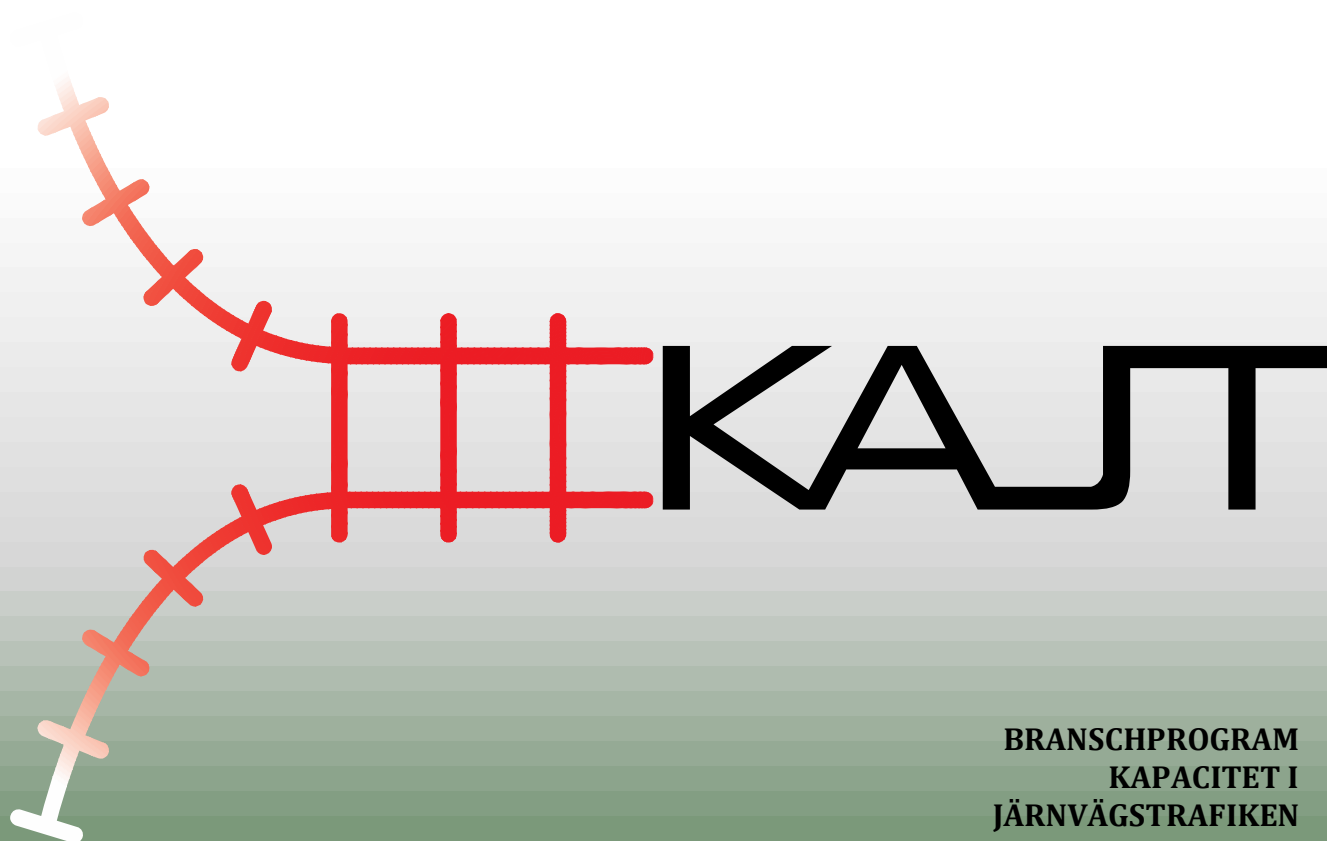


PROJEKTKATALOG

2022-03-31



BRANSCHPROGRAM
KAPACITET I
JÄRNVÄGSTRAFIKEN

Innehåll

Om KAJT	1
Forskningsprogram	2
Excellensområden	8
Uppföljning och implementering av resultat	14
Projektöversikt	15
PÅGÅENDE PROJEKT	16
<i>Betydelsen av styva tidtabeller för anslutningstrafik (BASTA)</i>	17
<i>Tjänsteutbud och Transportkapacitetsförsörjning på järnväg (TOT)</i>	19
<i>Kapacitet i nätverk 2 (KAIN 2)</i>	20
<i>Reservkapacitet i tilldelningsprocessen – Huvudstudie (RITH)</i>	22
<i>Flexibilitet för ökad kapacitet på Malmbanan (Flexikap)</i>	24
<i>Simulering med Proton och RailSys (SIMPOR)</i>	26
<i>Konstruktionsregler för en robust tågplan (KRUT)</i>	28
<i>SJ – Optimering och Tidtabeller (SJOT)</i>	30
<i>Samplanering av Trafikpåverkande åtgärder och trafik – trafikflöden (SATT-TF)</i>	31
<i>Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden - banarbetsplanering (SATT-BP)</i>	33
<i>Banarbetsprocess och datatillgång (BANDAT)</i>	34
<i>Smart, data-based assets and efficient rail freight operation (Fr8Rail III WP2)</i>	37
<i>YardCDM DEMO</i>	40
<i>PRediktion av AnkomstTider och Avgångar (PRATA)</i>	41
<i>Robusta tidtabeller med kombinerad simulering och optimering (FlexÅter 2)</i>	43
<i>Capacity Modeling and Shift Optimization for Train Dispatchers (CAPMO-Train)</i>	45
<i>Följsam Automation (F-Auto)</i>	47
<i>HumanAuto</i>	48
<i>Human Factors for Traffic Managment Systems-2 (HF4TMS-2)</i>	49
<i>KKA-matrisen som stöd vid händelseutredningar och beslutande om åtgärder inom operativ tågtrafikledning (KKA-matrisen)</i>	50
<i>Simulatorbaserad utbildning och träning av tågförare (SITUATE)</i>	51
<i>Beslutstöd för trafikledare: approximativa och exakta optimerande metoder (BLIXTEN II)</i>	52

<i>Testplattform med simulatorer för effektiv och trafiksäker driftsättning av ERTMS (TESTER)</i>	54
<i>Tågsimulering och ERTMS</i>	55
<i>Järnvägens HUS</i>	57
<i>Körbarhetsanalyser i tågsimulator (KÖRBAR)</i>	58
<i>Mindre Störningar i Tågtrafiken, del 2 (MIST2)</i>	60
<i>Mindre Störningar i Tågtrafiken – Plattformsåtgärder (MiST Plattform)</i>	62
<i>Kritiska störningar och punktlighet (Tidpunkt)</i>	64
AVSLUTADE PROJEKT UNDER 2021	65
<i>Detaljeringsnivåer i tidtabellsplanering: mikro och makro (MIMA)</i>	66
<i>Förseeningarnas påverkan på efterfrågan av tågresor – en tidserieanalys (DeDe Delay↔Demand)</i>	68
<i>Indicator monitoring for a new railway paradigm in seamlessly integrated cross modal transport chains – Phase 2 (Impact-2, WP7)</i>	70
<i>Digitalization and Automation of Freight Rail (Fr8Rail II WP3)</i>	72
<i>Nyttjandegrad för anläggningar som bangårdar och terminaler (NYTTA)</i>	75
<i>Decision support for railway crew planning (DSRCP)</i>	77
<i>Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden, modellstudie (SATT)</i>	79
<i>Socioteknisk systemdesign av framtidens tågtrafiksystem (FTTS2)</i>	81
<i>Kapacitet, körbarhet och arbetsbelastning – (KAKA)</i>	83
<i>Headway och signalpunktsplaceringar i ETCS (HESE)</i>	84
<i>Nyckeltal för punktlighet på järnväg del 2 (Nypunkt2.0)</i>	86
<i>Störningars påverkan och samband med punktligheten (Ståndpunkt)</i>	88
Tidigare avslutade projekt	90

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 (LiU) är värd för programmet och övriga akademiska parter är Blekinge Tekniska Högskola (BTH), Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), RISE Research Institutes of Sweden (RISE), Uppsala universitet (UU), Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) och Lunds universitet (LU). Trafikverket är programmets huvudfinansiär. Partnerföretag är SJ AB, LKAB, Green Cargo AB, MTR Nordic AB, Sweco Society AB och Transrail Sweden AB.

Vision och Programförklaring

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

Verksamheten bedrivs i enlighet med *KAJT Programförklaring*:

KAJT ska:

- Bedriva forskning rörande järnvägskapacitet som håller hög internationell klass och som syns i de viktigaste tidskrifterna och konferenserna.
- Förse branschen med kompetens genom utbildning av personer med doktors- eller licentiatexamen och medverka till att skapa en attraktiv miljö där dessa personer kan 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 99 92
E-post: martin.joborn@kajt.org

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

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

Forskningsprogram

Forskningsprogrammet består av tre huvudkomponenter: Internationell samverkan och Shift2Rail, Kärnområden och Breddningsområden, vilket illustreras i Figur 1. Forskning sker i samverkan ofta med flera forskningsutförare, problemägare och intressenter.



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 kapacitetsplanering

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
- Människan, digitalisering och automation
- Trafikinformation och störningshantering
- Signal- och trafikstyrningssystem
- 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 tågföring och i det mer kortsiktiga perspektivet metoder för trafikplanering som medger både hög kapacitet och kvalitet. Inom kärnområdet studeras de trafikala aspekterna av infrastrukturen, snarare än de tekniska aspekterna. Viktiga frågeställningar är strategiska investeringsfrågor, drift och underhållsfrågor, analyser och samband, transportefterfrågan för person- och godstrafik, långsiktig investeringsplanering och trafiksystemet i samhället som helhet. Inom kärnområdet utvecklas metoder för att analysera samband mellan infrastruktur och trafikering och mellan tidtabellutformning 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 kapacitetsplanering

Kärnområdet Operativ kapacitetsplanering 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 algoritmiskt perspektiv. Den operativa trafikledningen ställer stora kognitiva krav på människor som arbetar med den, och deras verktyg måste vara utformade på sätt som stöder arbetet på rätt sätt. I det operativa skedet uppstår många avvikelser från planerna och man måste ha metoder och verktyg som kan hjälpa till att identifiera potentiella konflikter innan de uppstår, hantera de situationer, störningar och konflikter som uppstår och ge stöd för olika slags prioriteringar samt att på rätt sätt kommunicera den plan man planerar att verkställa. Många parter behöver samordnas för att den operativa processen ska vara effektiv: trafikledning, lokförare, järnvägsbolag/trafikoperatörer och entreprenörerna vid banarbeten. Speciellt intressant är lokförarens situation och hur man kan stödja hen för att göra tåγκörningen effektiv ur både trafik och miljösynvinkel. Behovet av information går i båda riktningarna, trafikledningen kan effektiviseras om lokförare har möjlighet att återkoppla och rapportera status till trafikledningen. Lokförarnas totala informationsmiljö måste också utformas så att den bildar en användbar integrerad helhet. De måste stödjas effektivt samtidigt som de kan ha fokus på det säkerhetskritiska i sitt arbete. En viktig fråga rör balansen mellan automatiska styrsystem och mänsklig styrning, där man måste hitta ett bra samspel som fungerar i praktiken i olika situationer. Metoder behöver utvecklas för uppföljning och för att analysera utfallet av trafikeringen i syfte att ge lämplig återkoppling. Kärnområdet täcker alla dessa aspekter av den operativa hanteringen av trafikstyrningen, dess organisation, resurser, arbetsplatsutformning, geografiska placering, styrprinciper, informations- och beslutsstöd, MTO-aspekter, etcetera. 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. Sidosystemet består exempelvis av depåer, verkstäder, bangårdar, terminaler och uppställningsspår. I sidosystemet behöver olika aktörer samordnas och resursplanering är viktigt. Sidosystemet bör planeras och fungera i harmoni med huvudsystemet, så att de samverkar och samordnas och att den ena inte orsakar resursproblem för den andra eller vice versa. Sidosystemet måste både dimensioneras rätt (strategisk nivå) och nyttjas på bästa möjliga sätt (taktisk/operativ nivå).

Planering av transportnätverk, fordon och personal

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 till exempel tidtabellsläggning, exempelvis är optimering och simulering traditionellt viktiga och relevanta metoder. Exempel på frågeställningar är samordning mellan fordonsplanering och tidtabellsplanering, tomvagnsdistribution och personalplanering vid störda situationer.

Underhåll och trafik

Ett åldrande järnvägssystem behöver en anseelig 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 gällande resursutnyttjande och ur trafikeringssynvinkel. Inom område Underhåll och trafik studeras planering och styrning av underhåll och trafik och den påverkan de har på varandra. Underhållsplaneringen kan vara både strategisk (till exempel vilket år man ska göra spårbyten), taktisk (till exempel när på året underhåll ska utföras) och operativ (till exempel planering och styrning av snöröjning, reparationer). Underhåll av infrastrukturen har stor inverkan på operatörerna och deras verksamhet. Banförvaltarens och operatörernas prioriteringar står ofta i strid med varandra, och kostnadsbilden för banförvaltare, 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.

Människan, digitalisering och automation

Digitalisering och automation blir allt viktigare komponenter i tågplaneprocessen och den operativa driften av järnvägen. Digitaliseringen av historiska data och realtidsdata gör att nya lärandeprocesser behöver utvecklas för att verksamheten inom järnvägen ska utvecklas på ett

positivt sätt. Centrala frågeställningar inom detta forskningsområde handlar om interaktionen mellan digitaliserade och automatiserade processer, och människorna som verkar i dessa system och processer. I forskningsområdet är samverkan mellan människa-teknik-organisation (MTO) centralt. Det är viktigt att automatisera/digitalisera på ett sådant sätt att rätt beslut fattas. För att det ska vara möjligt behöver MTO-perspektivet in tidigt i alla processer som ska digitaliseras och man måste också beakta möjligheter till träning, utbildning och att införandeprocesser är väl anpassade. Det är även av betydelse att ha kunskap om hur digitaliseringen inom den svenska järnvägen förhåller sig till motsvarande utveckling i omvärlden. Digitalisering och utveckling av processer kommer att pågå många år framöver, och det behövs både strategiska och långsiktiga satsningar och mer behovsstyrda kortsiktiga satsningar.

Trafikinformation och störningshantering

Inom trafikinformation och störningshantering behandlas framtagande och hantering av trafikinformation, relationen och kommunikationen med tågoperatörer, samt trafikmässig hantering av större och mindre störningar. Hos Trafikverket pågår ett införande av digital graf, vilket ger möjligheter till utvecklad trafikinformation genom att en gemensam lägesbild för järnvägens aktörer skapas. Det är ett förstadium till ett kommande nationellt tågledningssystem (NTL) som bygger på KAJT forskning och konceptet ”Styra genom att planera”. Svårigheter med trafikinformationens användning ställs på sin spets i samband med störningar, och detta har en mycket stor påverkan på passagerares/godsägares nöjdhet med systemets funktion. ”Större störningar” är störningar som trafikledningen måste hantera i samråd med andra aktörer, främst tågoperatörer. I samband med större störningar frångås många normala rutiner för trafikinformation och operativ styrning. Mindre störningar är avvikelser som trafikledningen hanterar och beslutar om internt. Inom området studeras metoder för att operativt hantera trafiken i samband med både större och mindre störningar. Området har en stark koppling till kärnområdet Operativ kapacitetsplanering.

Signal- och trafikstyrningssystem

Signal- och trafikstyrningssystemen har stor inverkan på trafiken och den kapacitet som järnvägen i slutändan ”levererar”. I Sverige planeras stora förändringar inom både signalsystemet och trafikstyrningssystemet, vilka på sikt skall uppgraderas till nästa generation. Dessa uppgraderingar kommer att innebära radikala systemförändringar för både signalsystemet (ERTMS) och trafikstyrningen (NTL). Inom forskningsområde Signal- och trafikstyrningssystem studeras dels hur dessa system skall utformas och dels hur de påverkar personal och trafik. Fordonen går mot en ökad automation och införande av ATO studeras. Lokförarrollen ändras och koncept tas fram och demonstreras, både när lokföraren har operatörsrollen (Goa2) och med självkörande tåg (Goa4)¹.

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.

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

Internationell samverkan, Shift2Rail och Europe's Rail

I ett internationellt perspektiv har KAJT som mål att programmet och dess parter ska vara en internationellt erkänd aktör som bjuds in till internationella samarbeten. Programmet ska vara internationellt aktivt, framför allt inom EU, synliggöra sin profil och verksamhet, och verka för hemtagning av både kunskap och finansiering från EU. KAJT ska stödja Trafikverket och delta i det nuvarande Shift2Rail-programmet och det kommande programmet Europe's Rail som startar hösten 2022. 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. En viktig del av det internationella arbetet är att ta fram morgondagens processer och att samverka med andra infrastrukturförhållare, samt att bli kravställare gentemot järnvägsindustrin.

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.



Excellensområden

Trafikverket har i samverkan med dagens ledande forsknings- och utvecklingsmiljöer och Järnvägsbranschens samverkansforum (JBS), tagit fram ett program för Järnvägsforskningen 2021–2030 och skapat tio *Excellensområden*. Syftet med Excellensområdena är att stärka järnvägsforskningen i Sverige med målet att Sverige ska kunna bygga för en järnvägsforskning i världsklass. Excellensområdena ska definiera inriktning och former för den kommande järnvägsforskningen och samverkar med EUs program för järnvägsforskning, *Europe's Rail* 2022–2031. De tio excellensområdena består av sex områden inom teknik, tre områden inom funktion och ett område för systemperspektiv. Excellensområdena som helhet beskrivs i Trafikverkets rapport om Excellensområden².

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

Excellensområde 7 Trafikplanering och trafikstyrning (E07)

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

Området behandlar följande frågeställningar:

- Metoder och processer för fördelning av tillgänglig kapacitet utifrån strategiskt, taktiskt och operativt tidsperspektiv för nätverk och noder, huvudsystem och sidosystem.
- Samordning, prioritering och värdering av olika aktörers anspråk på järnvägsnätets kapacitet: persontåg, godståg, underhåll.
- Planeringsmetoder, planeringsprocesser och beslutsstöd för tidtabellsplanering.
- Samordning inom nationell kapacitetsfördelning, samt mot utlandet.
- Robusthet i planering och genomförande.
- Planering av transportnät (gods- och persontrafik) med efterfrågeeffekter.
- Operatörernas lok- och vagnsplanering, samt personalscheman.
- Operativ styrning, trafikledning och tågdrift, beslutsstöd, system och operativ samordning mellan aktörer.
- Trafikaspekter av förarstödssystem, ATO och kunskapsuppbyggnad om självkörande tåg.
- Samband mellan trafik, kapacitet och signalsystem (ERTMS).
- MTO-frågor (människa-teknik-organisation) relaterat till området som helhet.

Mål

Excellensområdet ska bidra till att maximera nyttan av Sveriges (befintliga) järnvägsresurser, dvs. att få ut så mycket som möjligt genom fyrstegsprincipens steg 1 och 2 (Tänk om respektive Optimera). Det finns också ett värde i att, vid behov, kunna påvisa att steg 1 och 2 inte ger önskad effekt. Med stöd av specificerade övergripande krav på trafikupplägg kan skäl istället

² Järnvägsforskning 2021 – 2030 – Excellensområden: Beskrivning 2021 maj
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-5122>

ges för steg 3 eller 4 (Bygga om respektive Bygga nytt). Att koppla samman planering och styrning, samt att utveckla den operativa processen bidrar till ökad kapacitet, ökad punktlighet och ökad effektivitet. De senaste årens forskning har huvudsakligen jobbat med mindre åtgärder och korta perspektiv.

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

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

Behovsägare är Infrastrukturförvaltare (Trafikverket), regionala kollektivtrafikmyndigheter, järnvägsoperatörer och underhållsentreprenörer. Intressenter är KAJT (samordnande), SJ, Green Cargo, MTR och LKAB, Infrastrukturförvaltare: DB, ProRail (simulering och ERTMS) och Jernbanedirektoratet (på väg in i KAJT), Systemleverantörer (genom Shift2Rail): Bombardier, Hacon, Siemens och Indra. Underhållsentreprenörer: Strukton och InfraNord. Även forskningsutförarna KTH Järnvägsgruppen (utanför KAJT) och JvtC är intressenter i Excellensområdets frågeställningar och bedriver verksamhet i närliggande område, men är formellt ej part i Excellensområdet.

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

Huvudsakliga aktiviteter

För Excellensområde 7 delas arbetet in i sex aktivitetsområden. Mer detaljerad beskrivning finns i Excellensområdets verksamhetsplan.

Ledning och utveckling. I aktivitetsområdet ingår även utveckling av aktivitetsområdet, översyn av verksamhetsplanen, samt formulering av mål på kort och lång sikt. Aktuella aktiviteter är att ta fram en tioårig verksamhetsplan, samt att förbereda för KAJT-området i Europe's Rail och ordinarie, direktfinansierade projekt. Arbetet pågår med att ta fram ett nytt huvudavtal för KAJT, ”KAJT 2.0”, samt att utveckla FoI-processen inom KAJT.

Forskning. Forskning är viktigt för att bygga upp excellens. Inom detta aktivitetsområde finns aktiviteter som syftar till att bygga upp den seniora kompetensen inom området. Många aktiviteter är av mindre karaktär och kan beskrivas som förstudier, kompletterande studier eller efterstudier. Genom förstudier kan vi få fram bättre underbyggda ansökningar. Kompletterande studier ger en möjlighet att utvidga pågående forskningsprojekt utöver vad finansieringen där ger grund till, särskilt inom Shift2Rail och Europe's Rail finns ett behov av att komplettera EU-finansieringen med möjligheter till vetenskapligt arbete. Med efterstudier menar vi arbete med

att akademiskt kvalitetssäkra uppsatser av olika slag efter att forskningsprojekt avslutats. Vissa av aktiviteterna kan ha karaktären av nyfikenhetsforskning, att förbehållslöst få följa en tanke och se vart den leder.

