

| | |
|-------------------------|--|
| Utförare | Lunds Universitet |
| Projektledare | Lena Hiselius, lena.hiselius@ft.lth.se |
| Övriga projektdeltagare | Carl-William Palmqvist, Nils Olsson |
| Beställare | Hans Dahlberg, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2019 – 2022 |
| Omfattning (total) | 3,3 MSEK |
| Projekttyp | Doktorandprojekt |
| Forskningsområde | Uppföljning och återkoppling |

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

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

På 1-3 års sikt kan projektet ge viktig kunskap till TTT:s arbete för att öka punktligheten i järnvägssystemet samt analysverktyg för ökad kunskap om samband mellan störning och punktlighet. På 5-10 års sikt kan Trafikverket få verktyg för att analysera störningars spridning.

Närmast relaterade KAJT-projekt

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



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

Nyckeltal för punktlighet på järnväg (Nypunkt)

Mål

Projektets mål är att ge större förståelse kring vad som orsakar icke-punktliga tåg, ge en tydligare bild av sambandet mellan åtgärd och effekt, samt en tydligare bild av vad som behövs för att nå det övergripande målet om 95% punktlighet vid slutstation. Projektet omfattar både resandetåg och godståg. Inom projektet ska ett 10-tal indikatorer för ökad punktlighet tas fram. Dessa indikatorer ska vara lätta att förstå, mätbara och kunna användas för att utvärdera åtgärders effekt på punktlighet.

Huvudsakliga aktiviteter

Projektets aktiviteter innefattar litteraturstudie kring punktlighet i tågtrafiken, nära samverkan med effektområdena inom TTT (Tillsammans för tåg i tid), workshop där förslag till indikatorer för ökad punktlighet diskuteras och justeras, rapportering i form av en lägesrapport och en slutrapport, samt övrig resultatspridning i form av presentation i TTT:s styrgrupp och presentation på konferens.

Forskningsbidrag

Projektet Nypunkt tar ett samlat grepp om punktlighetsfrågan. Inom projektet tas indikatorer fram vilka förbättrar styrningen av punktlighetsarbetet, så att punktlighetsarbetet kan utvärderas och analyseras gällande om de åtgärder som genomförs får genomslag och förbättrar punktligheten.

Nytta för beställare

På kort sikt: Förslag till indikatorer för bättre styrning av punktlighetsarbetet

På medellång sikt: Implementerade indikatorer

På längre sikt: Ökad punktlighet i tågtrafiken

Rapporter

Kristoffersson, I. (2018). Nypunkt - Lägesrapport. Teknisk rapport.

Kristoffersson, I., Pyddoke, R. (2019). A Traveller Perspective on Railway Punctuality: Passenger Loads and Punctuality for Regional Trains in Sweden. Working Paper.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Mist – Mindre störningar i tågtrafiken

Utspridd – Utveckling av spridningsmått för störningar och deras påverkan på punktlighet

Tågsimulering och ERTMS

Mål

Projektets syfte är att utföra forskning inom området tågsimulering och ERTMS. VTI är FoU-utförare och arbetet sker på uppdrag av och i samverkan med Trafikverket. Projektet är ett doktorandprojekt och den tänkta doktoranden är Tomas Rosberg. Det finns ett behov av ökad kunskap om ERTMS, samt metoder kopplat till ERTMS utifrån simulering, projektering och teknikutveckling. Projektet är en fortsättning av en förstudie som genomförts under 2018.

Huvudsakliga aktiviteter

Doktorandprojektet inriktas mot körsimulering och ERTMS och har målet att öka förståelsen för vad som påverkar kapacitet och punktlighet samt på vilket sätt. Effekter av signalsystem på kapacitet och förarbete kommer att undersökas med hjälp av både simulatorer för tågföring och för tidtabellsplanering. Utgångspunkter för dessa är VTI:s tågsimulator som modellerar tåg och lokförare, samt RailSys som modellerar tågtrafik.

Forskningsbidrag

Forskningsbidraget och nyttan på kort sikt 3 – 5 år är utvecklad kunskap inom ERTMS-området samt en mer realistisk tidtabellsplanering, bättre punktlighet och ökad kapacitet i samband med övergången till ERTMS. Resultaten kommer kunna användas som input vid projektering, körbarhetsanalyser och signaloptimering. Forskningsbidraget och nyttan på längre sikt 6 – 10 år är förutom att de på kort sikt fortlöper, även bättre projekteringsunderlag till nybyggda banor för ytterligare optimering av punktlighet och kapacitet samt bättre underlag inför ytterligare utveckling mot automatiserad tågtrafik. Bättre insikt kommer att finnas om hur framtidens signalsystem för ERTMS bör utformas.

Nytta för beställare

Nyttan för Trafikverket är:

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

Rapporter

Rosberg, T., Thorslund, B. (2018). Förstudie Tågsimulering och ERTSM. Projektrapport.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Förstudie Tågsimulering och ERTMS

| | |
|-------------------------|--|
| Utförare | VTI – Statens väg- och transportforskningsinstitut |
| Projektledare | Ida Kristoffersson, ida.kristoffersson@vti.se |
| Övriga projektdeltagare | Sofia Lundberg, VTI |
| Beställare | Magnus Wahlborg, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2018 – 2019 |
| Omfattning (total) | 0,4 MSEK |
| Projekttyp | Forskningsprojekt |
| Forskningsområde | Uppföljning och återkoppling |

| | |
|-------------------------|--|
| Utförare | VTI |
| Projektledare | Birgitta Thorslund, birgitta.thorslund@vti.se |
| Övriga projektdeltagare | Tomas Rosberg, VTI, Anders Lindström, VTI, Markus Bohlin, KTH, Per Köhler Trafikverket |
| Beställare | Magnus Wahlborg, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2019 – 2022 |
| Omfattning (total) | 3,6 MSEK |
| Projekttyp | Doktorandprojekt |
| Hemsida | www.vti.se |
| Forskningsområde | Taktisk kapacitetsplanering |



AVSLUTADE PROJEKT UNDER 2018

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

Mål

Projektet har bedömt kunskapsläge och potential för att reducera mängden underhållsdrivande anläggningskomponenter, primärt växlar. Data, statistik och metoder som beaktar såväl underhåll som trafik har studerats. Resultaten har dokumenterats i en forskningsrapport och rekommendation om fortsatt forskning i form av ett doktorandprojekt har getts.

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

Bedömning av kunskapsläge och potential för reduktion av växlar i den strategiska anläggningsplaneringen. Fallstudie av en station. Viss metod- och verktygsutveckling. Litteraturstudie. Förstudien har visat att det både finns potentialer och att detta är ett intressant område för fortsatt forskning.

Nytta för beställare

På kort sikt: Kunskapsuppbyggnad, plan för fortsatt forskning.

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

På 10 års sikt: Lägre underhållskostnader, stabilare anläggning.

Rapport

STAPLA-F research report. Linköpings universitet, ITN 2018-000127.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster (EPLUS).

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

Samhällsekonomiskt effektiv fördelning av järnvägskapacitet (SamEff)

Mål

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

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställaren

På kort sikt bidrar projektet med förbättrade metoder för konfliktreglering baserad på samhällsekonomisk och kunskaper om förutsättningar och möjligheter med en marknadsbaserad tidtabellläggning. På lång sikt förväntas projektet påverka och utveckla tågplaneprocessen så att utnyttjandet av infrastrukturen sker på ett samhällsekonomiskt bättre sätt.

Rapporter

Svedberg, V., Aronsson, M., Joborn, M., Timetabling based on generalised cost, SICS Technical Report T2015:05 Svedberg, V., Aronsson, M., & Joborn, M. (2017). Railway Timetabling Based on Cost-Benefit Analysis. In 19th EURO Working Group on Transportation Meeting (EWGT2016) (Vol. 22, pp. 345–354). Elsevier Science BV. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.03.041>

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

Svedberg, V., (2018). Towards optimal railway track utilization based on societal benefit. (Licentiat-avhandling). Linköpings universitet.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Framtidens leveranstågplaneprocess, Effektiv planering av järnvägsunderhåll, Uppföljning och Prediktion

| | |
|-------------------------|---|
| Utförare | RISE |
| Projektledare | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se |
| Övriga projektdeltagare | Victoria Svedberg, Martin Joborn Jan Lundgren, Linköpings universitet |
| Beställare | Hans Dahlberg, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2015 – 2018 |
| Omfattning (total) | 5,75 MSEK |
| Projekttyp | Doktorandprojekt |
| Forskningsområde | Taktisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan |



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

Mål

Projektet syftade till att utveckla metodik för simulering av tågtrafik, och hade två delar:

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

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

Huvudsakliga resultat

- En metodik (PRISM) för makroskopisk simulering har utvecklats tillsammans med DB Analytics.
- En fallstudie på Södra stambanan har genomförts tillsammans med DB Analytics. I denna användes data från mikrosimulering med RailSys som input för att kalibrera en makrosimuleringsmodell. Resultatet har jämförts med Railsyssimuleringen.
- En publikation vid TRA Vienna 2018 där ansats, metodik, fallstudie samt resultat beskrivs.
- Leverabel D3.1 (Summary of analysed disruption types) som handlar om störningar.
- Leverabel D3.2 (Description of enhanced model prototype) som beskriver PRISM-modellen.
- Leverabel D3.3 där den i europasammanhang viktiga korridoren mellan Katrineholm och Köpenhamn analyseras. Trv och KTH använde nu PRISM-modellen och simulerade effekten av höjda godstågshastigheter med denna samt RailSys. Även två fallstudier för Tyskland ingår.
- Projektet har presenterats vid Transportforum 2018 och 2019.

Nytta för beställare

En förbättrad metodik för simulering och analyser av tågplaner ger positiva effekter för Trafikverket, järnvägsföretagen och deras kunder i form av bättre kunskap om hur olika åtgärder påverkar kapacitet och punktlighet i järnvägstrafiken och därmed bättre möjligheter att förbättra systemet. Kombinationen av Trafikverkets nuvarande metod (mikrosimulering med RailSys) med makrosimulering ger möjlighet att utnyttja befintlig datastruktur och metod till snabbare och mer storskaliga analyser. Trafikverket kan genom projektet få 1) bättre kontroll över tidtabellens och infrastrukturens påverkan på trafikens punktlighet och förutsägbarhet, 2) ett fortsatt engagemang i metoder för mikrosimulering och RailSys, 3) Ökad kunskap om samspelet mellan tågplanering i TPS och RailSys 4) en koppling till utbildningsverksamhet vid KTH inom järnvägsanalys.