Forskningsinfrastruktur. För att bedriva framgångsrik forskning behövs en väl fungerande forskningsinfrastruktur. I det här aktivitetsområdet finns möjlighet att bygga upp grundmodeller eller databaser som sedan kan användas i flera forskningsprojekt och/eller för utbildningsändamål. Forskningsinfrastrukturen har en tydlig koppling också mot bransch/företag och kan användas för demonstratorer inom EU-projekt mm. En översyn av grundläggande forskningsinfrastruktur har påbörjats. Det finns ett behov av att identifiera vilka grundläggande typer forskningsinfrastruktur som i dagsläget är kritisk men svårtillgänglig för vissa. Det handlar framför allt om tillgänglighet till aktuella data (inkl. tidtabellsdata, resultat från intervjuer och observationer på trafikledningscentraler, etcetera). Att aktivt arbeta för att utveckla och tillgängliggöra publika datamängder av relevans för vissa typer av studier, i samråd med Trafikverket, är därför viktigt. Frågor som rör säkerhet, upphovsrätt och förvaltning måste särskilt beaktas.

Forskarutbildning. Forskarutbildningen syftar till att bygga upp den juniora kompetensen inom området. Här ryms doktorandprojekt, samt alla andra typer av insatser för att förbättra forskarutbildningen, till exempel kurser och seminarier riktade till doktorander och handledare, liksom deltagande i sommarskolor. Hittills har en doktorandkurs ("Planering av järnvägskapacitet"), liksom en seminarieserie startats. Ett fysiskt internat för nätverkande mellan doktoranderna i forskarskolan planeras till andra halvåret 2022. KTH kommer tillsammans med LiU att utveckla och genomföra en doktorandkurs kallad "Nya koncept och tillämpningar inom transport". Det blir en veckas sommarskola vid KTH i augusti 2022.

Grundutbildning. Det här aktivitetsområdet syftar till att stötta utbildningsinsatser som görs för att stärka studenternas attraktivitet för järnvägsbranschen. Under 2021 har en kartläggning gjorts av vilken grundutbildning som finns vid de fem akademiska miljöer som ingår i excellensområdet. Kartläggningen kommer att avslutas under 2022. Utveckling av nya kurser inom området kommer under 2022 att ske vid LU och LiU. Gemensamma satsningar kommer också göras kring examensarbeten. Dels för att mer systematiskt samla in och dela idéer till examensarbeten mellan lärosätena, dels genom att anordna ett gemensamt seminarium under våren för examensarbetare på de olika lärosätena, och dels genom att anordna ett pris för bästa examensarbete, som förslagsvis delas ut i samband med KAJTs höstseminarium. LU leder arbetet. En viktig fråga för alla tio excellensområden är rekryteringen av studenter till de utbildningsprogram som är viktiga för järnvägsområdet.

Samverkan. Samverkan sker både med branschen och med andra forskare, både nationellt och internationellt. Omvärldsbevakningen är viktig för den strategiska planen och för taktiska och operativa beslut inom Excellensområdet. Flera miljöer vill utveckla det internationella forskningssamarbetet. Flera idéer är under utveckling. Genom KAJT har Sverige flera starka, samverkande forskningsmiljöer som kan ge synergier genom internationella samarbeten som också kan inkludera gästdoktorander. På KTH och Lunds universitet har JBS tagit initiativ till att organisera så kallade Kompetensgrupper, regionala konstellationer med representanter från näringslivet och järnvägsbranschen som på ett organiserat sätt ska kunna stärka utbildningens förankring i branschens behov, och öka kontakten mellan studenter och näringsliv. Detta arbete kommer fortsätta under 2022. Flera lärosäten kan komma att anslutas till dessa kompetensgrupper, alternativt starta egna.

Excellensområde 9 Kapacitet och punktlighet (E09)

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

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

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

Mål

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

Huvudsakliga aktiviteter

För Excellensområde 9 delas arbetet in i sex aktivitetsområden. Mer detaljerad beskrivning finns i Excellensområdets verksamhetsplan.

Ledning och utveckling. Centralt under första halvan av 2022 är att hålla en serie workshops för att ta fram en strategisk utvecklingsplan inom Excellensområdet, med målpunkt 2030. Den strategiska utvecklingsplanen ska tas fram i samverkan med de andra excellensområdena och med Trafikverket. En viktig input till planen är EU Rail-samverkan. En dialog har under 2021 påbörjats mellan parterna, men arbetet med att denna vision och plan kommer fortsätta och växa i omfattning. Denna strategiska plan är även viktig input i arbetet med att ta fram ett nytt KAJT-avtal, för arbetet med EU Rail, och för att ge inriktning för årets runda av direktfinansierade KAJT-projekt.

Forskning. Många aktiviteter har varit av mindre karaktär och kan beskrivas som förstudier, kompletterande studier och efterstudier. Några temaområden som kan lyftas fram under 2022 är: A) Ökad kunskap om förutsättningar för punktlighet. Vad som krävs för att punktligheten ska nå en viss nivå, hur detta kan mätas, kvantifieras och systematiseras. B) Utvecklade modeller av störningar, för att bättre kunna skilja på systematiska och slumpmässiga förseningar, både i faktiskt utfall och i simuleringsmodeller. C) Förbättrade metoder för att prognostisera avgångs-, uppehålls-, gång- och ankomsttider, både för planerings-, trafiklednings- och trafikinformationssyften. D) Att på olika sätt kunna förkorta uppehållstider i noder och terminaler, både för person- och godståg.

Forskningsinfrastruktur. För att bedriva framgångsrik forskning behövs en väl fungerande forskningsinfrastruktur och god tillgång till data. I det här aktivitetsområdet finns möjlighet att bygga upp och vidare på grundmodeller eller databaser som kan användas i flera forskningsprojekt och/eller för utbildningsändamål. Säkerhetsarbete kring dessa data och modeller ingår även här.

Konkret så kommer den kartläggning av forskningsinfrastruktur som påbörjats under 2021, tillsammans med Excellensområde 7, att fortsätta och gå i mål under 2022. Säkerhetsarbetet kommer att pågå kontinuerligt, med fortsatt dialog mellan akademiska parter och Trafikverket för att förtydliga vad som är skyddsvärt, och hur vi kan arbeta på ett säkert sätt. Arbeta med simuleringsmodeller (främst det makroskopiska verktyget PROTON), optimeringsmodeller (som M2 och TIMO), och databasutveckling kommer att pågå kontinuerligt, liksom arbetet med att gradvis koppla dessa modeller närmare mot varandra.

Forskarutbildning. Forskarutbildning är centralt för Excellensområde 9, som ett sätt att förse branschen med mycket kunnig och kompetent personal med forskarutbildning, oavsett om dessa arbetar vidare inom akademien eller går till branschen. Aktiviteter som syftar till att bygga upp den juniora kompetensen inom området, såsom doktorandprojekt (särskilt i en uppstarts- eller slutfas), handledning, rekryteringsarbete, samt alla andra typer av aktiviteter som syftar till att förbättra forskarutbildningen. Konkret så kommer KAJT Forskarskola att starta under 2022, gemensamt för Excellensområde 7 och 9. Denna forskarskola kommer erbjuda ett planerat internat i september, och en orienterande doktorandkurs som ges under året. En digital seminarierie för doktorander inom forskarskolan startas och ordnas av Lunds universitet. Excellensmedlen bidrar också till att finansiera doktorander, som brygga mellan andra typer av projektfinansiering. På så sätt är det möjligt att rekrytera doktorander utan att invänta slutgiltigt finansieringsbesked för enskilda projekt, minska ledtiden mellan att projekt beviljas och kan påbörjas och göra det möjligt att anställa doktorander trots att projekttiderna sällan sträcker sig över de fyra-fem år som annars krävs.

Grundutbildning. Under 2021 och 2022 sker kursutveckling på både Lunds och Linköpings universitet. På Lunds universitet rör det sig om en vidareutveckling av den under 2021 startade kursen ”VTVG05 Kapacitet och punktlighet i järnvägstrafik”, och om en fortsatt gradvis utveckling av kursen ”VTVF85 Utformning av järnvägar”, med ett tydligare fokus på frågeställningar inom kapacitet och punktlighet. På Linköpings universitet handlar det om en nystartad kollektivtrafikkurs med stora inslag av järnväg.

Gemensamma satsningar kommer också göras kring examensarbeten. Linköpings universitet koordinerar även ett branschomspännande och Excellensområdesöverskridande arbete med att marknadsföra järnvägsbranschen för potentiella studenter.

Samverkan. På KTH och Lunds universitet har JBS tagit initiativ till att organisera så kallade Kompetensgrupper, regionala konstellationer med representanter från näringslivet och järnvägsbranschen som på ett organiserat sätt ska kunna stärka utbildningens förankring i branschens behov, och öka kontakten mellan studenter och näringsliv. Detta arbete kommer fortsätta under 2022. Excellensområdet kommer också att ordna studiebesök för studenter på olika nivåer ute i näringslivet, och bjuda in näringslivet till respektive campus, för att ytterligare stärka kopplingen mellan lärosäten och bransch. Arbetet med införande av TTR i Sverige kommer också ta större fart under 2022, och forskare i Excellensområde 9 kommer vara delaktiga i diverse workshops och mötesserier för att dela kunskap och bidra till denna stora omorganisation av processerna för kapacitetstilldelning. Gemensamma möten kommer också ske med andra excellensområden, inte minst område 6 och 8, för att öka samverkan mellan lärosäten. Dessa kontakter finns redan, men ska utvecklas under 2022, och även resultera i

fysiska resor och möten. Slutligen är det viktigt med internationell samverkan, och förutsatt att Covid-19 pandemin fortsätter att avta så kommer ett flertal resor och internationella utbyten att ske, i båda riktningarna.



Uppföljning och implementering av resultat

Uppföljning av projektresultat sker årligen i KAJT Årsrapport.

Resultatspridning och samverkan sker genom publikation av forskningsrapporter, deltagande på konferenser, utveckling av demonstratorer och samverkan. På europeisk nivå sker samverkan i första hand inom Shift2Rail och svensk nivå i första hand genom Järnvägens Branschsamverkan (JBS) och genom Tillsammans för tåg i tid (TTT).

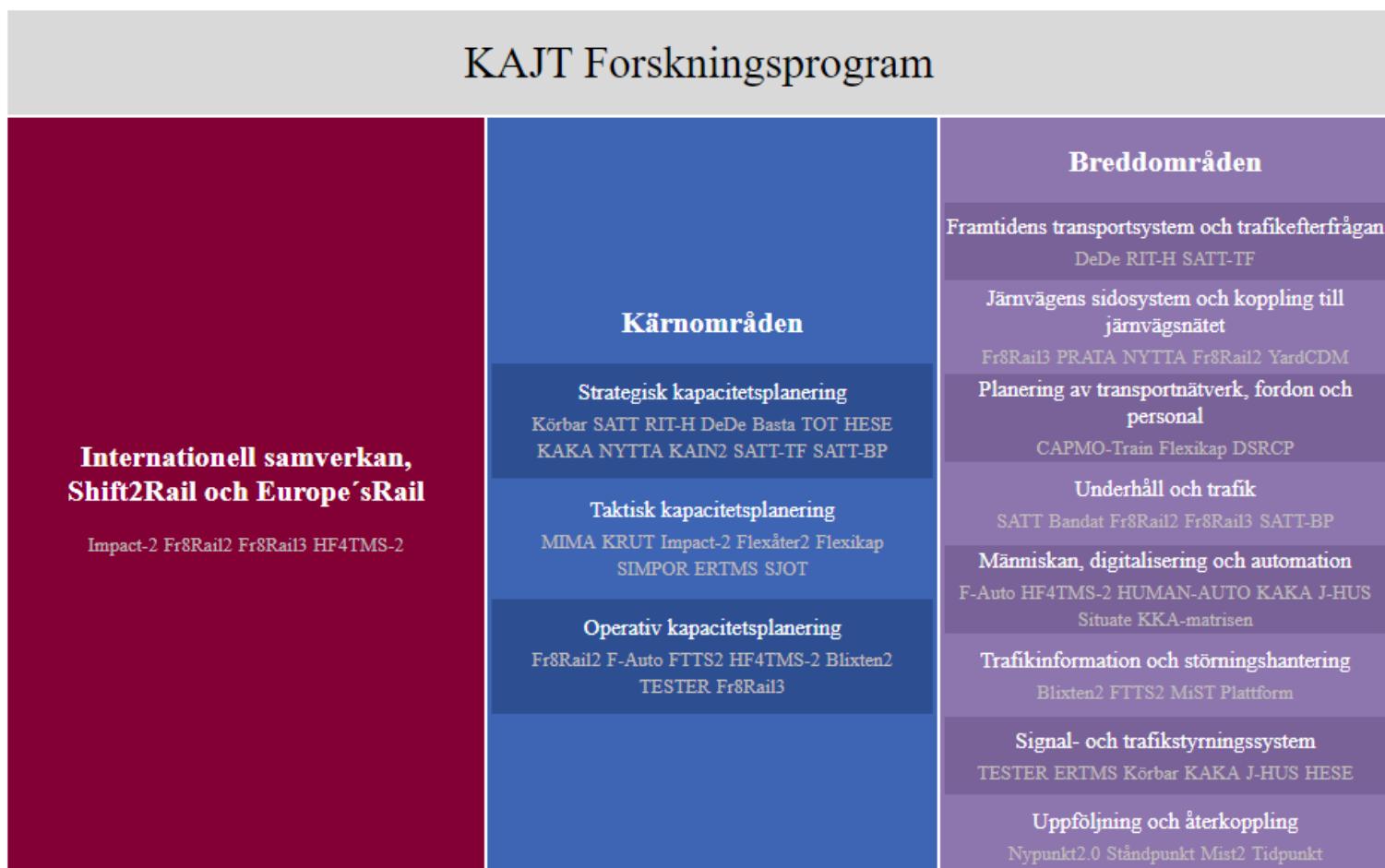
I de olika forskningsområdena utvecklas metodik, beslutsstöd, simulatorer och demonstratorer. Demonstratorernas roll är att tydliggöra och tillgängliggöra forskningsresultat så att koncept och idéer kan studeras och utvärderas av både verksamhetsexperten och järnvägsbransch i allmänhet. Allt större fokus har lagts på att ta fram demonstratorer. Exempelvis tas demonstratorer fram för att samordna bangård och järnvägsnät, för planering av servicefönster samt för optimering av tågplanen. Inom Shift2Rail har KAJT parter tillsammans med DB utvecklat en makrosimulator Proton som håller på att införas i förvaltning hos Trafikverket.

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

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



Projektöversikt



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



PÅGÅENDE PROJEKT

Betydelsen av styva tidtabeller för anslutningstrafik (BASTA)

Utförare	VTI och Linköpings universitet
Projektledare	Emanuel Broman, emanuel.broman@vti.se
Övriga projektdeltagare	Anders Peterson, Linköpings universitet
Beställare	Hans Dahlberg, Trafikverket
Tidsperiod	2021–2023
Omfattning (total)	1,0 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Taktisk planering

Mål

Vid tidtabellkonstruktion för järnvägen måste en avvägning göras mellan å ena sidan regionalstågens behov av taktfasta tidtabeller och de möjligheter som uppstår till fler och bättre tåglägen för övrig tågtrafik vid avsteg från taktfasta tidtabeller. För att göra rätt avvägning krävs att skillnaden i nytta mellan olika tidtabellalternativ kan uppskattas. Uppskattningar går att göra för den långväga (kommersiella) trafiken, då resenärnyttan går att härleda utifrån biljettpriiser med ett jämförelsevis mindre mått av osäkerhet. Viss kunskap finns också om direkta effekter såsom skillnader i väntetid för regionalstågstrafikens egna passagerare, men mindre är känt om de andrahandseffekter som kommer av påverkan på anslutande kollektivtrafik. Argument har framförts för att de senare kan vara betydande.

I regioner som till exempel Östergötland, där regionalstågstrafiken har stor betydelse, anpassas tidtabeller för bland annat innerstadsbussar och spårvagnar för att korta bytestider med tåg. Stora resandeantal med dessa transportslag gör att tidtabellsförändringar, såsom avsteg från styva tidtabeller, potentiellt kan ha stor samhällsekonomisk påverkan. En större förståelse av storleken på sådana effekter är därför nödvändig för att kunna göra rätt avvägning mellan regionalstågen och långdistanstrafikens behov på stambanorna.

Projektet ska, baserat på samhällsekonomiska beräkningsmetoder, resultera i ett mått på värdet av taktfasta tidtabeller i regionalstågstrafiken, samt en jämförelse med värdet för andra trafiksegment av avsteg från taktfasta tidtabeller genom bland annat kortade restider.

Huvudsakliga aktiviteter

En intervjustudie syftar till att samla in kunskap om planeringsförutsättningarna för anslutande kollektivtrafik. I första hand kommer planerare på en deltagande regional kollektivtrafikmyndighet att ingå. Därefter produceras en samhällsekonomisk kalkyl för att värdera nyttan av olika tidtabellalternativ. Ett antal olika exempel formuleras på hur avvägningen mellan olika trafiksegments önskemål kan göras, och vilka resultat dessa får. Utifrån dessa resultat formuleras slutsatser om hur trafikplanerare bör förhålla sig till önskemål om taktfasta tidtabeller.

Forskningsbidrag

Forskningsbidraget är ett mått på värdet av taktfasta tidtabeller i regionalstågstrafiken.

Nytta för beställare

Trafikverket får underlag för att göra en samhällsekonomiskt effektiv avvägning mellan fjärr- och regionalstågs behov i fråga om taktfasta tidtabeller. Regionalstågstrafiken får en analys över hur anslutande kollektivtrafik bäst kan anpassas till regionalstågens tidtabeller.

Resultat

Projektet kommer att resultera i en delrapport bestående av en litteraturstudie och en intervjustudie, samt av en slutrapport som dessutom innehåller en samhällsekonomisk kalkyl samt slutsatser om hur trafikplanerare bör förhålla sig till önskemål om taktfasta tidtabeller. Dessutom publiceras en konferensartikel och en journalartikel baserade på projektet.

Under hösten 2022 har projektet startats upp och litteraturstudien och intervjustudien har påbörjats.

Närmast relaterade KAJT-projekt

SamEff, TTK

Tjänsteutbud och Transportkapacitetsförsörjning på järnväg (TOT)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Aronsson, RISE
Beställare	Per-Åke Wärm, Trafikverket
Tidsperiod	2020–2022
Omfattning (total)	1,2 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering

Mål

I den av RNE föreslagna nya kapacitetstilldelningsprocessen, framtagen i projektet TTR for Smart Capacity Management ingår flera för svensk kapacitetstilldelning nya processteg och objekt före själva ansökan om kapacitet (X-60 – X-8): Segmentering, kapacitetsstrategi, kapacitetsmodell och kapacitetsutbud. För att uppnå en icke diskriminerande och konkurrensneutral kapacitetsfördelning undersöker TOT om nuvarande prioriteringskategorier, eller en variant av dessa, kan användas för detta ändamål.

Huvudsakliga aktiviteter

Projektet bygger vidare på resultat från tidigare forskningsprojektet TT-JOB (transporttillgänglighet – tillgänglighetsnyckeltal för järnvägsnät och banunderhåll) och samverkar nära med det svenska TTR-projektet. TOT är uppdelat i tre etapper som studerar vilka transporttjänster kan förutses ansökas, värdera och segmentera dessa samt skapa kapacitetsmodell och -utbud.

Forskningsbidrag

Ny kunskap, åtminstone för svenska förhållanden, utgör om ett kapacitetsutbud ("Capacity supply") kan göras på ett sådant sätt att innehållet är icke-diskriminerande och konkurrensneutralt gentemot aktörerna vilket utgör en viktig hörnsten i lagstiftningen för svensk kapacitetstilldelning på järnväg.

Nytta för beställare

Hitintills har tankar på ett av statlig myndighet definierat utbud inte ansetts kunna genomföras på ett icke-diskriminerande och konkurrensneutralt sätt. Om prioriteringskategorierna (eller en liknande schabloniserad kalkyl) kan användas i den av TTR definierade nya kapacitetstilldelningsprocessen är förutsättningarna goda att ta fram en icke-diskriminerande och konkurrensneutral metod i linje med TTRs föreslagna process. TOT bistår det svenska genomförandeprojektet TTR Sverige med kompetens.

Närmast relaterade KAJT-projekt

TT-JOB, SATT, RIT-H

Kapacitet i nätverk 2 (KAIN 2)

Utförare	KTH
Projektledare	Ingrid Johansson, ingrid.johansson@abe.kth.se
Beställare	Magnus Backman, Trafikverket
Tidsperiod	2021–2023
Omfattning (total)	2,2 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering

Mål

KAIN 2 syftar till att förbättra metoderna som utvecklades i KAIN för beräkning av kapacitetsutnyttjande för stationer, linjer och kombinationen av dem. Genom att utveckla en gradering av resultatet, och i en fallstudie beräkna kapacitetsutnyttjandet för hela järnvägsnätet, så ökar kunskapen om såväl kapacitetsutnyttjandet i aktuell tidtabell som den underliggande infrastrukturens kapacitetsbegränsningar. I slutändan leder detta till att infrastrukturen kan utnyttjas bättre.

Huvudsakliga aktiviteter

Metoden från KAIN kommer att vidareutvecklas och förbättras genom implementering av alternativa spårval på stationer, koppling av vändande tåg och hantering av enkelspår. Metoden valideras därefter och en analys av befintligt kapacitetsutnyttjande av stationer och linjer utförs. Ett sätt att gradera det beräknade kapacitetsutnyttjandet ska tas fram och en visualisering av resultatet ska utföras. Två vetenskapliga publikationer planeras.