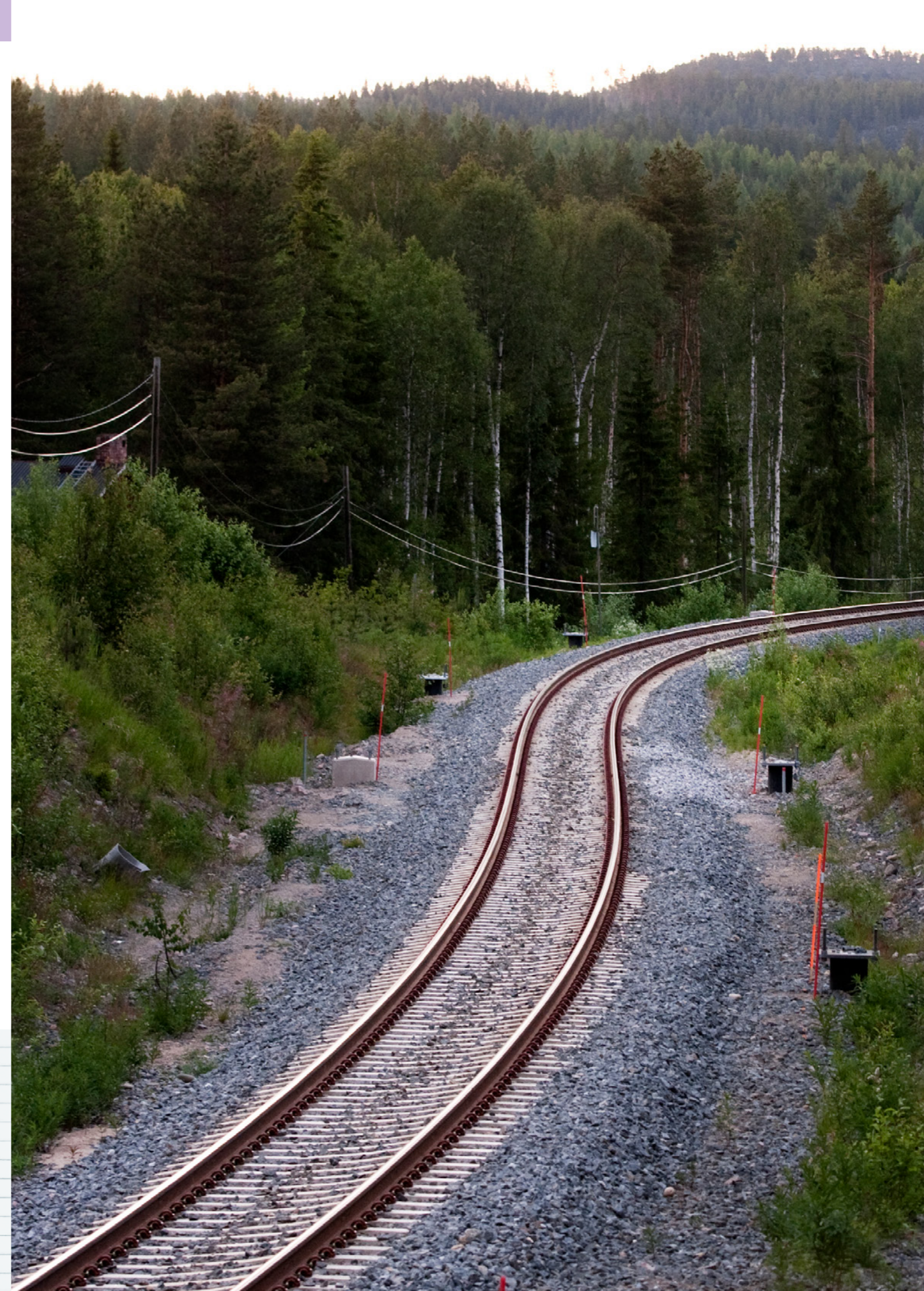
Rapporter

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

Närmast relaterade KAJT-projekt

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

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



Realiserbara och Ändamålsenliga Tidtabeller (RELÄET)

Mål

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

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

- Hur kan vi bedöma kvaliteten i aktuella tidtabeller innan de tas i drift och vilken effekt kan denna ha på utfallet?
- Vad är robusthet utifrån 1) ett trafikplaneringsperspektiv 2) ett trafikledningsperspektiv och 3) järnvägsföretagens perspektiv samt vilken effekt har robustheten på sättet man planerar resp. på utfallet?
- Hur kan vi skapa och justera robusta tidtabeller med hjälp av optimerande beräkningsstöd och vilken typ av funktionalitet finns det störst behov av?

Huvudsakliga aktiviteter

Projektet har två kompletterande delar som innebär 1) tidtabellsanalyser med fokus på robusthet och kopplingen till det praktiska utfallet och 2) utveckling av beräkningsmetoder för konstruktion och revidering av tidtabeller. Del 1) utgörs initialt av empiriska studier och övergår senare till datorbaserade experiment där resultaten från del 2) är en förutsättning för att skapa och revidera tidtabeller i linje med projektets ansatser. Vi utgår från en optimeringsmetod som tillämpats i RTJ+ och FLOAT (dvs. en MILP-modell som löses med hjälp av kommersiella lösare såsom Cplex eller Gurobi) men vi avser i projektet vidareutveckla metoden för att kunna hantera större geografiska område (dvs. flera olika bandelar). Det kommer att handla om alternativa, enklare strategier för uppsnabbning som tidigare visat sig effektivt på snarlika problem och effektiva omformuleringar av problemet, men även heuristiker kan bli aktuella att utveckla och tillämpa om det finns behov. Projektarbetet kommer att genomföras med fokus på fallstudier på Södra Stambanan och dess angränsade bandelar.

Forskningsbidrag och Nytt för beställare

Att konstruera och revidera tidtabeller för järnvägstrafik och underhåll är en stor såväl praktisk som teoretisk utmaning och det finns ett tydligt behov hos Trafikverket av den typ av beslutsstöd som projektet fokuserar på.

Tidigare projekt har huvudsakligen fokuserat på långtidsplaneringen och kvalitet på den fastställda tidtabellen medan pågående studie i RELÄET fokuserar på beräkningsstöd för korttidsplaneringen och den effekt som tillägget av nya tåglägen kan ha på robustheten och trafikledningen. Det finns ett stort behov av beräkningsstöd i denna planeringsfas eftersom tidspressen i denna delprocess är större än i långtidsplaneringen. Dessutom så görs korttidsplaneringen nationellt och av medarbetare som därför inte alltid har den detaljkunskap om alla de bandelar som ärendena berör, vilket motiverar möjligheterna till beräkningsstöd för att fånga de lokala, relevanta detaljer och begränsningar som gäller.

Att utveckla beräkningsmetoder som snabbt kan skapa och justera tidtabeller för större nätverk och längre tidsperioder är en gedigen forskningsutmaning såväl nationellt som internationellt. Även om projektet fokuserar på de förutsättningar som gäller i Sverige så är frågeställningen av internationell relevans och har många likheter med schemaläggning och resursallokering inom andra branscher.

Rapporter

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

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

Närmast relaterade KAJT-projekt

Robusta Tidtabeller för Järnvägstrafik+, Tågplan 2015.

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

| | |
|--------------------------|---|
| Utförare | Linköpings Universitet |
| Projektledare | Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se |
| Övriga projektdelta-gare | Fahimeh Khoshniyat, Jan Lundgren |
| Beställare | Armin Ruge, Kristina Eriksson, Trafikverket |
| Tidsperiod | 2016 - 2018 |
| Omfattning (total) | 1,8 MSEK |
| Projekttyp | Doktorandprojekt |
| Forskningsområden | Taktisk kapacitetsplanering |

Bankapacitet och kostnadselasticitet för underhåll

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

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

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

Närmast relaterade KAJT-projekt

Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster



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

Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster (EPLUS)

Mål

Målet med projektet har varit att utveckla metoder och matematiska modeller för att kunna samplanera järnvägstrafik och underhåll. Speciellt fokus har getts åt att kunna planera in servicefönster i tidtabellen, dvs. sammanhållna tågfria tider då löpande underhåll skall utföras, samtidigt som trafiken ska vara möjlig att köra på ett bra sätt. Detta kan vara speciellt utmanande för långväga tåg som passerar flera underhållsdistrikt.

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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



Nytta för beställare

På kort sikt: Metoder för värdering och planering av servicefönster och trafik. Underlag för att kunna påvisa servicefönstrens nytta, påverkan och värde.

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

På 10 års sikt: Bättre anläggningsunderhåll.

Rapporter

Lidén, T. (2015). Samhällsekonomisk värdering av servicefönster på Norra Stambanan, sträckan Ockelbo-Ljusdal, Teknisk rapport.

Lidén, T., Joborn, M. (2016). Dimensioning windows for railway infrastructure maintenance: Cost efficiency versus traffic impact. *Journal of Rail Transport Planning & Management* 6 (1), 32-47. DOI:10.1016/j.jrtpm.2016.03.002

Lidén, T., Joborn, M. (2016). An optimization model for integrated planning of railway traffic and network maintenance. *Transportation Research Part C*, 74, 327-347. DOI:10.1016/j.trc.2016.11.016

Lidén, T. (2016). Towards concurrent planning of railway maintenance and train services. Licentiat-avhandling, Linköpings universitet. DOI: 10.3384/lic.diva-128780

Lidén, T., Kalinowski, T., Waterer, H. (2018). Resource considerations for integrated planning of railway traffic and maintenance windows. *Journal of Rail Transport Planning & Management* 8 (1), 1-15. DOI: 10.1016/j.jrtpm.2018.02.001

Lidén, T., Waterer, H. (2018). Reformulations for integrated planning of railway traffic and network maintenance. *ATMOS 2018*, DOI: 10.4230/OASIS.ATMOS.2018.1 Lidén, T. (2018). Coordinating maintenance windows and train services – a case study. Under review, *Transportation Research*, part C.

Kalinowski, T., Lidén, T., Waterer, H. (2018). Tight MIP formulations for bounded length cyclic sequences. Submitted to *Journal of Discrete Optimization*. Lidén, T. (2018). Concurrent planning of railway maintenance windows and train services. Doktorsavhandling, Linköpings universitet. DOI: 10.3384/diss.diva-152491

Närmast relaterade KAJT-projekt

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

Fortsättning görs i projektet Utformning av servicefönster för varierande trafik- och underhållssituationer (UHF).

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

Banarbeten – processer och datatillgång (Bada-f)

Mål

Projektet är en förstudie som identifierar frågeställningar i och upplägg för en fullskalig studie kring planeringsprocessen av banarbeten, som ska ge en tydlig bild av hur banarbeten planeras i praktiken, vad som styr processen och identifiera effektiviseringsmöjligheter.