Forskningsbidrag

Projektet syftar direkt till att förbättra kapacitetsberäkningarna. Metoden kan användas för att analysera såväl den befintliga infrastrukturens kapacitetsutnyttjande – tidtabellsoberoende eller för den specifika tidtabellen – som för att undersöka vad en förändrad infrastruktur och/eller tidtabell skulle ge för effekt på kapacitetsutnyttjandet. Därmed kan metoden ge underlag till diskussioner om infrastrukturplanering och till planering av större förändringar av trafikeringen.

Nytta för beställare

Förbättrade kapacitetsberäkningar kan ge positiva effekter som bättre punktlighet och förutsägbarhet för Trafikverket, järnvägsföretagen och kunder (resenärer och godstransportköpare).

Mer konkret kan Trafikverket genom projektet få 1) mer exakta uppskattningar av kapacitetsutnyttjandet, 2) ett fortsatt engagemang i metoder för kapacitetsberäkningar, samt 3) koppling till utbildning vid KTH inom järnvägsanalys.

Resultat

Projektet startade i september 2021 och en referensgrupp har rekryterats. Redan före formell projektstart har arbete utförts med metodförbättring samt kapacitetsanalys av stationer i Skåne för en tänkbar tidtabell år 2025, vilket utgjorde en bidragande artikel i Ingrid Johanssons doktorsavhandling. Medförfattare till artikeln är Norman Weik, DLR, Tyskland. Metodförbättringen består av möjligheten att tillåta tåg att byta ordningsföljd i tidtabellen vid

tidtabellskomprimering av stationer om ett mer effektivt kapacitetsutnyttjande uppnås, genom att ”luckor” i tidtabellen fylls.

En reviderad version av artikeln från doktorsavhandlingen presenterades på konferensen RailBeijing i november 2021. Ett abstract har även accepterats till Transportforum 2022.

Samverkan sker främst med Trafikverket Kapacitetscenter som har visat stort intresse för projektet och väntas ha nytta av resultaten.

Rapporter

Konferenspresentation:

Johansson, I., Weik, N., Strategic assessment of railway station capacity – Further development of a UIC 406-based approach considering timetable uncertainty. The 9th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (ICROMA), RailBeijing 2021, Beijing, China, 3-7th November 2021.

Närmast relaterade KAJT-projekt

KAIN, PLASA, PLASA 2.

Reservkapacitet i tilldelningsprocessen – Huvudstudie (RITH)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se
Övriga projektdeltagare	Martin Kjellin, RISE
Beställare	Stefan Persson, Trafikverket
Tidsperiod	2019–2022
Omfattning (total)	3,9 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan, Strategisk kapacitetsplanering

Mål

Projektets mål är att ta fram metoder, format och regler för hur reservkapacitet (reserverad kapacitet) skall formuleras och hanteras genom kapacitetstilldelningsprocessen. Effektmålet är en trafik, inklusive attraktiva och tidseffektiva AdHoc-tåglägen, som är effektiv, har hög kvalitet (punktlig) och även hög volym vilket sammantaget leder till ett högt samhällsekonomiskt värde. Målet innefattar också att bistå Trafikverket med det pågående arbetet i det av RNE initierade projektet TTR for smart capacity management där reservering av kapacitet är en nyckel för framgång.

Huvudsakliga aktiviteter

Utifrån projektets grundläggande mål delas det upp i ett antal parallella aktiviteter. Grundläggande i RITH är representation av reservkapacitet, värdet av reserveringen (att ställas mot till exempel kapacitet sökt i den ettåriga processen) samt när den reserverade kapaciteten blir tillgänglig att söka. Viktiga aktiviteter i projektet är att undersöka, genom analys av historiskt data, omfattningen av behovet av reserverad kapacitet i nuvarande process men även då TTR implementeras där tilldelad kapacitet kan göras upp till tre år i förväg. Andra aspekter från TTR såsom segmentering, kapacitetsstrategi mm utgör viktiga komponenter i TTR där reservering av kapacitet görs och dessa aspekter adresseras således i RITH.

Forskningsbidrag

De grundläggande frågeställningarna rör hur reservkapaciteten i tågplanen skall representeras samt värderas gentemot de i långtidsprocessen ansökta tåglägena och tjänsterna. Minst lika viktigt är bidraget inom metodutvecklingen för att hantera reservering av kapacitet i kapacitetstilldelningsprocessen, där det idag saknas vetenskapligt underbyggda metoder.

Nytta för beställare

I Sverige är trafiken heterogen, vilket leder till svårigheter att utnyttja infrastrukturen effektivt. Sverige har även förhållandevis mycket godstrafik som ofta har behov av flexibilitet och ett större behov att med kortare varsel ändra i tågplanen. Detta resulterar i att tågplanen blir fragmenterad och tillkommande/ändrad trafik får nöja sig med restkapaciteten från den årliga processen. Stora kostnader uppstår som en följd av kapacitetsbrist, s.k. skogstid, förseningar och väntan på till exempel rangering på bangården.

Infrastrukturhållare har enligt lag en skyldighet att beakta behovet av s.k. reservkapacitet till ad hoc-processen¹ och Trafikverket har därför en skyldighet att ta hänsyn till detta behov.

Resultat

Projektet har tagit fram två rapporter, se nedan. Den tredje är försenad då uppgiften att prognosticera tillkommande trafik baserat på historiska tågplaner varit svår att genomföra med ett gott och kvalitetssäkrat resultat. Grundläggande principer och process är diskuterade med dels Trafikverket, dels extern referensgrupp (operatörer).

Rapporter

Aronsson, M. (2019). Reservkapacitet i tågplaneprocessen: Förstudie, Teknisk rapport, <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-38524>

Aronsson, M. (2020). RIT– Reservkapacitet i tilldelningsprocessen: Underlagsrapport 1. RISE rapport 2020:80. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1479238&dswid=7421>

Närmast relaterade KAJT-projekt

SamEff, SATT, SATT-TF, SATT-BP, TOT, TT-JOB

Flexibilitet för ökad kapacitet på Malmbanan (Flexikap)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se
Övriga projektdeltagare	Sara Gestrelius
Beställare	Fredrik Lundström, Trafikverket Magnus Ragneberg, LKAB
Tidsperiod	2021–2022
Omfattning (total)	0,5 MSEK
Projekttyp	Förstudie
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering, Planering av transportsystem, fordon och personal

Mål

LKAB har behov av att tåg ska kunna avgå mer flödesoptimerat och baserat på de dagliga förutsättningarna snarare än hårt kopplat till de alltför långt i förväg planerade tidtabellskanalerna. Dagens hårda koppling till ett fåtal tidtabellskanaler får till följd att tåg ibland helt måste ställas in – vilket ger tappad transportkapacitet som inte alltid kan hämtas ikapp. Projektets syfte är att undersöka möjligheter och förutsättningar att utöka produktiviteten på Malmbanan och dess aktörer genom att tågavgångar kan göras på ett mer flexibelt och behovsanpassat sätt för dem som kan ha nytta av det – *utan* att störa trafiken för övriga aktörer på banan.

Projektet sker i samverkan RISE-LKAB-Trafikverket, där både Trafikverket och LKAB är finansierare av förstudien.

Huvudsakliga aktiviteter

Huvudsakliga aktiviteter i projektet är:

- Intervjuer med personal på LKAB, Trafikverket och andra relevanta aktörer
- Analys av data gällande trafik på Malmbanan
- Beräkning av nytta med kvantitativa och kvalitativa mått
- Kapacitetsanalys av Malmbanan med hjälp av RISE forskningsplattform för tidtabellsläggning (kallad M2)
- Workshop med inblandade aktörer på Malmbanan

Forskningsbidrag

Forskningsbidraget är analys av de svenska förutsättningarna för att kombinera trafik som går strikt efter långt i förväg tidtabellsplanerad trafik men trafik som avropas på ett mer flexibelt sätt, samt vidareutveckling av kvantitativt verktyg (forskningsplattformen M2) för kvantitativa studier kring detta.

Nytta för beställare

På 1–3 års sikt kan projektet ge viktig kunskap om frågeställningen om flexiblare malmtrafik är värd att fördjupa.

På 5–10 års sikt kan Trafikverket och LKAB få processer för att hantera en kombination av tidtabellagd och behovsstyrd trafik i vissa geografiskt avgränsade områden.

Resultat

Under 2021 har projektets startat. Behovet av flexibilitet i olika tidsperspektiv har konkretiserats i dialog med sakkunniga intressenter. Kvantitativa analyser har specificerats för att kunna utföras under 2022.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Tomte, Impact-2, Co2reopt

Simulering med Proton och RailSys (SIMPOR)

Utförare	KTH
Projektledare	Hans Sipilä, mute@kth.se
Övriga projektdeltagare	Mohammad Al-Mousa, Behzad Kordnejad
Beställare	Pär Johansson, Trafikverket
Tidsperiod	2021–2022
Omfattning (total)	1,1 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering

Mål

Syftet med projektet är att undersöka hur och för vilka frågeställningar det makroskopiska simuleringsverktyget Proton kan användas med hänsyn till svenska förhållanden samt att utveckla metodik kring användning av Proton i Sverige. Vidare studeras hur RailSys och Proton kan samverka, antingen att de kompletterar varandra eller att man ska kunna avgöra för- respektive nackdelarna med båda verktygen givet en viss frågeställning. Proton har utvecklats av DB Analytics inom forskningsprojekten Plasa och Plasa-2.

Ett mer övergripande mål är att metodiken och kunskapen kring Proton ska uppnå en sådan nivå att verktyget i framtiden ska kunna användas av Trafikverket, framför allt i de tillämpningar där simulering på mikronivå med exempelvis RailSys skulle vara tidskrävande, praktiskt komplicerat och/eller orealistiskt att genomföra.

Huvudsakliga aktiviteter

Till en början består arbetet i att ta fram metoder för att generera nödvändiga indata till simuleringar. Exempelvis tidtabeller, tekniska (minsta) körtider, stokastiska och/eller systematiska störningar. Dessa har inriktats mot befintlig installerad version av Proton hos Trafikverket och kan behöva anpassas till en nyare version som beräknas vara på plats under första kvartalet 2022.

Fallstudier ska bestämmas vilka senare ska simuleras. Dessa fallstudier kan då innefatta områden med olika inslag av banor med dubbelspår, enkelspår, stationer med större inslag av korsande rörelser, områden med komplex spårlayout exempelvis kring storstäder. Till detta tillkommer även frågeställningar med simulering av nät som innefattar banarbeten eller andra typer av restriktioner i spårinfrastrukturen. Samtliga fall definieras tillsammans med Trafikverket. RailSys används som komplement i de fall där det är lämpligt att kunna jämföra resultat från simuleringar för att bedöma hur den relativt kraftigt förenklade beskrivningen av spårinfrastrukturen inom exempelvis större stationer/driftplatser påverkar utfallet och vilka modelleringsåtgärder i form av indatafördelningar och/eller parameterinställningar som eventuellt krävs för att, sett i ett större perspektiv, ändå få ett realistiskt utfall.

Forskningsbidrag

Projektet förväntas bidra till utveckling när det gäller kapacitetsanalyser på nätnivå och framför allt att vissa typer av analyser bör kunna göras effektivare i framtiden. Projektet förväntas ge insikt om för vilka frågeställningar Proton är lämpligt, vilka för- och nackdelar som finns samt utveckla arbetssätt (metodik) kring användningen av Proton i Sverige.

Nytta för beställare

Simuleringar kan användas i framtida hantering av kapacitetstilldelning, exempelvis för att bedöma effekten av banarbeten eller andra restriktioner i infrastruktur.

Resultat

Det arbete som hittills gjorts inom projektet är framtagning av verktyg (skript) för att kunna importera tidtabeller för valda områden samt dagar från filer som exporterats från TrainPlan. Tidigare har tidtabellerna enbart kunnat tas via exporter från RailSys. Genom att importera TrainPlan-tidtabeller finns möjlighet att simulera längre perioder (flera dagar) samt att använda den faktiska produktionstidtabellen om så önskas och data finns för denna. Tekniska gångtider till Proton hämtas ur exporter av gångtidskörningar i Tigris. Ihop med detta har även skript tagits fram för att framställa övriga indatafiler som krävs av Proton för att kunna simulera med stokastiska och/eller systematiska störningar av olika typer. Både möjligheten att importera tidtabeller från TrainPlan och generering av störningsfiler samt annan data kommer att nyttjas i det fortsatta arbetet inom projektet under år 2022. På sikt krävs anpassningar för att använda exporter från TPS som ersätter TrainPlan. Simuleringar med Proton har under 2021 gjorts i andra projekt där delar av arbetet som gjorts inom detta projekt har använts.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Kapacitet i Nätverk (KAIN), Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått (FlexÅter), Tidtabellskvalitet (TTK)

Konstruktionsregler för en robust tågplan (KRUT)

Utförare	Trafikverket, Linköpings universitet
Projektledare	Emma Solinen, emma.solinen@trafikverket.se
Övriga projektdeltagare	Anders Peterson, LiU, Jan Lundgren, LiU
Beställare	Åke Lundberg, Trafikverket
Tidsperiod	2019–2022
Projekttyp	KAJT-relaterat doktorandprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering

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 dubbelspårstrafik. 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.

Närmast relaterade KAJT-projekt
RTJ

SJ – Optimering och Tidtabeller (SJOT)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se
Beställare	Johan Båging, SJ
Tidsperiod	2019–2022
Omfattning (total)	0,6 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering

Mål

Projektets mål är att undersöka på vilket sätt optimerande programvara för tidtabelläggning kan stötta SJ i processen att ta fram den årliga ansökan om tåglägen. Målet med fas två i SJOT är att fördjupa de resultat som uppnåddes under projektets första fas.

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 SJ:s perspektiv. I projektet ingår även att undersöka hur optimering kan passa in i den nuvarande systemstrukturen och att processtiden för tidtabellsanalys kan kortas.

Forskningsbidrag

De flesta tidtabelläggningsprojekt 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

Nytan 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.

Resultat

Under 2019 gjordes olika prov med optimerande tidtabelläggning på ett av SJ valt affärsområde. 2020 var planerat att fördjupa dessa prov, men verksamheten har fått skjutas på framtiden beroende på den pågående Coronapandemin. Nuvarande plan är att återstarta projektet under 2022.

Närmast relaterade KAJT-projekt

TTK, Impact-2

Samplanering av Trafikpåverkande åtgärder och trafik – trafikflöden (SATT-TF)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se
Övriga projektdeltagare	Martin Kjellin, RISE
Beställare	Jonas Bälter, Trafikverket
Tidsperiod	2022 – 2024
Omfattning (total)	1,9 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Strategisk kapacitetsplanering

Mål

SATT-TF vidareutvecklar modell och metod från det avslutade projektet SATT, Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden på järnväg, med fokus på volymer av tågtrafik över tid snarare än faktisk schemaläggning av individuella tåglägen. Målet är att kunna beräkna trafikvolymer för ett nät motsvarande Sveriges järnvägsnät för ett typdygn med hjälp av transporttjänsteklasser, ett begrepp framtaget i det tidigare projektet TT-JOB, Transporttillgänglighet för järnvägstransporter och banunderhåll. Ambitionen är att höja TRL-nivån för TTK-resultatet från 4 till 6 samt höja TRL-nivån för SATTs beräkningsmodell från 3 till 5, i bästa fall 6.

Huvudsakliga aktiviteter

Projektet har följande grova indelning i arbetspaket:

- AP 1 omfattar första version av Transporttjänsteklasser för svensk järnvägsinfrastruktur, beräknas klar början 2023
- AP 2 omfattar större delen av utvecklingen av beräkningsmodellen i SATT-TF, start 2023. Denna sker i samverkan med TTR Sverige och MVP 6 samt med systerprojektet SATT-BP.
- AP 3 Konsolidering av resultat samt vid behov vidareutveckling av resultatet från AP 1 (drivs av PLnp's respons på AP 1).

Erfarenheter av arbetet i AP2 är viktigt att ta vidare till RNEs utveckling av sin kapacitetsmodellplattform ECMT, för att påverka TTRs utvecklingsarbete i svensk riktning. AP3 syftar till en kvalitetssäkrad överlämning av resultaten till TTR (både det svenska projektet och vid behov internationellt). AP3 innehåller även presentation, publikation och spridning av de forskningresultat som förväntas i projektet.

Forskningsbidrag

Kärnan i beräkningsmodellen, framtagen i det tidigare FoI-projektet SATT, är ett flervaruflöde (multi commodity network flow). Fokus är flöden av volymer av tåglägen (mängd tåglägen av olika typ i olika segment baserat på transporttjänstklasserna) och över ett järnvägsnät, beräknat per tidsenhet. Behov av sådana modeller finns i de tidigare processtegen då planering på tågläges-individer är för detaljerat (fokus är bland annat önskad segmentering över nät och över tid).

En viktig del av SATT-TFs forskning och utveckling rör representation av kapacitet, lämplig att användas i kombination med volymer av tåglägen från olika transporttjänsteklasser, för

tidsperioder och bandelar / linjer. Vidareutveckling av beräkningsmetoden från tidigare projektet SATT är också nödvändig.

Nytta för beställare

SATT-TF bistå projektet TTR Sverige att ta fram de första kapacitetsmodellerna i den nya kapacitetstilldelningsprocessen för tåglägen som det internationella TTR-projektet definierar. Ett ytterligare syfte är att i TPÅ-processen kunna mäta trafikpåverkan vid avstängningar. SATT-TF möjliggör även de nyttor som den av PLnp initierade PENG-utvärdering av resultaten från TT-JOB visade på.

Resultatet från SATT-TF förväntas ha påverkan på hur kapacitet kan uttryckas i de tidiga skedena av kapacitetstilldelningsprocessen (X-36 - x-3) samt hur nyttjandegraden beräknas bli. En återkoppling blir då möjlig att göra från de uppföljningar av kapacitetsuttaget som Trafikverket gör idag (de s.k. Kapacitetskartorna) gentemot de volymer som beräknats av metoden i SATT-TF.

Närmast relaterade KAJT-projekt

SATT-BP, BASTA, TOT, SATT, TTJOB

Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden - banarbetsplanering (SATT-BP)

Utförare	Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
Projektledare	Tomas Lidén, tomas.liden@vti.se
Övriga projektdeltagare	Filip Kristofersson, VTI
Beställare	Johan Engsfelt, Trafikverket
Tidsperiod	2022-2023
Omfattning (total)	2,0 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Underhåll och trafik, Strategisk kapacitetsplanering

Mål

Projektet är en fortsättning på modellstudien SATT, och har följande tre delmål:

1. Implementera en forskningsprogramvara för schemaläggning av trafikpåverkande åtgärder (TPÅ) över ett specifikt produktionsår, inklusive anpassning av nationella trafikflöden.
2. Genomföra och dokumentera en utvärderingsstudie för ettårig TPÅ-planering, i samarbete med Trafikverket.
3. Utveckla en metod för att kunna lösa även det fleråriga planeringsproblemet.

Huvudsakliga aktiviteter

Programutveckling, fallstudie och utvärdering, modellstudie flerårig planering, koordinering med SATT-TF, slutförande och rapportering.

Som en option kan projektet utökas med ett arbetspaket för medverkan av forskarresurser i en implementationsstudie (under ledning av Trafikverket).

Forskningsbidrag

Projektet ger ny kunskap om metoder för långsiktig banarbetsplanering och påverkan på trafikflöden över längre tidsperioder.

Ur forskningssynpunkt är frågeställningen mycket intressant eftersom det i dagsläget inte finns några referenser som löser denna typ av långsiktig och övergripande planering.

Nytta för beställare

Trafikverket har idag problem att överblicka och samordna alla de TPÅ som ska utföras på järnvägssystemet. Projektresultaten kan därför ge stort värde och möjlighet till förbättrad koordinering både vad gäller projektens genomförbarhet och de trafikala effekterna.

Dessa metoder bör på sikt kunna implementeras och nyttjas inom den ekonomiska åtgärdsplaneringen, men även för kapacitetsplanering och internationell samordning, till exempel via TTR (Timetabling and Capacity Redesign).

Närmast relaterade KAJT-projekt

SATT, SATT-TF, BANDAT.

Banarbetsprocess och datatillgång (BANDAT)

Utförare	Lunds universitet
Projektledare	Lena Hiselius, lena.hiselius@tft.lth.se
Övriga projektdeltagare	Nils Olsson, Daria Ivina, Lunds Universitet; Lars Brunsson, Trafikverket
Beställare	Rose-Marie Renberg, Trafikverket Underhåll
Tidsperiod	2019–2022
Omfattning (total)	4,02 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Underhåll och trafik

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 effektivt eller inte och hur banarbeten påverkar trafiken.

Huvudsakliga aktiviteter

I detta projekt fokuserar vi på tre huvudaspekter relaterade till planering av banarbeten; data, planeringsprocessen och hur banarbeten påverkar tågtrafikens punktlighet. Projektet syftar till att studera varje steg i planeringen för underhållsprocessen i syfte att undersöka möjliga förluster i processen. För att göra detta utför vi dataanalys, dokumentstudier och intervjuer med yrkesverksamma som är involverade i planeringsprocessen.

Projektet inkluderar även identifiering av data som skulle kunna användas, främst i banarbetsprocessen för att förbättra planeringsprocessen samt analyser av orsaksförhållanden, speciellt kombination av trafik/punktlighetsdata och data om utförda banarbeten. Projektet syftar även till att analysera involverades tankar kring potentiella förbättringar av datautbytesprocessen.

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.

Resultat

Under året analyserades förhållandet mellan förseningar och banarbeten vid olika förhållanden för 2017. Uppgifterna aggregerades i förhållandet till tågtyper (gods- och persontåg) och olika specifikationer för banarbeten. I denna studie använde vi en logistisk regressionsanalys baserad på mer än 225 000 planerade banarbeten och 25 600 000 tågrörelser under 2017. Resultaten visar att tåg som passerar spår på enkelspåriga segment hade i genomsnitt 44 % större sannolikhet att bli försenade än de som låt bli. Motsvarande värde för dubbelspåriga segment var 25 % och det vägda genomsnittet var en ökad risk med 31 %.

I år genomförde vi en intervjustudie som syftade till att analysera planering och genomförande av banarbeten ur entreprenörens perspektiv. Syftet med denna studie var att identifiera och klassificera osäkerheter och strategier som tillämpas för att hantera osäkerheter i entreprenörers vardagliga planering och schemaläggning av banarbeten. Vi genomförde semistrukturerade intervjuer med nio arbetsledare och planerare på entreprenadföretag för järnvägsunderhåll i Sverige. De viktigaste resultaten visade att entreprenörer hanterar två typer av osäkerheter i planering och genomförande av banarbeten: intern och extern. Vi kategoriserade osäkerheter och strategier för att hantera osäkerheter och beskrev dem på taktisk och operativ nivå. De flesta avslöjade osäkerheterna ledde till omläggning av banarbeten. Vidare föreslog vi att nuvarande strategier för att hantera osäkerheter som tillämpas hos entreprenadföretag kan förbättras genom att revidera organisatoriska designstrategier för underhållsprojekt.

I år avslutades studie som syftar till att utforska skillnader i kommunikation och samarbete i planering och genomförande av banarbeten under två kontraktstyper. En dokumentgenomgång och intervjuer med 22 projektledare identifierade problem i planering och schemaläggning relaterade till kunskapsöverföring hos entreprenörsföretag, bokning av tid för banarbeten och bristande förtroende mellan entreprenörer och beställare. Resultaten visade hur de två typerna av kontrakt uppfattas olika av avtalsparterna.

Projektet fortsätter under 2022.

Rapporter

Konferensartikel:

Ivina, D., Olsson, O.E.N. (2020). Lean Construction Principles and Railway Maintenance Planning. In Proceedings of 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Berkeley, California, USA, July 6-10th, pp. 577–588.
<https://doi.org/10.24928/2020/0025>

Tidskriftsartikel:

Ivina, D., Olsson, O.E.N., Hiselius W.L. (2022). Significance of the contractual relationship for the efficient railway maintenance project planning. *Procedia Computer Science*, V. 196, pp. 920-926, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.093>.

Konferenspresentationer:

Ivina, D., Olsson, O.E.N., Hiselius W.L. (2021). Significance of the contractual relationship for the efficient railway maintenance project planning. International Conference on Project MANagement, Portugal, online.

Ivina, D., Palmqvist, C.-W. (2021). Use of reserved capacity for trackwork in Sweden. National transportation research conference 2021, Malmö, online.

Ivina, D., Palmqvist, C.-W., Olsson, O.E.N., Hiselius, W.L. (2021). Train delays due to trackworks in Sweden. 48th 9th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (ICROMA) RailBeijing21, Beijing, China, online.

Konferenspresentationer (utan proceedings):

Ivina, D., Palmqvist, C.-W., Olsson, O.E.N., Hiselius, W.L. (2021). Train delays due to trackworks in Sweden. 48th 9th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (ICROMA) RailBeijing21, Beijing, China, online.

Ivina, D., Olsson, O.E.N., Hiselius W.L. (2022). Significance of the contractual relationship for the efficient railway maintenance project planning. *Procedia Computer Science*, V. 196, pp. 920-926. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.093>

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.

Smart, data-based assets and efficient rail freight operation (Fr8Rail III WP2)

Utförare	RISE, LiU, KTH, VTI
Projektledare	Martin Joborn, RISE, martin.joborn@ri.se
Övriga projektdeltagare	Sara Gestrelus, Martin Kjellin, RISE; Behzad Kordnejad, Hans Sipilä, Mohammad Al-Mousa, Niloofar Minbashi, KTH; Anders Peterson, Carl-Henrik Häll, Christiane Schmidt, William Erlandson, LiU; Tomas Lidén, Abderrahman Ait Ali, VTI; Emma Solinen, Emma Dyrssén, Trafikverket
Beställare	Magnus Wahlborg, Trafikverket
Tidsperiod	2019–2022
Omfattning (total)	6,7 MSEK
Projekttyp	EU-projekt (Shift2Rail)
Forskningsområde	Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet, Underhåll och trafik, Operativ kapacitetsplanering,
Hemsida	https://projects.shift2rail.org/s2r_ip5_n.aspx?p=FR8RAIL

Mål

Smart, data-based assets and efficient rail freight operation (FR8RAIL III) är ett Shift2Rail-projekt, där fyra av KAJT-parterna är aktiva i WP2 *Real time network management*. Mål för projektet är dels att ta fram en demonstrator för förbättrade planeringsmetoder vid tidtabellskonstruktion och underhållsplanering, dels att ta fram en demonstrator för samordnad planering mellan linje och bangård, samt att utvidga kunskaper kring användning av simulering för tidtabellsanalys.

I projektet samverkar de svenska parterna med systemleverantören Indra från Spanien.

Huvudsakliga aktiviteter

Specifikation och utveckling av demonstrator för samordnad planering av infartgrupp/utfartgrupp vid rangerbangård, specifikt används Malmö godsbangård (MGB) som fallstudie i demonstrator och studier. Utveckling av metoder för operativ rangeringsplanering. Utveckling av metoder för tidtabellsplanering och samordning med servicefönster i ett korttidsperspektiv.

Forskningsbidrag

Metoder för modifiering av tidtabeller och analysmetoder för tidtabellers kvalitet med hjälp av simulering. Hantering av underhållsarbeten och hur dessa kan samplaneras med tidtabell i kortsiktigt perspektiv.

Nytta för beställare

På 1–3 års sikt erhålls en demonstrator för utvärdering plattform för samordnad planering av infarts/utfartsgrupp vid rangerbangård.

På 5–10 års sikt kan projektet ge verktyg för förbättrad hantering av servicefönster och dess samordning med trafikplanering.

Resultat

Under 2021 har projektets första rapport framställts. Den innehåller en sammanställning av kunskap från tidigare projekt, analys av avgångsförseningar för Malmö Rangerbangård samt specifikation av de scenarier som ska demonstreras senare i projektet. Metodutvecklingsarbetet för demonstratorerna har resulterat i vetenskapliga presentationer och publikationer inom skattning av förseningar från Malmö rangerbangård, samhällsekonomisk värdering av underhåll, och tidtabellskonstruktion. Utöver detta har den första versionen av demonstratorn för samordnad planering av linje och bangård, kallad Yard Coordination System (YCS), specificerats, implementerats av Indra och presenterats. Personer från trafikledning, Green Cargo och Mertz har under ett antal möten fått lära sig om YCS för att kunna delta i demonstrationen som ska genomföras 2022.

Frågeställningar och hantering rörande informationssäkerhet har bearbetats inom projektet.

Projektet har stor samverkan med andra parter rörande demonstratorn YCS. Trafikverket, Green Cargo och Mertz har bidragit med utvecklingsbehov. Idéer och koncept har presenterats för TTT och Malmö DLC, och projektet har gemensamma möten med Yard CDM-projektet för att samordning och informationsspridning.

Rapporter

Konferensartiklar:

- Erlandson, W., Häll, C.H., Peterson, A. and C. Schmidt (2021). Meta-heuristic for inserting a robust train path in a non-cyclic timetable. In: RailBeijing 2021: 9th International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis RailBeijing 2021, Beijing, China, November 3–7, 2021.
- Gestrelus, S., Häll, C.H. and A. Peterson (2021). Capacity utilization, travel time, stability, and heterogeneity — a linear programming analysis for railway timetabling. In: RailBeijing 2021: 9th International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis RailBeijing 2021, Beijing, China, November 3–7, 2021.

Konferenspresentationer (utan proceedings):

- Minbashi, N., Machine learning in departure prediction of freight trains, INFORMS Annual Meeting, 2020.
- Minbashi, N., Yard departure deviations in Swedish railways, KTH Railway Group Seminar, 2020.
- Minbashi, N., Departure Status Prediction from Railyards Using Machine Learning Algorithms, ASME Joint Rail Conference (JRC2021).
- Gestrelus, S., Olsson, E., Sharing data for yard operation - CDM och YCS, KAJT Vårseminarium, 2021.
- Minbashi, N., Applying Machine Learning for Yard Departure Prediction, AI4RAILS workshop in the 31st European Conference on Operational Research, 2021.
- Minbashi, N., Delay Analysis of Departing Trains from Shunting Yards: a Case Study, 8th International Symposium on Transport Network Reliability, 2021.
- Ait Ali, A., Lidén, T., Towards Benefit-Cost Analysis of Railway Maintenance Windows, Society for Benefit-Cost Analysis: European Conference, 2021
- Ait Ali, A., Lidén, T., Minimal utilisation rates of railway maintenance windows: a cost-benefit analysis approach, Swedish Transportation Research Conference, 2021.
- Minbashi, N., Machine Learning Algorithms for Yard Departure Prediction, INFORMS Annual Meeting, 2021.

Minbashi, N., Yard Departure Prediction: Case Study from Malmö Yard, KAJT Höstseminarium, 2021.

Minbashi, N., “The Application of Machine Learning on Yard Departure Prediction”, Rising Stars Workshop, “Friedrich List“ Faculty of Transport and Traffic Sciences, 2021.

Shift2Rail och EU-rapporter:

Wahlborg. M., et al. (2021), Specification of Innovations and Scenarios for Enhanced and Integrated Line- and Yard Planning. Deliverable D2.1 from project FR8RAIL III.

Working paper:

Ait Ali, A., & Lidén, T. (2021). Minimal utilization rates for railway maintenance windows : a cost-benefit approach. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-17178>

Närmast relaterade KAJT-projekt

ARCC, Fr8Hub, Fr8Rail II, Impact-2, Plasa-2

YardCDM DEMO

Utförare	RISE
Projektledare	Sandra Haraldson, RISE
Övriga projektdeltagare	Trafikverket, Green Cargo, DB Cargo Scandinavia, Mertz, Hector Rail
Beställare	Trafikverket
Tidsperiod	2022-2024
Omfattning (total)	3,52 MSEK
Projekttyp	KAJT-relaterat projekt
Forskningsområde	Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet, Operativ kapacitetsplanering
Hemsida	https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/yardcdm

Mål

Målet med demonstrationsprojektet är att erhålla kunskap och erfarenheter rörande hur ett samskapat koncept för digital samverkan (YardCDM), kan stärka järnvägsdepåer som hållbara noder i transportsystemet. Målet är att genom demonstrationsprojektet ta fram råd och riktlinjer för framtida implementation med utgångspunkt från Malmö Rangerbangård (MGB).

Huvudsakliga aktiviteter

Demonstrationsprojektet är indelat i 5 större arbetspaket, där (AP1) *aktörsklustret* (Living Lab) samt (AP2) *konceptutveckling* pågår under hela projektperioden (2 år). Aktörsklustret innebär att involverade aktörer samlas regelbundet för att tillsammans arbeta med gemensamma frågeställningar. Det sker en succesiv vidareutveckling av det förslag till koncept som togs fram under förstudien och att konkretisera de use case som är relevanta att demonstrera och utvärdera. Under första projektåret initieras även (AP3) *etablering av organisatoriska och tekniska förutsättningar*. Under år 2 körs (AP4) *demonstration* och (AP5) *utvärdering* parallellt. Demonstrationen planeras att köras i minst två iterationer. Olika komponenter av konceptet kan därmed demonstreras och vidareutvecklas under projektets gång i samverkan med presumtiva användare. Utvärdering görs av såväl teknisk miljö samt konceptuella komponenter för att möjliggöra konceptbeskrivning samt råd och riktlinjer för framtida implementation.

Forskningsbidrag

Under projektet utvecklas bland annat principer för datadelning och kunskap rörande rangerbangårdars möjligheter och begränsningar som nod i järnvägs- och transportsystemet.

Nytta för beställare

Nytan för såväl beställare som övriga involverade parter är överenskommelser och principer för digital samverkan i syfte att optimera bangårdens roll i järnvägssystemet. Projektet förväntas resultera i Råd och riktlinjer för framtida implementation av digital samverkan enligt YardCDM, för att öka punktlighet, förbättra planeringsförmåga, öka nyttjandegrad av befintliga resurser och infrastruktur i järnvägssystemet, och därmed bidra till omställningen mot ett hållbart transportsystem.

Närmast relaterade KAJT-projekt

YardCDM: ett förstudieprojekt som föregick detta demonstrationsprojekt.

PRediktion av AnkomstTider och Avgångar (PRATA)

Utförare	KTH
Projektledare	Behzad Kordnejad, behzad.kordnejad@abe.kth.se
Övriga projektdeltagare	Niloofer Minbashi, KTH
Beställare	Magnus Wahlborg
Tidsperiod	2021-2023
Omfattning (total)	1,7 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet

Mål

Projektet utgör en fortsättning på metodutveckling som startades i forskningsprojektet FR8HUB WP3 och syftar till att förbättra prediktion av ankomst- och avgångstider för godståg med hjälp av maskininlärning och statistiska metoder applicerat på stora datamängder med tillgängliga trafikdata. I projektet ingår också att visa på potentialen för nyttogörande av dessa resultat. Syftet är dels att kunna göra en snabb och exakt prediktion av avgångs- och ankomsttider baserat på tillgängliga data i ett tidsperspektiv som sträcker sig från taktiskt till operativt, och dels att ta fram mer kunskap om förseningsfördelningar baserat på data från fler bangårdar.

Huvudsakliga aktiviteter

I projektet ingår följande aktiviteter:

- Dialog och samverkan med projektets mottagare hos Trafikverket och svensk järnväg.
- KTH har ett eget säkerhetsansvar för frågor kopplat till säkerhet till exempel trafikdata. Trafikverket och KTH säkerställer tillsammans att säkerheten sköts på ett korrekt sätt. Aktiviteten är löpande och pågår under hela projektet.
- Vidareutveckla existerande metod för förseningsprediktion för avgångstider baserad på en analytisk metod.
- Vidareutveckla statistisk metod för prediktion av ankomst- och avgångstider baserat på maskininlärning och korsvalidering för parameteroptimering
- Förbättra metodens tillämpbarhet genom att möjliggöra inläsning från fler dataformat och plattformar.
- Undersöka tillämpbarheten för lös integrering med existerande simulerings- och optimeringsmetoder. Vi syftar främst till att integrera en modell för prognoser för godsbangårdar, baserad på maskininlärning med en makroskopisk nätverkssimuleringsmodell (PROTON). Resultaten från integrationen kommer att göra det möjligt för oss att förutsäga ankomsterna till nästa bangård.

Experimentell utvärdering av metoden genom testning på utvalda trafikdata.

Forskningsbidrag

Nya metoder för analys och prediktion av avgångs- och ankomsttider för godstrafik baserad på stora datamängder.

Nytta för beställare

Godståg påverkar övrig trafik, och ny kunskap om prediktion av ankomst- och avgångstider för dessa är därmed en grundförutsättning för ökad punktlighet i järnvägstrafiken som helhet. Ny

kunskap och metodik för kapacitetsanalys för järnvägsnätet kommer tas fram, och nyttoaspekter innefattar dels en direkt koppling till kapacitetsanalys, dels återutnyttjande av förseningsfördelningar i till exempel mikro- eller makrosimulering. Ytterligare en positiv sideeffekt är ökad kunskap om kapacitet i noder och bangårdar. En demonstration av utvecklad metodik är tänkt att göras i slutet av projektet. Projektet bidrar också till en automatisering och ökad digitalisering av kapacitetsanalys.

Rapporter

FR8RAIL III Deliverable 2.1, Specification of Innovations and Scenarios for Enhanced and Integrated Line- and Yard Planning

Närmast relaterade KAJT-projekt

FR8HUB WP3, FR8RAIL III WP2

Robusta tidtabeller med kombinerad simulering och optimering (FlexÅter 2)

Utförare	KTH
Projektledare	Oskar Fröidh, oskar.froidh@abe.kth.se
Övriga projektdeltagare	Doktorand Johan Högdahl, KTH Gästprofessor Markus Bohlin, KTH
Beställare	Magnus Wahlborg, Trafikverket
Tidsperiod	2021–2022
Omfattning (total)	1,7 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering
Hemsida	https://www.byv.kth.se/avd/transportvetenskap/forskning/somraden/forskningsprojekt-tagtrafik-och-logistik-1.876591

Mål

I projektet FlexÅter utvecklade vi en metod för att minimera den viktade summan av annonserad restid och predikterad medelförsening, tidtabellens totala onytta. Metoden är baserad på en kombination av optimering och RailSys-simulering och bygger på att de planerade restiderna bättre anpassas till hur de faktiska restiderna är fördelade, vilka är empiriskt uppskattade med mikrosimulering.

Detta projekt, FlexÅter2, är en direkt fortsättning på forskningsprojektet FlexÅter. Syftet med FlexÅter2 är att vidareutveckla metoden från FlexÅter med fokus på fortsatt modell- och metodutveckling samt att utveckla metodens generaliserbarhet och tillämpbarhet. I projektet ingår forskarutbildning av en doktorand.

Huvudsakliga aktiviteter

Arbete med fortsatt modell- och metodutveckling av den framtagna metoden. Fokus på validering av förseningsmodell; utvärdering av metodens effekter med avseende på total onytta i form av restid och förseningstid, total planerad restid, total genomsnittlig försening och punktlighet; utvärdering av metodens skalbarhet på scenarier upp till ca 1400 tåg.

Forskningsbidrag

Modell- och metodutveckling inom områdena robust tidtabellsplanering och kapacitetsanalys.

Nytta för beställare

Beställaren kan genom projektet få 1) bättre kontroll över tidtabellens och infrastrukturens påverkan på trafikens punktlighet och förutsägbarhet, 2) metodutveckling inom området mikrosimulering och RailSys.

Resultat

I projektet har vi fortsatt utveckla modellen för att beräkna förseningar baserat på förseningsdata från simulering. Modellen har implementerats i en optimeringsmodell för tidtabellläggning för att minimera predikterad onytta – den viktade summan av planerad restid och predikterad försening.

Metoden har utvärderats i en simuleringsstudie på Västra stambanan med RailSys. Utvärderingen har fokuserat på att validera förseningsmodellen; utvärdera metodens effekter med avseende på total onyttan, total planerad restid, total medelförsening och punktlighet samt hur dessa effekter beror på tidtabellens flexibilitet (dvs. hur mycket får den givna ursprungstidtabellen modifieras); och att utvärdera metodens skalbarhet. I utvärderingen jämfördes även den föreslagna metoden med några alternativa varianter.

I vår simuleringsstudie såg vi signifikanta förbättringar i trafikens punktlighet (+9 %-enheter) och signifikant mindre medelförseningar (-53%), till en kostnad av något längre restider (+7%). Sammantaget ledde detta till att den totala onyttan – dvs. summan av viktad restid och förseningstid – i snitt minskade med 5 %. I skalbarhetsexperimentet observerade vi för den största probleminstansen (med ca 1400 tåg) genomsnittliga lösningstider på 8–15 timmar, beroende på hur mycket den ursprungliga tidtabellen kunde modifieras, vilket indikerar att metoden är tillämpbar på stora probleminstanser.

Närmast relaterade KAJT-projekt
FlexÅter, FR8HUB, FR8RAIL3 WP2

Capacity Modeling and Shift Optimization for Train Dispatchers (CAPMO-Train)

Utförare	Linköpings universitet (LiU), Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
Projektledare	Christiane Schmidt, christiane.schmidt@liu.se
Övriga projektdeltagare	Rabii Zahir, rabii.zahir@liu.se, LiU Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se, LiU Jan Andersson, jan.andersson@vti.se, VTI Gunilla Björklund, gunilla.bjorklund@vti.se, VTI
Beställare	Magnus C. Johansson, Trafikverket
Tidsperiod	2021-2024
Omfattning (total)	3,4 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Planering av transportnätverk, fordon och personal

Mål

Övergripande mål med detta projekt är att göra det möjligt för Trafikverket att automatiskt hitta kostnadseffektiva och säkra tågklarerarskift och att operativt kunna omplanera dessa vid förutsebara men stokastiskt varierande händelser.

Huvudsakliga aktiviteter

Litteraturstudie, hitta mått för arbetsbelastningen för tågklarerare och tröskelvärdena avseende för hög och för låg arbetsbelastning, kartlägga operativa och juridiska restriktioner för tågklarerares arbetsskift och möjliga mål för skiftplanering, design av ett optimeringsramverk som kommer ta hänsyn till alla operativa och juridiska restriktioner, studera effekterna av förutsebara men stokastiskt varierande händelser på tågklarerarens arbetsbelastning och integration av dessa effekter i optimeringsramverket

Forskningsbidrag

Ett optimeringsramverk för arbetsskiften av tågklarerare som tar hänsyn till juridiska och operativa krav och tågklarerarens arbetsbelastning.

Nytta för beställare

Projektet kommer att ge insikt i både tågklarerares arbetsbelastning och möjligheter till förbättrad skiftplanering jämfört med dagens skiftplaneringsprocess: i övre (och nedre) gränser för önskvärd arbetsbelastning (från BelOpt projektet) och deras användning i planering, i hur arbetsbelastningen automatiskt kan inkluderas i skiftplanering, i möjlig ineffektivitet av den nuvarande skiftplaneringen jämfört med den optimerade skiftplaneringen, i hur skiftplaner bör ändras med hänsyn till förutsebara men stokastiskt varierande händelser som t.ex. dåligt väder och i hur planeringen kan automatiseras.

Resultat

Under våren 2021 påbörjade vi projektet och rekryterade en doktorand: Rabii Zahir. Vi har gjort en litteraturstudie, studerat kollektivavtalet och tagit fram en detaljerad enkät för en intervju för att få fram alla operativa och juridiska restriktioner. Vi har genomfört intervjun och baserat på den har vi påbörjat modellutvecklingen.

Närmast relaterade KAJT-projekt
FelOp, BelOpt, DSRCP

Följsam Automation (F-Auto)

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, Gesa Praetorius, LnU
Beställare	Tre portföljer hos Trafikverket
Tidsperiod	2018 – 2020 etapp I, 2021 – 2022 etapp II
Omfattning (total)	15 261 (etapp I och II)
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation

Mål

Att undersöka hur AI (maskininlärningsalgoritmer, djupinlärning) 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, antingen genom att automationen anpassar information i operatörsgränssnitten, eller genom att AI påkallar arbetsledningens uppmärksamhet om behov av förändring i bemanning eller annan fördelning av övervakningsuppgifter. Att bygga och använda simulatormiljöer (low-fi och hi-fi) som kan användas för att testa sensorer (indata), och simulera hur följsam automation kan utformas (utdata).

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 hi-fi) där algoritmer och automation kan testas för att undersöka om automation kan stödja operatörer i deras arbeten.

Forskningsbidrag

Tre olika portföljer inom Trafikverket (tågtrafik, sjöfart och flygledning) bidrar eftersom det är generella trafikövervakningsuppgifter det handlar om.

Nytta för beställare

Kunskap om vad som är gemensamt för olika trafikövervakningsarbeten, samt hur automation kan användas för att identifiera situationer där säkerhet och effektivitet kan förbättras.

Närmast relaterade KAJT-projekt

UFTB II

HumanAuto

Utförare	Uppsala universitet
Projektledare	Anders Arweström Jansson, anders.arwestrom.jansson@it.uu.se
Övriga projektdeltagare	Rebecca Cort, Jessica Lindblom & Mikael Laaksoharju, alla Uppsala universitet
Beställare	Jörgen Frohm / Gunnar Bengtsson
Tidsperiod	2021-10-01 – 2024-03-31
Omfattning (total)	2 850 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation

Mål

Det övergripande målet är att ta fram nytt empiriskt material och med hjälp av det lägga grunden till ett vetenskapligt underlag som Trafikverket kan använda i framtida utvecklingsprojekt där människa-automationssamverkan är en central del. Den exakta formen för detta kan bli alltifrån en bok, flera interna rapporter eller ett informations-material, eller en kombination av dessa. Nedan benämns detta som ett utbildnings- och informationsmaterial för enkelhetens skull.

Huvudsakliga aktiviteter

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

Forskningsbidrag

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

Nytta för beställare

Syftet är att tydliggöra och framhålla det mänskliga bidragets betydelse i alla former av automations-projekt som kräver samarbete mellan människa och automation, inkluderat sådan automation som är baserad på maskin- och djupinlärning. Projektet kan närmast beskrivas som en upplysningsresa – mitt i den intensiva jakten på AI-lösningar blir det alltmer uppenbart att kunskapen om den mänskliga komponenten i människa-automationssamverkan är både bristfällig och underskattad.

Rapporter

Pappaterra, M. J. (2022). Blueprints for the application of AI in the Railway Industry. A Literature and Public Datasets Review. Thesis report from the Department of Information Technology to be examined 2022-01-24. (Examensarbetets innehåll har delpublicerats i bland annat Infrastructures 2021, 6, 136. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6100136>)

Närmast relaterade KAJT-projekt

FTTS2 och DIALOG

Human Factors for Traffic Management Systems-2 (HF4TMS-2)

Utförare	VTI
Projektledare	Jan Andersson
Övriga projektdeltagare	Gunilla Björklund, Henriette Warner Wallén
Beställare	Anna-Maria Östlund
Tidsperiod	2020-2023
Omfattning (total)	1.9 MSEK
Projekttyp	EU-projekt (Shift2Rail), del av X2Rail-4.
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation

Mål

Utveckla metoder för mätning av arbetsbelastning och situationsmedvetenhet hos tågklarare. Projektet är en del av Shift2Rail-projektet X2Rail-4 WP8.

Huvudsakliga aktiviteter

Enkätstudie, fältexperiment i operativ miljö, experiment i simulator

Forskningsbidrag

Validera instrument för att mäta belastning och situationsmedvetenhet

Nytta för beställare

Vid förändringar (organisatoriska eller tekniska) är det av stor vikt att beakta hur dessa förändringar påverkar operatörens möjlighet att utföra ett effektivt och säkert arbete. Med dessa instrument kan mätningar genomföras innan implementering på bred front för att säkerställa att förändringen ger de positiva effekter som avses utan att skapa mindre önskade effekter.

Resultat

Pandemin har hittills satt stopp för genomförandet av datainsamlingar.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Avslutande projekt: FelOp

Pågående projekt: Belop, CAPMO-Train

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

Utförare	Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
Projektledare	Gunilla Björklund, gunilla.bjorklund@vti.se
Övriga projektdeltagare	Jan Andersson, VTI
Beställare	Pelle Thorén, Trafikverket
Tidsperiod	2022-2024
Omfattning (total)	1,1 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation

Mål

Syftet med projektet är att vidareutveckla den KKA-matris (Kommunikation-Kompetens-Arbeitsbelastning) som togs fram i projektet FelOp. I detta projekt kommer även matrisens funktionalitet att testas, dels i kommande utredningar av både allvarliga händelser och övriga händelser i samband med tågtrafikledning, och dels vid analys och åtgärdshantering efter inträffade sådana händelser. Säkerhetskultur och attityd till säkerhetsarbete kommer också att vara i fokus. Med händelser menas här avvikelser, tillbud och olyckor.

Målet är att KKA-matrisen ska ge bättre stöd för identifiering av bakomliggande orsaker och formulerande av åtgärder än de metoder som idag finns inom Trafikverket gällande utrednings- och analysarbete inom tågtrafikledning.

Huvudsakliga aktiviteter

- Litteraturoversikt.
- Diskussioner och intervjuer kring KKA-matrisen med olika aktörer (främst analysgruppen) som ingår i utredningsprocessen och i övrigt analys- och åtgärdsarbete. Detta för att vidareutveckla matrisen och göra den redo att testas i verkligheten.
- Test och justering av matrisen i samband med händelseutredningar och analysarbete.
- Studera säkerhetsklimatet på en utvald trafikcentral.

Forskningsbidrag

Metodutveckling kring hur bakomliggande orsaker till oönskade händelser inom operativ tågtrafikledning kan identifieras, klassificeras och åtgärdas.

Nytta för beställare

En vidareutveckling av KKA-matrisen förväntas ge Trafikverket (utredare, analysgrupp med flera) verktyg att identifiera bakomliggande orsaker så att ändamålsenliga åtgärder kan genomföras. KKA-matrisen kommer testas praktiskt i verksamheten, men vi kommer i detta arbete inte ta ställning till vilken typ av insatser Trafikverket bör göra. Däremot kommer vi leverera en lista med en grov indelning av potentiella åtgärder utifrån KKA-matrisen med syfte att ge operatören så bra förutsättningar som möjligt att utföra sina uppgifter.

Närmast relaterade KAJT-projekt

FelOp, Traffic Management Services X2R-4, CAPMO-Train

Simulatorbaserad utbildning och träning av tågförare (SITUATE)

Utförare	VTI
Projektledare	Niklas Olsson, niklas.olsson@vti.se
Övriga projektdeltagare	Björn Lidestam, Birgitta Thorslund, VTI
Beställare	Helena Tilander, Trafikverket
Tidsperiod	2022-2024
Omfattning (total)	2,8 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Människan, digitalisering och automation
Hemsida	vti.se

Mål

Doktorandprojektet syftar till att utreda effekterna av simulatorträning för tågförare med särskild inriktning på ERTMS. Projektet har en pedagogisk inriktning där doktorand Niklas Olsson avser utreda vilken effekt träning i simulatormiljö har för tågförare med olika erfarenhet och utbildning.

Huvudsakliga aktiviteter

Projektet syftar till att studera hur, i branschen vanligt förekommande, simulatorer kan användas för att utbilda effektiva och trafiksäkra förare med särskild inriktning på ERTMS. Projektet inrymmer, förutom akademiska studier och avhandlingsarbete, effektstudier av förarutbildning liksom en valideringsstudie av VTI:s tågsimulator.

Forskningsbidrag

Ökad kunskap om hur VTI:s simulator kan användas för forskning och utbildning av tågförare.

Nytta för beställare

- Effektivare och trafiksäkrare driftsättning av ERTMS
- Ökad förståelse för hur planerad ibruktagandestrategi för ERTMS påverkar föraren
- Ökad kunskap om hur tågsimulatorer kan bidra till en effektivare och säkrare järnväg.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Körbarhetsanalys i tågsimulator, Tågsimulering och ERTMS, TESTER, KAKA

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

Utförare	Blekinge Tekniska Högskola
Projektledare	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se
Övriga projektdeltagare	Sai Prashanth Josyula, BTH
Beställare	Amelie Propst, Jörgen Frohm & Jerry Onmalm, Trafikverket
Tidsperiod	2020-2022
Omfattning	2,48 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Trafikinformation och störningshantering, Operativ kapacitetsplanering
Hemsida	www.bth.se/forskning/forskningsomraden/datalogi-och-datorsystemteknik/blixten-ii/

Mål och huvudsakliga aktiviteter

Behoven av och potentialen i att införa en större omfattning av beräkningsfunktionalitet som stöd för proaktiv tågtrafikledning har blivit allt tydligare de senaste åren. Det finns ett fåtal system på marknaden som utlovar beräkningsfunktionalitet för att stödja optimerande, proaktiv styrning och planering i realtid vid olika typer av störningar. En sammanställning av aktuellt kunskapsläge visar dock dels att dessa system är utformade efter specifika kontexter, dels är erfarenheter av hur dessa fungerar i praktiken sällan publicerade. Forskningen visar också att många utmaningar återstår att hantera. Projektet har därför följande delmål:

- Att bevaka forskningsfronten inom angivet område och tillgängliggöra en sammanställning av aktuellt kunskapsläge.
- Att i samverkan med Trafikverket och projektet FR8Rail2 genomföra fallstudier som belyser mer praktiska aspekter kring framtida tillämpning av optimerande beräkningsstöd i den operativa driften av (svensk) tågtrafik.
- Att vidareutveckla de beräkningsmetoder som utvecklats i TRANSFORM-projektet och systematiskt utvärdera dessa experimentellt, som en del av ovan nämnda fallstudier.

Forskningsbidrag

Fokus är på att vidareutveckla och utvärdera beräkningsmetoderna från TRANSFORM-projektet och fokusera på i huvudsak tre aspekter:

- Kvalitetsmått på föreslagna omplaneringsåtgärder
- Beräkningseffektivitet
- Stabilitet

Med kvalitetsmått avser vi definierade indikatorer som gemensamt illustrerar och kortfattat beskriver en lösningens förutsättningar och förväntade effekter. Med beräkningseffektivitet avser vi algoritmens prestanda över tid och med stabilitet avser vi hur algoritmens prestanda varierar beroende på typ och omfattning av störning.

Nytta för beställare

Förstudien bidrar till ny kunskap och förbättrade metoder kopplat till Trafikverkets målområde ”Effektivare hantering av störningar” och har tydliga beröringspunkter med Trafikverkets utvecklingsprojekt NTL.

Resultat

Under projektets första del vidareutvecklades den parallella algoritmen från ett tidigare projekt (TRANSFORM-projektet) för att kunna hantera multipla mål och preferenser i omplaneringen av tågtrafik vid störningar. Därefter vidareutvecklades ett ramverk för att kunna utvärdera och jämföra alternativa metoder där vi utvärderade två alternativ. Under 2021 har algoritmerna förbättrats ytterligare och fokus i projektet har även varit på att analysera resultaten från den senaste studien, se Paper 5 i (Prashanth Josyula, 2021) utifrån frågor och synpunkter från Trafikverkets kontaktperson. Vidare har underlag tagits fram för en presentation och demonstration under februari 2022 av den senaste versionen av algoritmen avseende:

- Hur algoritmen fungerar såsom vilken data som används, vilka beslut som tas och enligt vilka regler samt vilka resultat som fås och hur dessa kan tolkas på olika sätt.
- En genomgång av lösningarna från ett par störningsscenarier som studerats i detalj.
- En analys av hur algoritmen fungerar om den används iterativt för att uppdatera aktuell tidtabell när förändringar sker, till exempel med 10 minuters intervall (s k closed-loop).

Rapporter

Prashanth Josyula, S., Törnquist Krasemann, J., Lundberg, L., “An Evaluation Framework and Algorithms for Train Rescheduling”, *Algorithms* 2020, No. 13, pp. 332; <https://doi.org/10.3390/a13120332>

Prashanth Josyula, S., (2021), ”Parallel algorithms for solving the train timetable rescheduling problem”, Doktorsavhandling No. 2021:06, Blekinge Tekniska Högskola.

Prashanth Josyula, S., Törnquist Krasemann, J., Lundberg, L., "Parallel computing for multi-objective train rescheduling", *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, ISSN 2168-6750, Vol. 9, nr 4, pp. 1683 - 1696, IEEE Computer Society, 2021

Närmast relaterade KAJT-projekt

FLOAT, TRANSFORM, F-Auto, FTTS2, FelOp, Fr8Rail2.

Testplattform med simulatorer för effektiv och trafiksäker driftsättning av ERTMS (TESTER)

Utförare	VTI
Projektledare	Niklas Olsson, niklas.olsson@vti.se
Beställare	Helena Tilander, Trafikverket
Tidsperiod	2019-2021
Omfattning (total)	1,6 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Signal- och trafikstyrningssystem
Hemsida	vti.se

Mål

Projektet syftar till en effektiv och trafiksäker implementering av kommande driftsättningar av ERTMS via teknisk såväl som pedagogisk utveckling. Projektets studier avser undersöka hur en utbildning i simulatormiljö kan göra förare och tågklarare effektiva och trafiksäkra vid driftsättning av ERTMS.

Huvudsakliga aktiviteter

Under året har främst två aktiviteter genomförts:

- Utveckling av ERTMS-miljö i tågssimulator i nära samarbete med branschen för att möjliggöra ERTMS-studie.
- Jämförande effektstudie mellan tågförare som genomfört praktik i simulatormiljö och förare som genomfört praktik i verklighet på tåg.

Forskningsbidrag

Ökad kunskap om hur simulatorutbildning kan utformas för att bidra till säkra och effektiva förare på ERTMS.

Nytta för beställare

Effektiv och trafiksäker driftsättning av ERTMS

Medverkar till att hålla tidplanen för driftsättning av ERTMS

Förbättrad interaktion mellan förare och trafikledning vid driftsättning av ERTMS

Resultat

ERTMS-praktik i simulatormiljö ger mer effektiva och trafiksäkra förare än praktik i verklighet. Resultatet beror främst på simulatorns möjlighet till upprepade repetitionstillfällen vilket korrelerar starkt med prestation. För att ge förare möjlighet att repetera potentiellt kostsamma sår fall bör simulatorutvecklingen följa verklighetens uppgraderingar av ERTMS.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Projektet har koppling till doktorandprojekten Tågssimulering och ERTMS och Körbarhetsanalyser i tågssimulator (Tomas Rosberg), det KAJT-relaterade projektet Simulatorbaserad utbildning och träning för tågförare (Birgitta Thorslund) liksom det planerade doktorandprojektet SITUATE (Niklas Olsson).

Tågsimulering och ERTMS

Utförare	VTI
Projektledare	Tomas Rosberg, tomas.rosberg@vti.se
Övriga projektdeltagare	Birgitta Thorslund, VTI; Oskar Fröjd, KTH; Behzad Kordnejad, KTH
Beställare	Magnus Wahlborg, Trafikverket
Tidsperiod	2019-2022
Omfattning (total)	3,6 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering, Signal- och trafikstyrningssystem
Hemsida	www.vti.se

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 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 tågkörning 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

Resultat

Resultat från den första studien om förarbeteende och ATC visar en signifikant lägre acceleration och retardation jämfört med simuleringsverktyget RailSys, vilket används för tidtabellsplanering. Detta resulterar i skillnader mellan uppmätt och simulerad gångtid. Den andra studien på Ådalsbanan under 2019 resulterade i framtagandet av ett verktygsstöd (EPA – ERTMS Protocol Analyzer) för att effektivisera både användningen av ETCS-data och databearbetning. Detta ger nya möjligheter att lära av den trafik som pågått under ett decennium på våra ERTMS pilotbanor.

Två ytterligare datainsamlingar har gjorts under hösten 2020. Syftet var att vidare undersöka retardationsbeteende för ATC. Detta gjordes på pendeltåg i Stockholm och på Östgötapendeln. Under 2020 presenterades en sammanställning av faktorer som påverkar körbeteende på ERTMS banor och metoder för att analysera dessa. Detta arbete togs vidare under 2021 med en omfattande tågsimulator-studie hos operatörer med ERTMS trafik. Resultaten pekar på nödvändiga förbättringar i kapacitetsberäkningar vid införandet av E2.

En Licentiat-avhandling har presenterats under våren 2021.

Rapporter

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

Thorslund, B., Rosberg, T., & Lindström, A. (2019). User-centered development of a train driving simulator for education and training. Paper presented at Rail Norrköping, Norrköping.

Rosberg, T., Thorslund, B., (2020). Simulated and real train driving in a lineside Automatic Train Protection (ATP) system environment. *Journal of Rail Transport Planning & Management* 16.

Rosberg, T., Cavalcanti, T., Thorslund, B., Prytz, E., & Moertl, P. (2021). Driveability analysis of the european rail transport management system (ERTMS) : A systematic literature review. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 18.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Förstudie Tågsimulering och ERTMS, TESTER, Körbarhetsanalyser med hjälp av Tågsimulator, Simulatorbaserad utbildning för Tågförare, KAKA.

Järnvägens HUS

Utförare	VTI
Projektledare	Birgitta Thorslund, birgitta.thorslund@vti.se
Övriga projektdeltagare	Krister Gällman, VTI
Beställare	Peter Olsson, Trafikverksskolan
Tidsperiod	2020-2021
Omfattning (total)	1,1 MSEK
Projekttyp	KAJT-relaterad förstudie
Forskningsområde	Operativ drift med inriktningen, Människan digitalisering och automation.

Mål

Målet med den här förstudien är att undersöka förutsättningar, behov och nyttor då olika simulatormiljöer med koppling till järnvägstrafik integreras för att skapa en helhet.

Huvudsakliga aktiviteter

Fokusgrupper med behovsägare (utvecklade av system, utbildare och forskare) har genomförts för att definiera syfte, mål och avgränsningar. En gemensam simuleringsmiljö för Järnvägssimulatorens och VTIs tågsimulatorens har skapats med underlag från Trafikverkets testbangård.

Forskningsbidrag

Projektet genererar ny kunskap och bidrar till:

- Möjlighet till träning, forskning, testning och demonstration i autentisk miljö.
- Sammankoppling (co-simulering) av olika simuleringsverktyg.
- Samträning av olika yrkesroller, funktioner och system.

Nytta för beställare

Målet på längre sikt är att autentisk och i alla delar kunna simulera järnvägens komplexa drift. Anläggningen ska kunna användas av både Trafikverket och av entreprenörer enskilt eller tillsammans.

Resultat

Ett stort behov av både enskild träning och samträning av olika operativa roller har identifierats. Järnvägssimulatorens begränsad möjlighet att direkt kopplas ihop med andra simulatorer, då den har en kommersiell tillverkare. För ett fortsättningsprojekt där den är inblandad behöver ett samarbete initieras med tillverkaren av järnvägssimulatorens.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Projektet har koppling till doktorandprojektet Tågssimulering och ERTMS (Tomas Rosberg), doktorandprojektet Tågssimulator för förarutbildning och träning (Niklas Olsson)

Körbarhetsanalyser i tågsimulator (KÖRBAR)

Utförare	VTI
Projektledare	Birgitta Thorslund, birgitta.thorslund@vti.se
Övriga projektdeltagare	Tomas Rosberg & Krister Gällman, VTI
Beställare	Infra Sweden, Vinnova & Virtual Vehicle, Österrike
Tidsperiod	2019-2022
Omfattning (total)	3,6 MSEK
Projekttyp	KAJT-relaterat doktorandprojekt
Forskningsområde	Signal- och trafikstyrningssystem
Hemsida	www.vti.se

Mål

Projektets syfte är att utföra forskning inom området körbarhetsanalyser med hjälp av tågsimulator. VTI är FoI- utförare och arbetet sker på uppdrag av Infra Sweden och i samverkan med Trafikverket. Det finns ett behov hos bland annat projekterare av att kunna genomföra körbarhetsanalyser både på nya och ombyggda banor. Projektet är en fortsättning av en förstudie som genomförts under 2018.

Huvudsakliga aktiviteter

Projektet inriktas mot körbarhetsanalyser och ERTMS. Syftet är att öka förståelsen för vad som påverkar körbarheten beroende på vilka mål som sätts upp. Det kan till exempel handla om punktlighet, kapacitet, komfort eller energiförbrukning. Utgångspunkter för studierna är VTI:s tågsimulator som modellerar tåg och lokförare. Projektet är också ett samarbete med Österrikiska Virtual Vehicle (VV) och SWECO. VV som har stor erfarenhet inom området körbarhetsanalyser, dock inte för järnväg, samt är också delfinansiär till projektet. SWECO är i behov av metoder för körbarhetsanalyser.

Forskningsbidrag

Forskningsbidraget och nyttan på kort sikt, 3 – 5 år, är utvecklad kunskap om metoder för körbarhetsanalyser. Resultaten kommer kunna användas som input vid projektering, 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 banor bör utformas.

Nytta för beställare

Nyttan för Trafikverket är:

- Ökad kunskap om körbarhet
 - faktorer som påverkar
 - metoder för att mäta
- Ökad kunskap om gångtider och tågföring
- Ökad kunskap om framtida tågplanering och trafikledning utifrån ERTMS
- Åtgärder kring projektering och teknikutveckling med koppling till ERTMS
- En plattform för dialog med järnvägsföretag och konsulter om körbarhet

Rapporter

Rosberg, T., Cavalcanti, T., Thorslund, B., Prytz, E., & Moertl, P. (2021). Driveability analysis of the European rail transport management system (ERTMS): A systematic literature review. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 18. Published. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2021.100240>

Slutrapport till Vinnova efter förstudien 2018.