Huvudsakliga aktiviteter

Projektet har studerat ett mindre antal åtgärder i underhållsdistrikt Syd och Väst, både vanligt basunderhåll, nationella kontrakt, större reinvesteringsprojekt och investeringar. Fokus har legat på den faktiska planeringen av banarbeten, vad för faktorer har påverkat i olika faser, vad har man vetat när osv.?

Forskningsbidrag

Förstudien har identifierat två processtyper som möts i kapacitetstilldelningen. Dels de långsiktiga åtgärderna såsom investeringar och reinvesteringar, som ofta börjar planläggas många år tidigare, dels mer kortsiktiga åtgärder som utförs i servicefönster etc. Båda dessa åtgärdstyper påverkar kapacitetsbehovet i utförandefasen och kan ge upphov till trafikpåverkan. Det är även först när båda processtyperna ska samordnas som det totala kapacitetsbehovet blir synligt. Några av de lärdomar som vi dragit är till exempel skillnaderna mellan den nya och gamla planprocessen. Eftersom många av de större projekten ofta löper över lång tid, försvårar detta en identifiering av den generella planprocessen. I vissa fall kan tre separata process-generationer behöva hanteras samtidigt. För huvudstudien ser vi behov av avgränsning, både kring åtgärdstyper och vilken del i processen vi studerar. Vi föreslår att fokus ska ligga på basunderhåll, med inriktning på trafikpåverkan. Vi föreslår att åtgärder som inte utförs i servicefönster studeras, men även nationella underhållskontraksåtgärder.

Nytta för beställare

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

Rapporter

Thorsén, M., Olsson, N., Winslott Hiselius, L. (2018) Bada-f Banarbeten –processer och datatillgång (förstudie). Bulletin 311. Trafik och väg, Institutionen för Teknik och Samhälle, Lunds universitet, Lund.

Närmast relaterade KAJT-projekt

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

Avvikande hastighet på godståg

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

Besvara frågeställningar som exempelvis:

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

Nytta för beställare

På kort sikt är det frågan om att öka kunskapen om varför avvikande hastighet för godståg förekommer och vad som orsakar detta samt vilka konsekvenser som kan uppstå.

På längre sikt är det frågan om att skapa förutsättningar för att kunna reducera förekomsten av att godståg kör med avvikande hastighet.

Rapporter

Hedström, R. Eriksson, O. (2018). Godstågs avvikande hastighet – Analys av förekomst, orsaker och konsekvenser. VTI rapport 991/2018.

Närmast relaterade KAJT-projekt

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

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

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

Coordination of core European supply chains using Optimization (CO2REOPT)

Mål

Projektets mål är att utveckla metoder för utvecklad koordinering av resurser mellan olika intressenter i viktiga godskorridorer. Fallstudier görs på två gränsöverskridande transportkorridorer: LKAB:s järnvägstransporter på Malmbanan och Samskip van Dieren Multimodala kombikorridor från Kontinentaleuropa till Skandinavien. Målet är att öka tillförlitligheten och optimera resursutnyttjandet av både bana, lok och vagnar.

Övriga svenska parter i projektet är LKAB och Trafikverket, och övriga internationella parter är SINTEF, Jernbaneverket, Rotterdam School of Management, Samskip van Dieren Multimodal, Smartport.

Huvudsakliga aktiviteter

Inom de två fallstudierna kommer metoder för effektiv planering och resursoptimering att utvecklas. I fallet Malmbanan implementeras dels en demonstrator för optimeringsbaserat planeringsstöd för operativ tågledning. Dessutom studeras metoder för samordnad planering av tidtabell, lokomlopp och fordonsomlopp för optimalt resursutnyttjande både ur ett strategiskt och taktiskt perspektiv. I fallet Samskip van Dieren studeras deras taktiska tågplanering, i vilken tågens avgångsdagar fastställs på ett sätt som ska balansera ekonomi, servicegrad och tillförlitlighet. För mer information, se hemsidan (www.co2reopt.eu).

Forskningsbidrag

Främsta forskningsbidraget är nya modeller, metoder och analyser för de studerade problemområdena, tillämpade i fallstudierna. En demonstrator för optimering av operativ tågledning för Malmbanan tas fram och har implementerats för utvärdering i Trafikledningen i Narvik (SINTEF). En prototyp för optimerad samordning av tidtabell, lokomlopp och vagnomlopp har utvecklats och utvärderats av LKAB.