Rosberg, T., Cavalcanti, T., Thorslund, B., Prytz, E., Moertel, P. (2021). Driveability Analysis of the European Rail Transport Management System (ERTMS) - A Systematic Literature Review. *Accepted for publication in JRTPM*

Närmast relaterade KAJT-projekt

Tågsimulering och ERTMS – Tomas Rosberg

TESTER Testplattform med simulatorer för effektiv och trafiksäker driftsättning av ERTMS -

Niklas Olsson

KAKA – Birgitta Thorslund

KAJT-relaterade projektet Järnvägens HUS – Birgitta Thorslund

Mindre Störningar i Tågtrafiken, del 2 (MIST2)

Utförare	Lunds universitet
Projektledare	Lena Hiselius, lena.hiselius@tft.lth.se
Övriga projektdeltagare	Carl-William Palmqvist, Tiong Kah Yong, Ruben Kuipers, Nils Olsson, Kenneth Håkansson, Trafikverket
Beställare	Hans Dahlberg, Trafikverket
Tidsperiod	2019-2022
Omfattning (total)	3,3 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Uppföljning och återkoppling

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

Empirisk forskning kring uppehåll, tåginteraktioner och förseningar, samt metodutveckling av simulering i Railsys och PROTON. Arbetet för att utvärdera nya konstruktionsregler har påbörjats. Under 2020 har en ny doktorand rekryterats, och arbete pågått parallellt kring fyra artiklar som alla förväntas publiceras 2021.

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 järnvägssimulering.

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.

Resultat

Resultaten visar att interaktioner mellan tåg har en stor påverkan på förseningar: risken att försenas på ett uppehåll mer än dubblas för tåg med möten eller förbigångar. Dessa interaktioner är dock relativt ovanliga, och förklarar därför bara omkring 4% av alla uppehållsförseningar. Arbetet går vidare med att titta på effekter av headway- och omloppsrelaterade interaktioner, inte minst vad gäller avgångsförseningar. Vad gäller de nya

konstruktionsreglerna visar vår utvärdering att punktligheten för påverkade snabbtåg har ökat på ett statistiskt signifikant sätt, utan negativ påverkan på pendeltågen.

Rapporter

Konferensartiklar:

Palmqvist, C.W., Tomii, N. (2019) Overtakes and dwell time delays for Japanese commuter trains, World Conference on Transport Research - WCTR2019 in Mumbai, India.

Palmqvist, C.W., Tomii, N., Ochiai, Y. (2019) Dwell Time Delays for Commuter Trains in Stockholm and Tokyo, 8th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (ICROMA) – RailNorrköping in Norrköping, Sweden.

Kah Yong, T., Palmqvist, C.W., Olsson, N.O.E., Winslott Hiselius, L. (2021) Train Passes and Dwell Time Delays. 9th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (ICROMA) – RailBeijing in Beijing, China.

Kuipers, R., Palmqvist, C.W., Olsson, N.O.E., Winslott Hiselius, L. (2021) Passenger flows and dwell times for commuter trains in Stockholm. 9th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (ICROMA) – RailBeijing in Beijing, China.

Tidskriftsartiklar:

Johansson, I., Palmqvist, C.W., Sipilä, H., Warg, J. & Bohlin, M. (2022) Microscopic and macroscopic simulation of early freight train departures. Journal of Rail Transport Planning and Management.

Kuipers, R.A., Palmqvist, C.W., Olsson, N.O.E. & Winslott Hiselius, L. (2021) The passenger's influence on dwell times at station platforms: a literature review, Transport Reviews, DOI: 10.1080/01441647.2021.1887960.

Avhandlingar och examensarbeten:

Palmqvist, C.W. (2019). Delays and Timetabling for Passenger Trains. Lund: Lund University Faculty of Engineering. ISBN 9789178953103. Doktorsavhandling <https://lup.lub.lu.se/search/publication/47b7c636-06a1-4e0e-a701-64375bb4055e>

Landelius & Wallgren (2021) Network analysis of delay propagation on Swedish railways. Examensarbete. Lund: Lunds tekniska högskola. <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/9058326>

Närmast relaterade KAJT-projekt

KRUT, MIST, Nypunkt2.0

Mindre Störningar i Tågtrafiken – Plattformsåtgärder (MiST Plattform)

Utförare	Lunds universitet
Projektledare	Johan Rahm, johan.rahm@abm.lth.se
Övriga projektdeltagare	Carl-William Palmqvist, Lunds universitet Ruben Kuipers, Lunds universitet
Beställare	Tomas Gustafsson, Trafikverket
Tidsperiod	2022-2024
Omfattning (total)	1,5 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Trafikinformation och störningshantering

Mål

Projektet syftar till att undersöka effekten av åtgärder som sprider ut resenärer jämnare över plattformen, för att därigenom effektivisera resenärsutbyte och minska andelen försenade uppehåll.

Huvudsakliga aktiviteter

Projektet består av fyra arbetspaket. I AP1 genomförs en litteraturgenomgång avseende tidigare genomförda interventioner. Tillfälliga designinterventioner utformas därefter med input från litteratur, internationell praxis, och workshops med bland annat Trafikverket och Skånetrafiken. Interventionerna kommer att placeras så att personer med funktionshinder inte påverkas negativt, och för att inte öka informationsmängden på plattformen kommer inga skriftliga instruktioner ges och ingen extra skyltning behövas. Projektet beaktar även samverkan med tågförare kring säkerhet och var tåg stannar på plattform.

I AP2 implementeras designinterventionerna och datainsamling sker. Två plattformar på en station i Skåne studeras parallellt under en snöfri del av året, så att inte plattformsunderhåll påverkas. Datainsamling sker genom fotografering eller videofilmning, för att i efterhand kunna beskriva hur resenärerna placerat sig på plattformarna, och för att utvärdera effekten av interventionerna. AP3 fokuserar på databearbetning, statistisk analys, samt artikelskrivande medan AP4 fokuserar på kunskapsspridning genom publicering av vetenskaplig rapport, samt presentationer och workshops.

Forskningsbidrag

Plattformsmarkeringar är en konkret typ av trafikinformation som kan användas för att snabba på resenärsutbyten, minska spridningen i uppehållstider, och minska andelen uppehåll som försenas. I förlängningen kan de därmed bidra till en högre punktlighet och utökad kapacitet i systemet. Projektet förväntas bidra till att kvantifiera dessa effekter i en svensk kontext, och bygga kunskap om hur plattformsmarkeringar bör utformas rent praktiskt.

Nytta för beställare

Efter projektets avslut erhålls en utvärdering av hur plattformsmarkeringar bör utformas och deras potential att bidra till att sprida resenärer jämnare över plattformen, och därigenom effektivisera resenärsutbyte och minska andelen försenade uppehåll. Plattformsmarkeringar är en enkel och billig lösning med stor potential att kunna implementeras i stor omfattning om de visar sig ha önskad effekt.

Närmast relaterade KAJT-projekt
Mindre Störningar i Tågtrafiken, del 2 (MIST2).

Kritiska störningar och punktlighet (Tidpunkt)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se
Övriga projektdeltagare	Zohreh Ranjbar
Beställare	Soli Liu-Viking, Trafikverket
Tidsperiod	2022–2023
Omfattning (total)	1,4 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Uppföljning och återkoppling

Mål

Projektet bygger vidare på de positiva resultaten från de tidigare KAJT-projekten SPRIDA, UTSPRIDD och STÅNDPUNKT, där de nya mätetalen *Förseningsbidrag* och *Kritiska händelser* har utvecklats och verifierats. Projektets huvudsakliga mål är att komplettera metoderna genom hänsyn till kompletterande information och prediktion; vidareutveckla demonstratorn för att användas i kontinuerlig uppföljning och utvärdering av trafikutfall under aktuella tidsperioder.

Huvudsakliga aktiviteter

Arbetet i projektet kan delas upp i två huvudområden. Det första är att göra månatliga uppföljningar av *förseningsbidrag* och *kritiska händelser* för persontåg och göra nödvändig vidareutveckling av demonstratorn för att fånga upp nyckelinformation och trender. Det andra området är dels att vidareutveckla metodiken fånga upp samband med till exempel väder och kapacitetsutnyttjande, och dels att ”ta hem kunskap” om vad man kan lära sig av resultaten, vilka faktorer som påverkar och hur man kan dra slutsatser som förbättrar punktligheten.

Forskningsbidrag

De nya begreppen *Förseningsbidrag* och *Kritiska händelser* ger på ett nytt sätt möjlighet att identifiera samband mellan störningar och punktlighet, specifikt att hitta orsaker till att tåg opunktliga. Detta projekt ska hitta samband mellan påverkande faktorer och de studerade mätetalen och höja TRL-nivåer.

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 operativ prioritering, återkoppling i tidtabellläggning och prioritering av underhållsåtgärder, allt i syfte att öka punktligheten.

Närmast relaterade KAJT-projekt

UTSPRIDD, SPRIDA, Ståndpunkt, MIST, MIST 2, Nypunkt, Nypunkt 2.0



AVSLUTADE PROJEKT UNDER 2021

Detaljeringsnivåer i tidtabellsplanering: mikro och makro (MIMA)

Utförare	RISE
Projektledare	Sara Gestrelus, sara.gestrelus@ri.se
Övriga projektdeltagare	Martin Aronsson, RISE, Magnus Backman och Emma Solinen, Trafikverket
Beställare	Magnus Backman, Trafikverket
Tidsperiod	2020–2021
Omfattning (total)	0,6 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering

Mål

I dagens kapacitetstilldelningsprocess konstrueras en tidtabell i TrainPlan baserat på en datamodell som ligger på så kallad makro-nivå. Likaså är många av de optimeringsmetoder för tidtabellkonstruktion som tagits fram inom KAJT-projekt baserade på makro-modeller. Framtidens planeringssystem, TPS, har däremot en mer detaljerad datamodell, en modell på så kallad mikro-nivå. MIMAs mål var att kartlägga styrkor och svagheter vad gäller tidtabellsplanering på mikro- och makro-nivå. Projektet fokuserade särskilt på (1) hur detaljeringsgraden påverkar möjligheterna för framtida stödsystem med automatisk tidtabellsgenerering samt (2) vilken detaljeringsgrad som efterfrågas i olika delar av planeringsprocessen.

Huvudsakliga aktiviteter

Kartläggningen har baserats på intervjuer samt studier av forskningslitteratur och andra dokument så som till exempel tekniska specifikationer av system. De behov som identifierats i intervjuer har sedan kopplats till de fördelar och nackdelar som planering på makro- och mikro-nivå medför. Projektet har också gjort en genomgång av de optimeringsmodeller som används inom KAJT för att undersöka dessa modellers detaljeringsnivå och förmåga att hantera de aspekter som ofta ingår i mikro-modeller. Kartläggningen har presenterats på KAJTs höstseminarium och sammanställts i en slutrapport.

Forskningsbidrag

Forskningsbidraget är en sammanställning av vilka behov som finns i olika delar av kapacitetstilldelningsprocessen, hur planeringsansatser på mikro- och makronivå kan samspela, och vilka problem som kan uppstå.

Nytta för beställare

1–5 års sikt: Projektet bidrar till ökad förståelse för vilka datamodeller som finns inom Trafikverket och KAJT forskningsprogram, samt vilka behov som finns i olika delar av kapacitetstilldelningsprocessen. Projektet ger även kunskap om vilka insatser som behövs för att realisera de möjligheter som planering på olika detaljeringsnivåer innebär.

5–10 års sikt: I det långa loppet bör kunskapen från MIMA bidra till bättre förståelse och kontroll vid utveckling och utrullning av planeringsfunktionaliteter, vilket har ett värde för hela järnvägsbranschen.

Resultat

Resultaten visar att det finns flera olika datamodeller inom Trafikverket och att dessa inte alltid är kompatibla med varandra. Det finns också behov på Trafikverket av att kunna planera på både mikro- och makronivå. Förenklat kan man säga att om planeringen ska gå snabbt och kunna hantera större ändringar krävs en makro-modell, men om till exempel påverkan av små infrastrukturförändringar ska analyseras är en mikro-modell nödvändig. När det kommer till möjligheterna för framtida stödsystem med automatisk tidtabellsgenerering så är de flesta modeller som utvecklats makro-modeller. Det finns dock vetenskapliga publikationer som presenterar metoder för att iterativt anpassa en makro-lösning så att den blir kompatibel även med en mikro-modell, samt för hur man kan konstruera en makro-modell som ger lösningar som är kompatibla med en underliggande mikro-modell.

Rapporter

Teknisk rapport:

Gestrelius, S. (2022). Slutrapport för MIMA. *Hela eller delar av rapporten kommer publiceras i RISE DiVA arkiv när detta godkänts.*

Närmast relaterade KAJT-projekt

TTK, FlexÅter, FLEXIKAP, PLASA, DIALOG, UFTB

Förseningarnas påverkan på efterfrågan av tågresor – en tidserieanalys (DeDe Delay↔Demand)

Utförare	KTH
Projektledare	Per Näsman, per.nasman@abe.kth.se
Övriga projektdeltagare	Bo-Lennart Nelldal, Josef Andersson, Han-Suck Song
Beställare	Soli-Liu Viking, Trafikverket
Tidsperiod	2020–2021
Omfattning (total)	1,5 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan, Strategisk kapacitetsplanering

Mål

Målet är att ta fram samband mellan förseningar och efterfrågan på tågresor på lång sikt. Hur mycket varierar tågresandet över tid med förseningarna? Lång sikt definieras här som kvarstående efterfrågeeffekter av förseningar och minsta tidsperiod i data är ett år.

Projektet syftar till att svara på frågan hur mycket resandet påverkas av förseningarna och därmed hur det påverkar intäkterna för operatörerna och de samhällsekonomiska kostnaderna för resenärerna och samhället.

Huvudsakliga aktiviteter

KTH har byggt upp ett antal unika databaser över utbud och priser på tågresor 1990–2020 och förseningar 2001–2020 på olika linjer. Dessa kombineras med uppgifter om efterfrågan på tågresor där också data från trafikhuvudmän och operatörer finns. Databaserna sammanställts, kompletterats och kontrollerats. Därefter har arbetet tidserieanalyser genomförts. Syftet är att få fram hur mycket varje faktor bidrar till utvecklingen av efterfrågan på tågresor och att utvärdera effekten av förseningar på längre sikt. Därmed bör man kunna skilja på effekten av kortare restider, ökad turtäthet, ändrade priser och förseningar samt andra faktorer.

Forskningsbidrag

Tidigare forskning om förseningar har huvudsakligen bestått i att analysera hur förseningar uppstår och hur de kan minimeras genom bättre tidtabellsplanering. Relativt vanligt förekommande är Stated Preferences-undersökningar som har genomförts i Sverige och internationellt där resenärernas värderingar av förseningar tagits fram. Tidserieanalyser är en relativt vanlig metod som används i olika sammanhang bl.a. för lokal kollektivtrafik. Någon analys på nationell nivå och för tåg och linjer med effekter på efterfrågan har vi inte hittat. Vi tror att vårt projekt kan bidra med ny kunskap här. Att det kan göra detta beror inte minst på de databaser som vi har tillgång till och som byggts upp successivt under många år.

Resultat

En databas har byggts upp som består av statistik för ca 60 linjer eller aggregat av linjer i Sverige. Databasen omfattar flera olika mått på förseningar (t.ex. andel försenade tåg RT+5, medelförsening för försenade tåg samt andel inställda tåg) 2001–2020, utbud (turtäthet, restider och priser) 1990–2020, efterfrågan (personkilometer eller antal resor) samt socioekonomiska variabler som befolkningsutveckling, bilinnehav och privat konsumtion (1990–2020). Databasen har utvidgats och kvalitetsäkrats och tidserieanalyser har genomförts successivt.

2020 har dock inte används i tidserieanalysen eftersom efterfrågan var onormal p.g.a. coronapandemin.

Det mått som har gett bäst resultat är medelförsening för tåg som är mer än 5 minuter försenade (RT+5). Med hjälp av tidserieanalys har en elasticitet beräknas mellan medelförsening RT+5 och antalet personkilometer med fjärtrafik. Elasticiteten blev -0,6 vilket innebär att om medelförseningen ökar med 10% så minskar efterfrågan i personkilometer med 6%. Det innebär t.ex. om ett snabbtåg i medeltal är 20 minuter försenat för RT+5 (typiskt värde för snabbtåg) och medelförseningen ökar till 24 minuter eller med 20% så kommer efterfrågan att minska med $0,6 \cdot 20 = 12\%$. Detta stämmer också väl med de observationer vi har.

Med hjälp av den resandestatistik som vi har och ett tidsvärde samt värderingen av förseningstid jämfört med restid (enligt ASEK 3,5) kan man beräkna resenärernas förluster i form av tidskostnad. Den totala företagsekonomiska och samhällsekonomiska kostnaden per år kan också beräknas.

Nytta för beställare

På 1–3 års sikt: Förbättra kunskapen om hur förseningarna påverkar efterfrågan av tågresor i förhållande till andra faktorer. Det kan också bidra till prioritering av åtgärder vid hantering av störningar.

På 3–10 års sikt: Att implementera förseningarnas bidrag till efterfrågan i prognosmodeller, samt hur de påverkar efterfrågan i förhållande till restid, turtäthet och pris. Resultaten kan bidra till bättre underlag för beslut om banunderhållsnivåer och metoder genom att effektsamband mellan förseningsnivåer och resandefterfrågan på längre sikt beräknas.

Rapporter

Sammanställning av rapport pågår som beräknas vara klar i mars 2022. Projektet kommer att redovisas vid Transportforum 2022 som nu är uppskjutet till juni månad.

Närmast relaterade KAJT-projekt

KRUT, TTK, BLIXTEN, FTTS2

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

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se
Övriga projektdeltagare	Martin Kjellin, Sara Gestrelius
Beställare	Magnus Wahlborg, Trafikverket
Tidsperiod	2017–2021
Omfattning (total)	1,25 MSEK
Projekttyp	EU-projekt (Shift2Rail)
Forskningsområde	Taktisk kapacitetsplanering
Hemsida	https://projects.shift2rail.org/s2r_ipcc_n.aspx?p=IMPACT-2

Mål

Det övergripande målet med Shift2Rail-projektet Impact-2 är att studera samhällstrender, scenarier och kritiska framgångsfaktorer i ett utifrån och in-perspektiv på järnvägens roll i samhällsutvecklingen. I det arbetspaket där KAJT medverkar är målet att utveckla prototyper för tågplanering och tågstyrning. RISE bidrar till målet genom att vidareutveckla befintlig programvara (M2) till en forskningsplattform för tidtabellsplanering som ska kunna vara en bas för fortsatt KAJT-forskning inom taktisk kapacitetsplanering.

Huvudsakliga aktiviteter

Specifikation och utveckling av ett system som kan utgöra en plattform för fortsatt KAJT-forskning och visualisering av forskning, baserat på befintlig programvara. Standardisering av 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.

Resultat

I jämförelse med tidigare versioner av M2 är den som utvecklats i projektet betydligt snabbare. Den är också mer användarvänlig, eftersom inställningar för optimering och modifiering av tidtabeller kan göras i ett grafiskt användargränssnitt. Programmets optimeringsmodell har kompletterats så att den hanterar kopplingar mellan tåg och bättre hanterar regler för tidsseparation mellan tåg, och funktionalitet för verifiering av att de tidtabeller som programmet producerar är giltiga (konfliktfria) har lagts till. Dessutom har M2 fått möjlighet att utbyta tidtabellsdata i standardformatet RailML med fristående planeringsmoduler.

Parterna i arbetspaketet har tillsammans producerat tre leverabler i form av rapporter. Till rapporterna har RISE bidragit med material om forskningsplattformen och om ett tänkt program för övervakning av aktuell status för personal, lok och vagnar i förhållande till gällande

scheman och planer. Slutligen har RISE genomfört tester av att M2 kan användas för två use case som specificerats i projektet (optimering av en tidtabellsregion och tillägg av ett tåg till en tidtabell) och verifierat att de producerade tidtabellerna är konfliktfria.

Rapporter

Ormesher-Hussein, C., et al. (2020). Requirements Specification for Freight related Topics integrated in Integration Layer, Deliverable D7.1.

<https://projects.shift2rail.org/download.aspx?id=8d51de9b-0c98-440a-866e-3cee5330f44d>

Saeednia, M., et al. (2019). Use-Cases for advanced Freight operation, Deliverable D7.2.

<https://projects.shift2rail.org/download.aspx?id=48cdc377-e4cd-485a-b32f-dea77f354a31>

Sánchez Pérez, J.A., et al. (2021). Requirements for Freight Operations, Deliverable

D7.3. <https://projects.shift2rail.org/download.aspx?id=ff201a32-ab1c-444b-9192-82f80a80d08b>

Närmast relaterade KAJT-projekt

FLTP, Fr8Rail II WP3

Digitalization and Automation of Freight Rail (Fr8Rail II WP3)

Utförare	RISE, LiU, KTH, BTH, VTI, LU
Projektledare	Martin Joborn, RISE, martin.joborn@ri.se
Övriga projektdeltagare	Johanna Törnquist Krasemann, BTH, Sai Prashanth Josyula, BTH, Anders Peterson, LiU, Christiane Schmidt, LiU, Carl-Henrik Häll, LiU, Markus Bohlin, KTH, Behzad Kordnejad, KTH, Jennifer Warg, KTH, Ingrid Johansson, KTH, Sara Gestrelus RISE, Zohreh Ranjbar, RISE, Martin Kjellin, RISE, Carl-William Palmquist, Daria Ivina, Lena Hiselius, Nils Olsson, 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	Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet, Underhåll och tågtrafik, Operativ kapacitetsplanering,
Hemsida	https://projects.shift2rail.org/s2r_ip5_n.aspx?p=FR8RAIL%20ii

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 bedrivs inom tidtabellägningsmetoder, korttidssamordning mellan underhåll och trafik, optimeringsbaserad operativ tågplanering, punktlighet för godståg, och förseningar vid MGB.

Huvudsakliga aktiviteter

Specifikation och utveckling av demonstrator för tidtabellläggning. Utveckling av metoder för 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 uppskattning 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.

Inom projektet utreds även hur nya striktare regler för informationssäkerhet ska hanteras och hur de påverkar forskningsaktörer och forskningsprojekt. Green Cargo medverkar som svensk referens och bidrar också med data.

Forskningsbidrag

Metoder för modifiering av tidtabeller. 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 tidtabellslägningsstrategier och metoder.

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

Projektresultat

Godstågens avvikelser i förhållande till plan har studerats, och orsaker till avvikande avgångstider för tåg från MGB har analyserats. Algoritmer för modifiering av befintliga tidtabeller (Timo) har utvecklats och integrerats i forskningsplattformen för tidtabellsläggning (M2). Kunskap har byggts upp kring simuleringssystemet Proton och sätt att simulera och analysera störningar i trafiken, inklusive påverkan av olika typer av banarbeten, har studerats och utvecklats. Ramverk för utvärdering av algoritmer avsedda för operativ omplanering av tåg har utvecklats och tillämpats i en fallstudie som genomförts i det relaterade projektet Blixten II. En vision för en simulator för real time network management har tagits fram, och hur en sådan skulle kunna samordnas med tränings- och utbildningsmiljöer för lokförare och trafikledare. Inom projektet har även frågor kring informationssäkerhet varit viktiga.

Projektet har tagit fram två demonstratorer, dels en integrerad miljö för tidtabellsplanering där LiU utvecklat en modul (Timo) till RISE forskningsplattform M2. Dels har KTH utvecklat en demonstrator för makrosimulering av tidtabeller baserad på systemet Proton (som tagits fram inom ett annat Shift2Rail-projekt.) Demonstratorerna verifierades baserat på olika testfall, och demonstrerades för Trafikverket i två workshoppar. Resultaten visar att de scenarier som definierats i projektet kan hanteras av demonstratorerna, och praktiker på Trafikverket anser att de funktioner som demonstrerats vore användbara.

Projektet har samverkat med Green Cargo och TTT kring avgångstidsavvikelse vid bangårdar och återrapporterat resultat till dessa.

Rapporter

Tidskriftsartiklar:

Prashanth Josyula, S., Törnquist Krasemann, J., Lundberg, L., “An Evaluation Framework and Algorithms for Train Rescheduling”, *Algorithms* 2020, No. 13, pp. 332; <https://doi.org/10.3390/a13120332>

Palmqvist, C.W., Lind, A. & Ahlqvist, V. (2022) How and Why Freight Trains Deviate from the Timetable: Evidence from Sweden. *Submitted*.

Konferenspresentation:

Joborn, M., Ranjbar, Z., Tidiga och sena godståg från MGB – orsak och verkan, KAJT Vårseminarium, 2020.

Joborn, M., Demonstrator för ”advanced real time network management” – en vision, KAJT Höstseminarium, 2020.

Ivina, D., Palmqvist, C.-W., Olsson, O.E.N., Hiselius, L., The effect of maintenance activities on Swedish railways operational reliability. 48th Annual European Transport Conference, 2020.

Kjellin, M., Erlandson, W., Plattform för tidtabellsplanering med modul för modifieringar, Transportforum 2021.

Häll, C.-H., Kjellin, M., Modifiering av tidtabeller med Timo och M2, KAJT Vårseminarium, 2021.

Shift2Rail och EU-rapporter:

Peterson. A., et al. (2019), Analysis of the gap between daily timetable and operational traffic. Deliverable D3.1. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1391876/FULLTEXT01.pdf>

Joborn. M., et al. (2020a), Demonstrator concept and first prototype for improved timetable planning. Milestone MS6 from project FR8RAIL II.

Joborn. M., et al. (2020b), Description of a decision support tool aimed at advanced Real Time Network Management and requirements for a demonstrator. Deliverable D3.2 from project FR8RAIL II. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-51010>

Kordnejad. B., et al. (2020), Requirements for a Decision Support Tool. Deliverable D3.3 from project FR8RAIL II.

Gestrelus, S., et al. (2021), Demonstrator on Improved Planning - Verification of Demonstrators. Deliverable D3.4 from Project FR8RAIL II.

Närmast relaterade KAJT-projekt

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

Nyttjandegrad för anläggningar som bangårdar och terminaler (NYTTA)

Utförare	KTH
Projektledare	Behzad Kordnejad, behzad.kordnejad@abe.kth.se
Övriga projektdeltagare	Markus Bohlin, KTH, Mohammad Al Mousa, KTH, Ralf Grahn, Trafikverket
Beställare	Ralf Grahn, Trafikverket
Tidsperiod	2021
Omfattning (total)	500 TSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet, Strategisk kapacitetsplanering

Mål

Projektets huvudsakliga syfte är fastställa kapacitetsberäkningsmodeller för olika typer av anläggningar för tjänst med avseende på godstransport samt att identifiera metoder för att med automatik mäta nyttjandegrader av dessa anläggningar.

Huvudsakliga aktiviteter

Projektet avser undersöka olika förutsättningar för att:

1. Fastställa kapacitetsberäkningsmodeller för olika typer av anläggningar för tjänst.
2. Med automatik mäta nyttjandegrader för olika typer av anläggningar för tjänst.
3. Värdera (monetärt) kapacitetsbrister för olika typer av anläggningar för tjänst.

Omfattningen kommer praktiskt beröra en delmängd av anläggningar för tjänst, de som berör godstransporter, men en uppfattning av nyttor och kostnader för en nationell implementering för alla anläggningar för tjänst är önskad. Syftet med kapacitetsmätning kan vara dels att avgöra var Trafikverket behöver mer anläggning och dels var trafikverket kan reducera sin anläggningsmassa för att spara underhållsmedel och resurser.

Forskningsbidrag

Huvudsakliga metoder:

1. Explorativ forskning - Fastställa kapacitetsberäkningsmodeller för olika typer av anläggningar för tjänst.
2. Explorativ forskning - Identifiera metoder för att med automatik mäta nyttjandegrader för olika typer av anläggningar för tjänst.
3. Deskriptiv forskning baserad på kostnadsmodeller - Värdera (monetärt) kapacitetsbrister för olika typer av anläggningar för tjänst.

Nytta för beställare

Projektet genererar kunskap om kapacitetsutnyttjande på anläggningar i anslutning till järnvägsnätet, vilket underlättar Trafikverkets roll som infrastrukturförvaltare och därmed bidrar till ett bättre tjänsteutbud till nyttjare av anläggningarna.

Resultat

Genom att undersöka samspelet mellan tre olika aspekter av järnvägsmarknaden i samband med bangårdar: organisatoriskt, juridiskt och tekniskt, rapporterar studien bästa praxis och genomförbarheten av framväxande teknologier som kan användas för att övervaka kapacitetsutnyttjandet på bangårdar. Studien rekommenderar också principen för full kostnadsprissättning som grund för ett avgiftssystem för järnvägstjänster. Baserat på det har ett ramverk föreslagits för hur man implementerar detta avgiftssystem tillsammans med olika framväxande teknologier. Det föreslagna ramverket gör det möjligt att öka utnyttjandegraden av serviceanläggningar och stöder infrastrukturförvaltaren i strategiska planeringsbeslut, såsom vilka anläggningar som kan behöva ytterligare investeringar för att öka sin kapacitet utan att äventyra utnyttjandegraden, och vilka anläggningar som kan minskas i sin kapacitet för att för att minimera onödiga underhållskostnader.

Närmast relaterade KAJT-projekt

FR8HUB WP3, FR8RAIL3 WP2, ARCC

Decision support for railway crew planning (DSRCP)

Utförare	Linköpings universitet, SJ, IVU, TU Wien
Projektledare	Elina Rönnberg, elina.ronnberg@liu.se
Övriga projektdeltagare	Åsa Svensson, asa.Svensson@sj.se Christian Blome, cbl@ivu.de Günther Raidl, raidl@ac.tuwien.ac.at Anders Petersson, anders.peterson@liu.se
Beställare	Johan Holmgren, Director Crew Planning, SJ
Tidsperiod	2020
Omfattning (total)	0,35 MSEK
Projekttyp	Förstudie
Forskningsområde	Planering av transportnätverk, fordon och personal
Hemsida	https://liu.se/forskning/optimeringsmetodik-forschemalaggnings-och-resursallokeringsproblem

Mål

Denna förstudie har sin utgångspunkt i behovet av nya optimeringsbaserade beslutsstödsverktyg för personalplanering hos SJ, med speciellt fokus på korttidsplanering. Ett långsiktigt mål, bortom ramen för denna förstudie, är att utveckla sådana verktyg och samtidigt bidra inom det aktuella forskningsområdet. För att uppnå det har vi initierat ett samarbete mellan akademi (LiU, TU Wien), en systemleverantör (IVU) och en användare (SJ). Syftet med förstudien är att förbereda för ett fullskaligt projekt som syftar till att uppfylla det långsiktiga målet.

Huvudsakliga aktiviteter

I dialog mellan SJ, IVU och Linköpings universitet, enas om en problemformulering som är praktiskt relevant och lämplig för akademisk forskning. Säkerställa att vi har tillgång till relevanta testfall och data för det fortsatta forskningsarbetet.

Genom ett samarbete mellan Linköpings universitet och TU Wien påbörja ett arbete med att utveckla en typ av optimeringsmetod som vi bedömer vara lämplig för korttidsuppdateringar av scheman för tågpersonal, men för en förenklad problemställning. Baserat på detta arbete kommer vi att föreslå en forskningsinriktning med avseende på vilken typ av optimeringsmetoder som behöver utvecklas inom ett fullskaligt projekt.

Litteraturstudier och ett arbete med att orientera vår problemställning till annan forskning inom området.

Forskningsbidrag

Projektet förväntas bidra till ökad kunskap om hur maskininlärningsmetoder kan integreras i metaheuristiker, publikationer av arbetet förväntas dock inte bli färdiga under förstudien.

Nytta för beställare

I nuläget sker korttidsplaneringen av tågpersonal i huvudsak manuellt. Ett bättre systemstöd kan bidra till att SJ kan hantera förändringar i schemat snabbare och mer effektivt. Detta kan dels leda till lägre kostnader för vikarier och dead-heading, dels ge bättre scheman och färre förändringar för personalen att anpassa sig till.

Resultat

Slutsatsen från förstudien är att förutsättningarna för att använda beslutsstödsystem inom denna typ av planering bedöms vara goda. Genomgången och analysen har dokumenterats i en internrapport hos SJ. Utöver detta identifierades ett behov av att omfokusera projektet till att också inkludera den omplanering av personal som trafikledningen hos en operatör ansvarar när störningar uppstår eller personal har frånvaro. Metoden som utvecklades gav goda resultat och är en lovande utgångspunkt för fortsatt arbete.

Rapporter

Teknisk rapport:

Oberweger, F. F., Raidl G. R., Rönnerberg E., Huber M. A Learning Large Neighborhood Search for the Staff Rerostering Problem. Submitted manuscript, 2021.

Examensarbete:

Oberweger, F. F. (2021). A Learning Large Neighbourhood Search for the Staff Rerostering Problem. Diploma thesis, TU Wien. <https://doi.org/10.34726/hss.2021.92421>

Närmast relaterade KAJT-projekt
CAPMO-Train

Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden, modellstudie (SATT)

Utförare	Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), RISE Research Institutes in Sweden AB
Projektledare	Tomas Lidén, tomas.liden@vti.se
Övriga projektdeltagare	Chengxi Liu, VTI, Martin Aronsson, RISE, Eddie Olsson, RISE
Beställare	Joel Sultan, Trafikverket
Tidsperiod	2020–2021
Omfattning (total)	1,9 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Underhåll och trafik, Strategisk kapacitetsplanering

Mål

Syftet med projektet var att studera investerings- och underhållsplaneringen utifrån framkomlighet för trafiken. Projektets mål har varit att ta fram en metod som schemalägger trafikpåverkande åtgärder över ett år så att trafikbortfall och projektgenomförande sammanvägs på ett optimalt sätt.

Huvudsakliga aktiviteter

Krav och behovsanalys, litteraturstudie (State-of-art), datainventering, modellutveckling och utvärdering. Framtagning av en demonstrator för beräkning av trafikpåverkan.

Forskningsbidrag

Ny kunskap om planering av kapacitetsrestriktioner och trafikflöden.

En uppdelning av planeringsproblemet i en två-nivå-struktur. En optimeringsmodell för schemaläggning av banarbetsprojekt med fokus på resursutnyttjande och kapacitetsreduktioner. En flödesmodell för volymer av tågtrafik som kan fungera på ett nationellt järnvägsnät. Test och utvärdering av de två del-modellerna på små exempel-problem.

Visat hur tekniker för dynamisk trafiktilldelning kan anpassas för tidtabellslös tågtrafik.

Redovisning av modeller, metoder och experiment i form av ett flertal delrapporter.

Nytta för beställare

Metoder för förbättrad hantering av trafikflöden i den långsiktiga investerings- och underhållsplaneringen, med möjlighet till framtida metod- och verktygsstöd.

En demonstrator som beräknar en banarbetsplans trafikpåverkan på en given tågplan (delrapport 2). Förslag på förbättrad och mer detaljerad hantering av järnvägstrafik i multimodala trafikanalyser.

Resultat

En omfattande omvärlds- och behovsanalys är genomförd och sammanställd i rapportform (delrapport 1). Den föreslagna två-nivå-strukturen (där den ena nivån schemalägger arbeten och den andra beräknar trafikanpassningarna) ger en lämplig uppdelning av planeringsproblemet. Optimeringsmodeller för de båda nivåerna har formulerats och de experimentella resultaten är mycket lovande, speciellt för den flödesmodell som beräknar trafikanpassningarna (delrapport 3a och 3b). Tekniker för dynamisk trafiktilldelning, som används för stora bil- och kollektivtrafiknät, kan anpassas för tidtabellslös tågtrafik och skulle kunna användas i multimodala trafikanalyser (delrapport 4).

Rapporter

Lidén, T., Aronsson, M., Liu, C. (2021). Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden, modellstudie: Delrapport 1 – Krav- och behovsinventering. VTI resultat 2021:7. <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1618719/FULLTEXT01.pdf>

Aronsson, M., Olsson, E. (2021). TDA – Train Disturbance Assessor. RISE rapport/PM.

Lidén, T., Aronsson, M. (2021). An optimization model for renewal scheduling and traffic flow routing. arXiv: 2111.13121, <https://arxiv.org/abs/2111.13121>

Aronsson, M., Lidén, T. (2021). A model for calculating volumes of trains as flows given demand and capacity restriction. arXiv: 2112.09507, URL: <https://arxiv.org/abs/2112.09507>

Liu, C., Lidén, T. (2021). Dynamic traffic assignment for railway: the 4th report in the project Joint planning of temporary capacity restrictions and railway traffic flow, a model study. VTI resultat 2021:5. <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1612544/FULLTEXT01.pdf>

Konferenspresentationer:

Lidén, T., Aronsson, M., Modelling approaches for handling traffic impact in railway renewal project planning. Swedish transportation research conference, Malmö, 2021.

Sultan, J., Lidén, T., Aronsson, M., Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden. KAJT Höstseminarium, 2021.

Aronsson, M., Lidén, T., Samplanering av trafikpåverkanden åtgärder och tåglägen, SATT. Transportforum 2022 (juni).

Närmast relaterade KAJT-projekt

TT-JOB, EPLUS, UHF, BANDAT. Fortsättning i projekten SATT-BP och SATT-TF.

Socioteknisk systemdesign av framtidens tågtrafiksystem (FTTS2)

Utförare	Uppsala universitet
Projektledare	Anders Arweström Jansson, anders.arwestrom.jansson@it.uu.se
Övriga projektdeltagare	Rebecca Cort, Uppsala universitet
Beställare	Jörgen Frohm / Gunnar Bengtsson
Tidsperiod	20190101 – 20211231
Omfattning (total)	2,4 MSEK
Projekttyp	Doktorandprojekt
Forskningsområde	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation

Huvudsakliga aktiviteter

Avhandlingsarbete. De olika rollerna i tågtrafiksystemet har studerats genom användning av kognitiva-etnografiska metoder i fältstudier som involverat såväl tågtrafikledare, informatörer som lokförare.

Forskningsbidrag

Avhandling inom området människa-datorinteraktion, med specialisering inom MTO. Resultaten visar på tidigare okända fenomen som avslöjar hur centralt det mänskliga bidraget är i tågtrafiksystemet. *Distribuerad kognition* har varit det viktigaste teoretiska ramverket när kvalitativa data har tolkats och analyserats.

Nytta för beställare

Rebecca Cort har med sin forskning visat på vikten av ett bredare angreppssätt när man vill förstå och utvärdera människans roll i tågtrafiksystemet.

Resultat

Resultaten avslöjar tidigare okända delar av det *mänskliga bidraget i tågtrafiksystemet*. Genom noggranna analyser mejslas de olika rollernas ansvarsområden fram, och slutsatsen som dras är att det är mänskliga aktörer som bär upp hela systemet, naturligtvis inom ramen för de tekniska system där de verkar. Syftet med forskningen har varit att synliggöra det mänskliga bidraget, som en kontrast till den många gånger ensidiga fokusen på mänskliga misstag i samband med avvikelser. I den forskning som presenteras är vardagspraktiken i fokus.

Rapporter

Konferensartiklar:

- Andreasson, R., Jansson, A. A. & Lindblom, J. (2019). Past and future challenges for railway research and the role of a systems perspective. In: S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander & Y. Fujita (Eds.). *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018): Volume VII: Ergonomics in Design, Design for All, Activity Theories for Work Analysis and Design, Affective Design* (pp. 1737–1746). Cham: Springer. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_178
- Cort, R. (2020). ”We’re Doing This Together”: An in-Depth Analysis of the Teamwork between Train Traffic Controllers and Train Drivers. In: *Proceedings of Computer-Human Interaction Research and Applications (CHIRA)*. A. Holzinger, H. Plácido Silva,

M. Helfert, & L. Constantine (Eds.). Volume 1: CHIRA, ISBN 978-989-758-480-0, pp. 96-103. DOI: 10.5220/0010058000960103

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

Tidskriftsartiklar:

Andreasson, R., Jansson, A. A. & Lindblom, J. (2019). The coordination between train traffic controllers and train drivers: a distributed cognition perspective on railway. *Cognition, Technology & Work*, 21(3), 417-443.

doi: <https://doi.org/10.1007/s10111-018-0513-z>

Cort, R. & Lindblom, J. (2021). Sensing the breakdown: Managing complexity at the railway: *Culture and Organisation* (under granskning).

Cort, R. & Lindblom, J. (2021). At the Centre of Coordination for Train Traffic: Activity Theory and Distributed Cognition in times of digitalization. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, accepterad, och inskickad efter en andra omskrivning.

Avhandling:

Cort, R. (2021). Getting Work Done: The Significance of the Human in Complex Socio-Technical Systems. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 2088. 101 pp. Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis. ISBN 978-91-513-1330-6.

Närmast relaterade KAJT-projekt

DIALOG och HumanAuto

Kapacitet, körbarhet och arbetsbelastning – KAKA

Utförare	VTI
Projektledare	Birgitta Thorslund, birgitta.thorslund@vti.se
Övriga projektdeltagare	Katja Kircher, Christer Ahlström och Tomas Rosberg VTI
Beställare	Lisa Mannerhagen och Per Köhler, Trafikverket
Tidsperiod	2020–2021
Omfattning (total)	0,5 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Människan, digitalisering och automation.

Mål

Målet är att öka kunskapen om sambandet mellan kapacitet, körbarhet och arbetsbelastning.

Huvudsakliga aktiviteter

Datainsamling har genomförts under hösten 2021 med en transportabel tågssimulator från VTI på de orter i Sverige där erfarna ERTMS-förare finns (Sundsvall, Umeå, Luleå, Boden). Analysarbete och publicering fortsätter under våren 2022 då även en examensarbetare har engagerats.

Forskningsbidrag

Ett ”körbarhetsfilter” har implementerats vid projektering av hastighetsprofilen för ERTMS, vilket kommer ge ökad kunskap om vad föraren tycker är en acceptabel hastighetsprofil, hur ofta förändringar i hastighet får ske osv. En jämförelse kommer också att göras mellan ERTMS och ATC när det gäller arbetsbelastning och uppmärksamhetskrav. Nya metoder som testas och utvärderas är hastighetsfilter för projektering samt uppmärksamhetsteorin MiRA.

Nytta för beställare

Resultaten från studien kommer direkt till nytta för planering av hastighetsprofiler. Projektet ger ny kunskap om hur kapacitet, körbarhet och arbetsbelastning påverkas av olika parametrar kopplade till föraren, fordonet eller projekteringen.

Resultat

Ett 60 sekunders filter behövs för att få signifikanta skillnader i gångtid, även om skillnaderna är små (<1%). Så länge de restriktiva ETCS-bromskurvorna används är ett 30 sekunders filter för kort för att ge någon effekt. Hastighetsfiltrering har också en positiv effekt på arbetsbelastning, så att med en viss nivå av filtrering rapporterar förarna en högre prestation.

Närmast relaterade KAJT-projekt

Projektet har koppling till doktorandprojektet Tågssimulering och ERTMS (Tomas Rosberg), doktorandprojektet Tågssimulator för förarutbildning och träning (Niklas Olsson)

Headway och signalpunktsplaceringar i ETCS (HESE)

Utförare	KTH
Projektledare	Hans Sipilä, mute@kth.se
Beställare	Per Köhler, Trafikverket
Tidsperiod	2021–2022
Omfattning (total)	0,5 MSEK
Projekttyp	Förstudie
Forskningsområde	Signal- och trafikstyrningssystem, Strategisk kapacitetsplanering

Mål

Projektet syftar till att utveckla ett verktyg (modell) som ska kunna användas som stöd för att göra kapacitetsbedömningar i form av headwayberäkningar för ETCS L2 (nivå 2). Verktyget är tänkt att på ett så exakt sätt som möjligt enligt ETCS-specifikationer (Baseline 3.6.0) modellera broms- och ingripandekurvor samt signalteknisk headway längs en bansträcka. Signalteknisk headway är den minsta tid som kan finnas mellan två på varandra följande tåg vid signalpunkterna. Tiden beror på en kombination av signalpunktsplaceringar, signalsystemsparametrar, lutningar, banhastigheter och fordonsp parametrar.

Idén med verktyget är att parametrar relativt enkelt ska kunna varieras och framför allt att påverkan av signalpunkternas placeringar och täthet ska kunna undersökas systematiskt och för ett större utfallsrum. Detta kan även åstadkommas i verktyg som RailSys men är tidskrävande och kräver en relativt omfattande och tidskrävande manuell hantering beroende på hur många faktorer som ska varieras. Huvudsyftet med verktyget är alltså att relativt enkelt kunna studera hur signalpunkternas placering påverkar minsta headway, exempelvis med tätare eller glesare placering av signalpunkter. Det kan dels handla om att kontrollera headway för redan föreslagna placeringar (exempelvis enligt 1:1 princip) och använda modellen för att undersöka och föreslå förändringar, dels att ta fram ett eller flera grundförslag och därefter göra förändringar i dessa. Verktyget kan även användas enbart för körtidsberäkningar.

Huvudsakliga aktiviteter

I projektets början framställdes ett skript för att importera tågdata från RailSys-filer. De tåg som finns i den nationella RailSys-modellen består i huvudsak av samma tåg som finns tillgängliga i Trafikverkets nuvarande tidtabellsplaneringsprogram TrainPlan. I RailSys finns dock mer information tillgänglig i form av dragkraft, bromsprestanda för ATC och ETCS L2 samt annat. Därefter byggdes verktyget på med en modul för att läsa in och hantera enklare spår- och signaldata (hastigheter, lutningar, signalpunkter samt länkningsbaliser).

Under sommaren 2021 startades arbetet med att modellera bromskurvor i ETCS L2, detta baserades till största delen på ERA Subset-26 del 3 som beskriver villkoren för hur kurvorna ska beräknas i olika situationer enligt Baseline 3.6.0. Verktyget har därefter kompletterats med delar som beräknar dynamiska hastighetsprofiler för tågen samt headway.

Forskningsbidrag

Modellutveckling inom områdena signalsystem och kapacitetsanalys.

Nytta för beställare

Projektet förväntas bidra till underlag och input som efterfrågas inför (för)projekteringskedan samt allmänt om samspelet mellan headway, bana, tågprestanda och signalpunktsplaceringar i ETC L2.

Resultat

Verktyget kan använda tågtyper med respektive parametrar från RailSys. Ban- och signaldata ges i Excel-format. För att verifiera verktyget har jämförelser gjorts med *ERA Braking curve simulation tool* och dessa visar på god överensstämmelse. Headway har jämförts mot RailSys, även här är överensstämmelsen över lag bra men jämförelserna är inte fullständiga eftersom RailSys använder en annan (tidigare) ETCS baseline än verktyget. Två huvudfall kan hanteras, dels fall där ett tåg följer ett annat längs med en bana, dels fall där en förbigång görs. Beräkningarna av ETCS broms- och ingripandekurvor samt tågens hastigheter görs i Python-skript. Projektet slutförs och redovisas i rapport under första kvartalet 2022.

Närmast relaterade KAJT-projekt

ERTMS och tågsimulering, Körbarhetsanalyser med hjälp av tågsimulator (Körbar).

Nyckeltal för punktlighet på järnväg del 2 (Nypunkt2.0)

Utförare	VTI Statens väg- och transportforskningsinstitut
Projektledare	Ida Kristoffersson, ida.kristoffersson@vti.se
Övriga projektdeltagare	Carl-William Palmqvist, LTH
Beställare	Magnus Wahlborg och Soli Liu Viking Trafikverket
Tidsperiod	2019–2021
Omfattning (total)	0,9 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Uppföljning och återkoppling

Mål

Projektet Nypunkt2.0 syftar till att öka kunskapen om hur punktlighet för pendeltåg i storstad bäst kan påverkas och följas upp. Att endast sätta upp ett mål för punktligheten kan göra det svårt att veta vad som behöver göras för att nå målet. Inom detta projekt tas i stället två viktiga ledande indikatorer fram som, om de fås att klara en viss nivå, påverkar punktligheten positivt.

Huvudsakliga aktiviteter

Projektet har både en kvalitativ och en kvantitativ del. Den kvalitativa delen handlar om att samla in intervjumaterial kring vilka indikatorer som används i dagsläget när det gäller punktlighet i pendeltågstrafiken, samt vilka indikatorer som efterfrågas för framtiden. Den kvantitativa delen handlar om att ta fram en ny metod för att följa upp och förbättra tågpunktlighet. Tidigare har man tittat på faktorer så som infrastrukturfel, fordonsfel, spårspring och väder och försökt ta fram samband för hur dessa påverkar punktligheten. Kopplingen mellan dessa faktorer och punktligheten är dock svag och därför utvecklar vi ett mellansteg där man mäter hur ofta gångtider- och uppehållstider blir försenade, vilket har ett mycket tydligare samband med slutliga punktligheten vid destinationen.

Forskningsbidrag

Inom projektet demonstreras metoden på ett stort data-set från åren 2001–2020 med 63 miljoner pendeltågsrörelser i de tre storstadsregionerna Stockholm, Göteborg och Malmö. Vi visar att det finns ett tydligt samband mellan hur ofta gångtider och uppehållstider försenas och den slutliga punktligheten. Vi visar också hur metoden kan användas av operatörer för att sätta målnivåer för hur ofta gångtider och uppehållstider kan försenas men att 95% punktlighet ändå nås.

Nytta för beställare

På kort sikt ger Nypunkt2.0 ett ramverk för diskussioner kring punktlighetsindikatorer på olika nivåer, d.v.s. ett mer strukturerat sätt att arbeta med punktlighetsuppföljning på olika nivåer. På lång sikt är ambitionen att forskningsprojektet ska resultera i användandet av nya ledande indikatorer som förbättrar punktligheten i pendeltågstrafiken.

Resultat

Utifrån intervjuer och workshops har ett ramverk för punktlighetsindikatorer på olika nivåer tagits fram: nivå 1 - kundnöjdhet, nivå 2 – resenärer och tåg i tid, nivå 3 – faktorer för tåg i tid, samt nivå 4 – förutsättningar. Det har inom projektet identifierats att nivå3-indikatorer till stor del saknas i dagsläget. Resultat från projektet visar att nivå 3-indikatorerna ”andel försenade uppehållstider” och ”andel försenade gångtider” har stor potential att kunna användas som ledande indikatorer framöver. Analys av dessa indikatorer med data från storstadsregionerna

Stockholm, Göteborg och Malmö, visar på stora skillnader i resultat beroende på region, varför det finns stor potential för regionerna att lära av varandra.

Rapporter

Konferenspresentationer:

Kristoffersson, I., Improving commuter train punctuality using lead indicators. 24th EURO Working Group on Transportation Meeting (EWGT), Aveiro, Portugal (online presentation), 2021.

Palmqvist, C.-W., Planering med nya mått och indikatorer. Trafikutskottet, Stockholm (online presentation), 2021.

Populärvetenskaplig sammanfattning:

Kristoffersson, I., Palmqvist, C.-W. (2021). Nyckeltal för punktlighet på järnväg – del 2 (Nypunkt 2.0). Populärvetenskaplig sammanfattning. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1629742/FULLTEXT01.pdf>

Närmast relaterade KAJT-projekt

STÅNDPUNKT, MIST2

Störningars påverkan och samband med punktligheten (Ståndpunkt)

Utförare	RISE
Projektledare	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se
Övriga projektdeltagare	Zohreh Ranjbar
Beställare	Soli Liu-Viking, Trafikverket
Tidsperiod	2020–2021
Omfattning (total)	2,4 MSEK
Projekttyp	Forskningsprojekt
Forskningsområde	Uppföljning och återkoppling

Mål

Projektet bygger vidare på de positiva resultaten från de tidigare KAJT-projekten SPRIDA och UTSPRIDD. Projektets mål är dels att verifiera att de föreslagna mätetalen *Förseningsbidrag* och *Kritiska händelser* kan vara verktyg i arbetet för att förbättra punktligheten i järnvägssystemet och dels att överföra erfarenheterna till angränsande områden, som godstrafik.

Huvudsakliga aktiviteter

Arbetet i projektet kan delas upp i fyra huvudområden. Det första är att göra fallstudier kring *förseningsbidrag* och *kritiska händelser* för persontåg för att verifiera och beräkningsmetoder och resultat. Det andra är att närma sig potentiella användare, såsom personer verksamma med operativ styrning/tågledning, tidtabellsplanering och underhållsprioritering. Ett tredje område är att undersöka hur begreppen kan överföras till godstrafiken, och det fjärde är att utveckla effektsamband mellan störningstid och punktlighet. Projektet kommer också beröra andra användningsområden, som t.ex. om det är möjligt att använda förseningsbidrag kopplat till störningsspridning som grund för kvalitetsavgifter.

Forskningsbidrag

De nya begreppen *Förseningsbidrag* och *Kritiska händelser* ger på ett nytt sätt möjlighet att identifiera samband mellan störningar och punktlighet, specifikt att hitta orsaker till att tåg opunktliga, och detta projekt ska verifiera tidigare positiva resultat och höja TRL-nivåer. Projektet bidrar med metodik för att beräkna effektsamband mellan störningstid 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 operativ prioritering, återkoppling tid tidtabellläggning och prioritering av underhållsåtgärder, allt i syfte att öka punktligheten.

Resultat

De nya mätetalen har provats i stor skala för alla Sveriges tåg under 2019 och 2020. Verktyg har byggts upp för att visualisera punktlighetsproblematik och spridning av förseningar. Mätetalen har anpassats för att kunna mäta punktligheten i varje station vilket är relevant för pendeltågstrafik. Resultaten visar att de föreslagna mätetalen på ett högst relevant sätt kompletterar de traditionellt använda sätten att analysera störningar och

punktlighetsproblematik. Specifikt visar resultaten även på de små störningarnas betydelse för punktligheten. Beräkningar har god potential att standardiseras och automatiseras. Mätetal har generaliserats för godståg och kan belysa vad som händer tåg som är före tidtabellen. En fallstudie indikerar att tidiga godståg (på enkelspår) inte har negativ punktlighetspåverkan på andra tåg.

Järnvägsbranschen har visat stort intresse för resultat som framkommit i projektet. Projektet har samverkat nära med TTT och har medverkat vid möten, arbetsmöten och delgivit resultat, både med TTT, SJ, MTR och SLL. Projektet har också direkt bidragit till TTT:s analyser och fortsatt samverkan är planerad.

Rapporter

Joborn, M., Ranjbar, Z. (2021). Orsaker till opunktlighet: kritiska störningar och småförseningar, RISE Rapport 2021:74, <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-56766>

Joborn, M., Ranjbar, Z. (2021). Effektsamband mellan störningar och punktlighet för resandetåg. RISE rapport 2021:125, <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-58589>

Joborn, M., Ranjbar, Z. (2021). Effekter av tidiga och sena godståg, RISE Rapport 2021:112, <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-58588>

Joborn, M., Ranjbar, Z. (2021). Understanding causes of unpunctual trains: Delay contribution and critical disturbances. Proceedings of 9th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (ICROMA), RailBeijing 2021, Beijing, China, 3-7th November 2021. Submitted to Journal of Rail Transport Planning and Management.

Närmast relaterade KAJT-projekt

UTSPRIDD, SPRIDA, MIST, MIST 2, Nypunkt, Nypunkt 2.0

Tidigare avslutade projekt

PROJEKT	PERIOD	UTFÖRARE	KONTAKTPERSONER	Se KAJT Projektkatalog
Smart Planning and Safety for a safer and more robust European railway sector (PLASA 2)	2018-2020	KTH, Lunds Universitet, DB, Siemens, Hacon	Oskar Fröidh, oskar.froidh@abe.kth.se , Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2021-03-31
Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått (FlexÅter)	2016–2020	KTH	Markus Bohlin, markus.bohlin@abe.kth.se , Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2021-03-31
Real time network management and simulation of increasing speed for freight trains (Fr8Hub, WP3)	2017-2020	KTH, Linköpings Universitet	Behzad Kordnejad, behzad.kordnejad@abe.kth.se , Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2021-03-31
Tidtabellskvalitet (TTK)	2017–2020	RISE, Linköpings Universitet	Anders Peterson, anders.peterson@liu.se , Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se	2021-03-31
Digitalization and Automation of Freight Rail (Fr9Rail II WP4)	2018-2020	RISE	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se , Anders Ekmark	2021-03-31
Bankapacitet och kostnadselasticitet för reinvesteringar (BANKER)	2019–2020	VTI	Kristofer Odolinski, kristofer.odolinski@vti.se , Pär-Erik Westin	2021-03-31
Utformning av servicefönster för varierande trafik- och underhållssituationer (UHF)	2019–2020	Linköpings Universitet	Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se , Lars Brunsson, lars.brunsson@trafikverket.se	2021-03-31
Tider för underhållsåtgärder i spår	2019–2020	VTI	Ragnar Hedström, ragnar.hedstrom@vti.se , Joel Sultan, joel.sultan@trafikverket.se	2021-03-31
Grundorsaker till mänskliga felhandlingar vid operativ	2018–2020	VTI	Gunilla Björklund, gunilla.bjorklund@vti.se , Anna Maria Östlund, annamaria.ostlund@trafikverket.se	2021-03-31

tågtrafikledning (FelOp)				
Kapacitet i nätverk (KAIN)	2017–2019	KTH	Jennifer Warg, jennifer.warg@abe.kth.se , Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2020-03-31
Strategisk anläggningsplanering för balansering av underhåll och tågtrafik (STAPLA)	2019	Linköpings Universitet	Tomas Lidén, tomas.liden@liu.se , Per Köhler, per.kohler@trafikverket.se	2020-03-31
Grafiska prognostidtabeller (GraPro)	2018–2019	RISE	Sara Gestrelus, sara.gestrelus@ri.se , Magnus Backman, magnus.backman@trafikverket.se	2020-03-31
DIALOG	2018–2019	Uppsala Universitet	Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se , Jörgen Frohm, jorgen.frohm@trafikverket.se	2020-03-31
Transporttillgänglighet – tillgänglighetsnyckeltal för järnvägsnät och banunderhåll (TT-JOB)	2017–2019	RISE	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se , Lars Brunsson, lars.brunsson@trafikverket.se	2020-03-31
Automatic Rail Cargo Consortium, WP 2-3 Swe (ARCC)	2016–2019	RISE, Linköpings Universitet, KTH	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se , Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2020-03-31
Utvärdering av förändringar i tågtrafikledningens beslutsfattande (UFTB samt UFTB II)	2014–2017 samt 2017-2018	Uppsala Universitet	Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se , Jörgen Frohm, jorgen.frohm@trafikverket.se	2020-03-31
GridRail	2018–2019	Uppsala Universitet	Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se , Jörgen Frohm, jorgen.frohm@trafikverket.se	2020-03-31

Automatiserad tågtrafikledning - förstudie	2018–2019	Uppsala Universitet	Anders Arweström Jansson, anders.jansson@it.uu.se , Jörgen Frohm, jorgen.frohm@trafikverket.se	2020-03-31
Förstudie: Beslutstöd för trafikledare: approximativa och exakta optimerande metoder (BLIXTEN)	2018–2019	Blekinge Tekniska Högskola	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se , Göran Erskérs, goran.erskers@trafikverket.se	2020-03-31
TRANS-FORM: Det svenska delprojektet	2016–2019	Blekinge Tekniska Högskola, Linköpings Universitet	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se	2020-03-31
Mindre Störningar i Tågtrafiken (MIST)	2016–2019	Lunds Universitet	Len Hiselius, lena.hiselius@tft.lth.se , Kenneth Håkansson, kenneth.hakansson@trafikverket.se	2020-03-31
Utveckling av spridningsmått för störningar och deras påverkan på punktlighet (UTSPRIDD)	2018–2019	RISE	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se , Mats Gummesson, mats.gummesson@trafikverket.se	2020-03-31
Nyckeltal för punktlighet på järnväg (Nypunkt)	2018–2019	VTI	Ida Kristoffersson, ida.kristoffersson@vti.se , Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2020-03-31
Strategisk anläggningsplanering för balansering av underhåll och tågtrafik – förstudie (STAPLA-F)	2018	Linköping Universitet	Tomas Liden, tomas.liden@liu.se Pär Köhler, par.kohler@trafikverket.se	2019-03-31
Samhällsekonomiskt effektiv fördelning av järnvägskapacitet (SamEff)	2015–2018	RISE	Martin Aronsson, martin.aronsson@ri.se Hans Dahlberg, hans.dahlberg@trafikverket.se	2019-03-31
Smart Planning and Safety for a safer and more ro	2016–2018	KTH	Oscar Fröidh, oskar.froidh@abe.kth.se Magnus Wahlborg,	2019-03-31

bust European rail way sector (Plasa)			Magnus.wahlborg@trafikverket.se	
Realiserbara och Ändamålsenliga Tidtabeller (RELÄET)	2016–2018	Linköping Universitet	Johanna Törnquist Krasemann, johanna.tornquist.krasemann@bth.se Kristina Eriksson, kristina.eriksson@trafikverket.se	2019-03-31
Bankapacitet och kostnadselasticitet för underhåll	2017–2018	VTI	Kristofer Odolinski, kristofer.odolinski@vti.se Pär-Erik Westin, par-erik.westin@trafikverket.se	2019-03-31
Effektiv planering av järnvägsunderhåll – servicefönster (EPLUS)	2013–2018	Linköping Universitet	Martin Joborn, martin.joborn@liu.se Lars Brunsson, lars.brunsson@trafikverket.se	2019-03-31
Banarbeten – processer och datatillgång (Badaf)	2018	Lunds Universitet	Lena Hiselius, lena.hiselius@tft.lth.se Rose-Marie Renberg, rose-marie.renberg@trafikverket.se	2019-03-31
Avvikande hastighet på godståg	2016–2018	VTI	Ragnar Hedström, ragnar.hedstrom@vti.se Elisabet Spross, elisabet.spross@trafikverket.se	2019-03-31
Coordination of core European supply chains using Optimization (CO2REOPT)	2016–2018	RISE	Markus Bohlin, markus.bohlin@ri.se Fredrik Lundström, Fredrik.lundstrom@trafikverket.se	2019-03-31
In2Rail, Intelligent Mobility Management (WP7-WP9)	2015–2018	RISE	Martin Joborn, martin.joborn@ri.se Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2019-03-31
Förstudie tågsimulering och ERTMS	2018	VTI	Birgitta Thorslund, birgitta.thorslund@vti.se Magnus Wahlborg, magnus.wahlborg@trafikverket.se	2019-03-31
Flexibel omplanering av tåglägen vid driftstörningar (FLOAT)	2013–2017	BTH	Johanna Törnquist Krasemann Johanna.tornquist.krasemann@bth.se Peter Hammarberg	2018-03-31

			peter.hammarberg@trafikverket.se	
Förbättrad tomflödesallokering i Samgods med hänsyn till angiven kapacitet – förstudie (TOMSAM)	2017	Sweco RISE	Henrik Edwards Henrik.edwards@sweco.se – Petter Wikström, Petter.wikstrom@trafikverket.se	2018-03-31
Increasing Capacity 4 Rail networks through enhanced infrastructure and optimized operations (Capacity4Rail)	2013– 2017	Linköpings Universitet	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	Martin Aronsson martin.aronsson@ri.se Mats Åkerfeldt mats.akerfeldt@trafikverket.se	2017-03-31
Robusta Tidtabeller För Järnvägstrafik + (RTJ+)	2013– 2016	Linköping Universitet	Anders Peterson anders.peterson@itn.liu.se Magdalena Grimm magdalena.grimm@trafikverket.se	2017-03-31
Framtidens Leveranstågplanprocess (FLTP)	2014– 2016	RISE	Martin Aronsson martin.aronsson@ri.se Hans Dahlberg hans.dahlberg@trafikverket.se	2017-03-31
Optimering och tidtabellläggning	2014– 2015	VTI, RISE, BTH	Jan-Eric Nilsson jan-eric.nilsson@vti.se Hans Dahlberg hans.dahlberg@trafikverket.se	2017-03-31
Beslutsstöd och automation av tågtrafikstyrning (BAOT)	2013– 2015	UU	Bengt Sandblad bengt.Sandblad@it.uu.se Peter Hammarberg peter.hammarberg@trafikverket.se	2017-03-31

Metoder att mäta och utvärdera stora trafikavbrott i persontrafik på järnväg	2015–2016	KTH	Bo-Lennart Nelldal bo-lennart.nelldal@abe.kth.se , Elisabet Spross elisabet.spross@trafikverket.se	2017-03-31
Spridningseffekter av störningshändelser i tågtrafiken (SPRIDA)	2016	RISE	Martin Joborn martin.joborn@ri.se Elisabet Spross elisabet.spross@trafikverket.se	2017-03-31
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 tågtrafiksystemet - FOT	2013–2015	UU	Bengt Sandblad bengt.Sandblad@it.uu.se Robin Edlund robin.edlund@trafikverket.se	2016-03-31
Effektsamband för underhåll av järnväg	2015	KTH	Oskar Fröidh oskar.froidh@abe.kth.se Clas-Göran Rydén clas-goran.ryden@trafikverket.se	2016-03-31
Trafikinformation lägesbild	2014–2015	UU	Bengt Sandblad bengt.Sandblad@it.uu.se Kent Olsson kent.olsson@trafikverket.se	2016-03-31
Uppföljning och prediktion - UoP	2014–2015	BTH, RISE	Johanna Törnquist Krasemann joha	2016-03-31

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