Nytta för industriparter

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

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

Rapporter

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

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

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

El Omari, J., Bohlin, M., Joborn, M., et.al (2018). D5.1 – Final project report.

Närmast relaterade KAJT-projekt

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



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

In2Rail, Intelligent Mobility Management (WP7-WP9)

Mål

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

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

Huvudsakliga aktiviteter

Utformning, specifikation och verifikation av trafikledningens användning och nytta av bättre infrastrukturinformation. Standardisering av gränssnitt och integrationslager. Utvärdering av "big-data"-koncept för nytta i TMS-system.

Forskningsbidrag

Forskningsbidraget i I2M ligger främst i att definiera generell arkitektur och gränssnitt för framtida TMS-system, samt undersöka hur man kan skapa bättre information om nuläge och framtida läge på infrastrukturen för att kunna göra bättre TMS-system och bättre tågledningsbeslut, bl.a. genom "big-data"-koncept med data från infrastruktur, trafikläge och väder.

Nytta för beställare

1-5 års sikt: bättre samordning mellan planering och operativ process (trafikledning) om infrastrukturens status, bättre samordning mellan planering/trafikledning och infrastrukturprocessen (underhåll/reinvestering/uppgradering).

5-10 års sikt: Framtida TMS-system kan vara bättre modulariserade med generellare gränssnitt och innehålla mer kvalificerad information om infrastrukturen och dess status.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Effektiv planering av järnvägsunderhåll (LiU)

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

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

Förstudie tågsimulering och ERTMS

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

Exempel på aktuella frågor och aktiviteter:

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

På 1-5 års sikt:

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

På 5-10 år sikt:

- Ökad kapacitet till följd av bättre verktyg för planering.

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

TIDIGARE AVSLUTADE PROJEKT

| PROJEKT | PERIOD | UTFÖRARE | KONTAKTPERSONER | Se KAJT Projektkatalog |
|--|-----------|------------------------------|---|------------------------|
| 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 tomflödesal-lokering i Samgods med hänsyn till angiven ka-pacitet – förstudie (TOMSAM) | 2017 | Sweco, RISE SICS | Henrik Edwards, henrik.edwards@sweco.se Petter Wikström, petter.wikstrom@trafikverket.se | 2018-03-31 |
| Increasing Capacity 4 Rail networks through enhanced infrastructure and optimised 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 2020–2040 (PRAGGE/PRAGGE2) | 2015-2016 | RISE SICS | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se Mats Åkerfeldt, mats.akerfeldt@trafikverket.se | 2017-03-31 |
| 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 Leverans-tågplaneprocess (FLTP) | 2014-2016 | RISE SICS | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se | 2017-03-31 |
| Optimering och tidtabellläggning | 2014-2015 | VTI, RISE SICS, BTH | Jan-Eric Nilsson, jan-eric.nilsson@vti.se Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se | 2017-03-31 |
| Beslutsstöd och auto-mation av tågtrafikstyrning, BOAT | 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 trafi-kavbrott 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 SICS | Martin Joborn, martin.joborn@ri.se Elisabet Spross, elisabet.spross@trafikverket.se | 2017-03-31 |
| Tidtabellläggning med 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 tåg-trafiksystemet - 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 SICS | Johanna Törnquist Krasemann johanna.tornquist.krasemann@bth.se Magnus Wahlborg magnus.wahlborg@trafikverket.se | 2016-03-31 |
| Punktlighet genom målpunktsstyrning - PUMPS | 2014 | RISE SICS | Martin Joborn, martin.joborn@ri.se Tomas Arvidsson, tomas.arvidsson@trafikverket.se | 2016-03-31 |
| Klimat på spåret - KLIPS | 2013-2014 | RISE SICS | Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se Mats Åkerfeldt, mats.akerfeldt@trafikverket.se | 2016-03-31 |
| Tidtabelloptimering för malmtrafikens expans-ion - TOMTE | 2014 | RISE SICS | Martin Joborn, martin.joborn@sics.se Dick Carlsson, dick.carlsson@lkab.se | 2016-03-31 |
| Tågplan 2015 Lean Marakasen | 2012-2014 | RISE SICS | 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 SICS, 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 SICS | 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 SICS | Markus Bohlin, markus.bohlin@ri.se Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se | 2016-03-31 |

Ett samarbete mellan:

