



Branschprogram Kapacitet i järnvägstrafiken – KAJT

Projektresultat 2020

Mars 2021



TRAFIKVERKET



LINKÖPINGS
UNIVERSITET



Innehållsförteckning

Inledning	4
Banarbetsprocess och datatillgång (BANDAT)	8
Bankapacitet och kostnadselasticitet för reinvesteringar – BANKER	10
Beslutstöd för trafikledare: approximativa och exakta optimerande metoder (BLIXTEN II)	11
Förseningarnas påverkan på efterfrågan av tågresor – en tidserieanalys (DeDe Delay à Demand)	13
Grundorsaker till mänskliga felhandlingar vid operativ tågtrafikledning (FelOp)	14
Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått – FlexÅter	15
FR8HUB WP3: Real-time information applications and energy efficient solutions for rail freight	16
Digitalization and automation of freight rail WP3 (Fr8Rail II WP3)	18
Digitalization and automation of freight rail WP4 (Fr8Rail II WP4)	20
Smart, data-based assets and efficient rail freight operation (Fr8Rail III WP2)	21
Socioteknisk systemdesign av framtidens tågtrafiksystem (FTTS2)	22
Indicator monitoring for a new railway paradigm in seamlessly integrated cross modal transport chains – Phase 2 (Impact-2, WP7)	24
Detaljeringsnivåer i tidtabellsplanering: mikro och makro - MIMA	25
Mindre Störningar i Tågtrafiken, del 2 (MIST2)	26
Nyckeltal för punktlighet på järnväg del 2 - Nypunkt2.0	27
Virtual certification & smart planning (PLASA 2)	28
RIT-H – Reservkapacitet i tilldelningsprocessen - huvudstudie	30
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden, modellstudie (SATT)	31
SJ – Optimering och Tidtabeller	32
Störningars påverkan och samband med punktligheten – Ståndpunkt	33
Testplattform med simulatorer för effektiv och trafiksäker driftsättning av ERTMS (TESTER)	34
Tider för underhållsåtgärder i spår	35
Tidtabellskvalitet – TTK	36
Tågsimulering och ERTMS	38
Utformning av servicefönster för varierande trafik- och underhållssituationer (UHF)	39

Inledning

KAJT har en målsättning att bedriva högklassig forskning och att forskningsresultat ska omsättas till förbättringar inom Sveriges järnvägsverksamhet. KAJT forskningen bedrivs hela tiden nära problemägare och intressenter. Problemägare är Trafikverket, svenska järnvägsföretag och JBS (Järnvägsbranschens samverkansforum). Intressenter är systemleverantörer, kunskapsföretag, godstransportkunder, resenärer m.fl.

I denna rapport sammanställs de viktigaste forskningsresultaten under 2020 från KAJT:s forskningsprojekt. Mer information om projekten finns även i KAJT Projektkatalog (version 2021-03-31) Nedan beskrivs görs översikt av forskningsbehov och forskningsnytta inom några områden.

Ny kunskap, metoder och demonstrationer som KAJT Projekt bidrar med kan delas upp i områdena:

- Operativ trafikstyrning
- Simulering, optimering och kapacitetseffekter – demonstratorer och implementation
- Planering och styrning av godstrafik
- Kapacitetsplanering av tåg och banarbeten
- Punktlighet
- ERTMS

Operativ trafikstyrning

Flera av de större förändringsprojekten inom Trafikverket och svensk järnväg har koppling till forskning som gjorts av KAJT och det framtagna konceptet att styra genom planering.

Projekt NTL (Nationellt Tågledningssystem) är ett införandeprojekt för att unifiera Sveriges tågledningssystem och att trafikledarna går från penna och papper till digital trafikledning. Hos Trafikverk pågår arbete både med att utveckla och införa det nya systemet samt att genomföra förändring av arbetssätt.

Innan NTL är på plats pågår arbete med att sprida Digital Graf till samtliga driftledningscentraler. En plattform har utvecklats för externt datautbyte för C-DAS (Connected Driver Advisory System) som branschen kan koppla upp sig mot. Det finns också en järnvägssimulator som är kopplad till det kommande systemet.

KAJT:s miljöer utvecklat koncept, metoder och demonstration av beräkningsstöd i den operativa driften vid trafikstörningar. Forskning om människans del i processen, samt delning av information och utveckling av processer hos Trafikverket inom svensk järnväg Trafikverket och andra delar tex tåg, lokförare, bangårdspersonal, Järnvägsföretagens trafikledning m.m.

Nyttor från KAJT forskning är:

- Bidrag genom kunskap om den operativa processen, att studera identifierade problem och förbättringsmöjligheter
- Kunskap om människans del i processen och frågor kopplat till pågående digitalisering och automation
- Framtagande av koncept demonstratorer och algoritmer

- Framtagande av simulatorer och demonstratorer som kan användas för utveckling av processer och beslutsstöd
- Koncept om hur beslutsstöd för operativa processen hänger ihop finns beskrivna i rapporten FR8Rail II D 3.2. Description of decision support tool.

Simulering, optimering och kapacitetseffekter – demonstratorer och implementation

Att utföra simulering och optimering, samt studera kapacitetseffekter sker i strategiskt, taktiskt och operativ nivå.

I projektet Plasa har KAJT parter tillsammans med DB utvecklat en makrosimulator Proton. Proton är en forskningssimulator som i Tyskland används för simulering av nationellt järnvägsnät. Trafikverket och DB Tyska järnvägen har forsknings-samverkan om Proton. KTH och Lunds universitet utför forskning och deltar i utveckling av Protons metodik och användning för Sverige. Trafikverket håller på att införa Proton i förvaltning. Trafikverket planerar att börja använda simulatoren i TPÅ-processen (Trafikpåverkande åtgärder) för planering av tåg och banarbeten.

KAJT parter utvecklar ett koncept M2 – Timo optimeringsstöd till kapacitetsplanerare. M2 (RISE) är en forskningsplattform som hanterar tidtabell, visualisering och optimeringsfunktionalitet. M2 har exportfunktion av data till Timo. Timo (Linköpings universitet) är ett IT stöd för optimering av tågplan. I Timo kan användare definiera uppgiften, t.ex. område och vilka tåg/banarbeten som ska förbättras/ändras. Nästa steg är att genomföra optimering och välja kapacitetsplan utifrån KPI:er och inställning av objektfunktion. Konceptet ska testas gentemot kapacitetsplanerare under år 2021.

Planering och styrning av godstrafik

Inom planering och styrning av godstrafik sker ett arbete med att få en bättre koppling mellan bangård och järnvägsnät. Forskning pågår inom Shift2Rail och fokus är Hallsberg – Malmö – Danmark/Tyskland. Forskningen studerar kapacitet, processer och brister för Hallsberg och Malmö. Forskning sker i samverkan med TTT bangårdar järnvägsföretag gods (Malmö, Hallsberg och Ånge). Ett arbete pågår med att specificera beslutsstöd för Malmö godsbangård (MGB). Beslutsstödet benämns Yard Co-ordination System (YCS) och är samplanering av infarts/utfartsgrupp vid bangården. Intressenter som ska samplaneras är Trafikverket, rangeringsbangården (Green Cargo) och kombiterminalen (Mertz). Under 2021 tas koncept och första pilotversion av demonstratorn fram.

I projektet FR8Hub har KTH tagit fram en metod med tvåstegsoptimering av tågplanen. I steg 1 optimeras tågplan utifrån värdering av ankomst och avgångstider, i steg 2 genomförs optimering utifrån att även tågplanens robusthet tagits med. Simulering genomförs genom en koppling till Railsys.

Kapacitetsplanering av tåg och banarbeten

Trafikverket utvecklar kapacitetsplaneringen genom processen Trafikpåverkande åtgärder. I den nya processen sker planering av större banarbeten i ett tidigare skede än tidigare. Trafikverket deltar också i att utveckla kapacitetsplaneringsprocessen på Europeisk nivå, den nya processen benämns TTR.

KAJT har flera projekt som studerar kapacitetsplanering av tåg och banarbeten. Det gäller dels forskning om optimeringsstöd för planering och dels hur väl processen fungerar.

Punktlighet

KAJT har ett flertal projekt som arbetar med uppföljning och analys av punktlighet, samt stöd för åtgärder om ökad punktlighet.

I projektet Nypunkt 2 forskas om punktligheten i de tre storstadsområdena Stockholmsområdet, Göteborgsområdet och Malmö-/Skåneområdet. Dataanalys och uppföljning har utförts för de tre områdena. En triangel har tagits fram som beskriver punktlightessamband och punktlightetsarbete. Metodik tas fram för ledande och släpande indikatorer, samt hur indikatorer kan användas för arbete med åtgärd och effekt av punktlightetsåtgärd.

I projektet Ståndpunkt är syfte att hitta tydligare samband mellan händelser/störningar och punktlightetsbrist. Algoritmer har utvecklats av forskare i samverkan med Trafikverket om uppföljning och analys av störningar och dess spridning. Arbete sker i nära samverkan med Trafikverkets rot-grupp som arbetar med åtgärder för ökad punktlightet.

ERTMS

Det nya europeiska signalsystemet ERTMS är under införande i Sverige, nästkommande banor är Malmbanan och Södra stambanan. Arbete pågår med projektering och simulering av kapacitetseffekter för dessa banor pågår. I Sverige är det ERTMS nivå 2 som införts och planeras att införas. Forskning utförs även på ERTMS nivå 3 och ERTMS nivå 3 hybrid.

För ERTMS införande är simuleringar med VTI tågssimulator och med Railsys viktiga. För VTI tågssimulator finns ett samarbete med ett flertal tågföretag verksamma i Sverige, samarbetet benämns TUFFA gruppen. VTI har också forsknings-samverkan på Europeisk nivå kopplat till sin simulator och tåg/förarsimulering. För Railsys håller Trafikverket i en användargrupp i Sverige, samt ett internationellt samarbete med Norge, Danmark och Nederländerna.

Nyttor från KAJT forskning är:

- Förbättrade simuleringsmodeller, användningsområden och metodik kopplat till dessa för VTI tågssimulator och Railsys
- Bidrar till ökad kvalitet i ERTMS utbildning för förare. Utbildning med simulering har en viktig uppgift i ERTMS införandet
- Forskningsstudier med VTI simulatoren eller uppföljning av körningar (kördata, film m.m.). Det ger kunskap om skillnader i förarbeteende mellan ATC och ERTMS, hur föraren bromsar i förhållande till ERTMS övervakningskurvor, m.m.
- Ökad kunskap om kopplingen förare – trafikledning samt koppling ERTMS förargränssnitt (DMI) förarbeteende och kapaciteten
- Projektet ger oss mer korrekta metoder och modeller för gångtidsberäkning, samt utvecklar analysmetodik för kapacitets- och punktlightetsstudier.
- Kunskap om bromskurvor och dess påverkan på kapacitet
- Kunskap om ERTMS nivå 2 versus ERTMS nivå 3 hybrid och ERTMS nivå 3, samt nivåernas effekter på gångtider, kapacitet och punktlightet

- Kunskap som stödjer ERTMS projektering t ex metoder för hur hastighetsprofilerna ska utformas.

Banarbetsprocess och datatillgång (BANDAT)

Projektledare: Lena Hiselius, Lunds Universitet
Projekttagare: Nils Olsson, Daria Ivina, Lund Universitet; Lars Brunsson, Trafikverket
Kontaktperson beställare: Lars Brunsson, Trafikverket

Projektet syftar till att förstå banarbetsprocess och data som finns tillgängliga i varje steg i beslutsprocessen. Projektet fokuserar på beslut och information (aktuell och möjlig) rörande både planering och genomförande av banarbeten samt effekterna på tågtrafiken.

Under året utvecklades en algoritm för att analysera punktlighetsdata och banarbetsdata. Baserat på denna algoritm analyserades förhållandet mellan förseningar pgoch banarbeten vid olika förhållanden för 2017. Uppgifterna aggregerades i förhållandet till tågtyper och olika specifikationer för banarbeten. Arbetsplaneringsprocessen analyserades inom ramarna för Lean konstruktionsprinciperna.

Resultaten visar att tågförseningar är starkt relaterade till spårarbetets prestanda och sannolikheten för en ökning av försening är högre när tåget passerar banarbeten. Banarbetsprocess kan analyseras och förbättras i enlighet med Lean konstruktionsprinciperna.

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.

Projektet fortsätter under 2021.

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>

Konferenspresentationer

Ivina, D., Soltani, S., The effect of maintenance activities on Swedish railways operational reliability. Transportforum, Linköping, 2020.

Ivina, D., The effect of short-notice changes in the trackwork plan on the train traffic. KAJT Vårseminarium, Online, 2020.

Ivina, D., Olsson, O.E.N., Lean Construction Principles and Railway Maintenance Planning. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28), Berkeley, California, USA, Online, 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, Online, 2020.

Konferenspresentationer (utan proceedings)

Ivina, D., Soltani, S., The effect of maintenance activities on Swedish railways operational reliability. Transportforum, Linköping, 2020.

Ivina, D., The effect of short-notice changes in the trackwork plan on the train traffic. KAJT Vårseminarium, Online, 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, Online, 2020.

Bankapacitet och kostnadselasticitet för reinvesteringar – BANKER

Projektledare: Kristofer Odolinski, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
Projekttagare: Tomas Lidén, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
Kontaktperson beställare: Pär-Erik Westin, Trafikverket

Syftet med studien är att testa om och hur kostnader för reinvesteringar i järnvägsanläggningar varierar med avseende på kapacitetsutnyttjandet. Detta innefattar en beräkning av kortsiktiga marginalkostnader för olika järnvägsanläggningar (Bana, El, Signal, Tele och Övriga).

Studien tar fram samband för hur kapacitetsutnyttjandet – utöver effekter på nedbrytning – påverkar reinvesteringskostnader. Sambanden består dels av sannolikheten för reinvesteringar, dels kostnaden för reinvesteringsprojekt. Den förstnämnda effekten kan förklaras av en ökad reinvesteringstakt för att möta en förväntad ökning av störningskostnader när fler tåg trafikerar banan, och den andra effekten kan förklaras av högre kostnader för att genomföra ett reinvesteringsprojekt när trafikbelastningen ökar.

Forskningsarbetet har utförts under 2019–2020, vilket dels består av en mindre intervju- och litteraturstudie för att undersöka planeringsprocess och kostnadsdrivare för reinvesteringsprojekt, dels en ekonometrisk studie baserat på verkligt utfallsdata för en majoritet av Trafikverkets bandelar under tidsperioden 1999 till 2016. En resultatrapport (VTI working paper) är under färdigställande och kommer att publiceras under februari 2021.

Resultaten visar att kapacitetsutnyttjandet påverkar kostnader för reinvesteringar i framförallt Bana och Elanläggningar, både vad gäller reinvesteringstakt och projektgenomförande. Det finns indikationer på att kapacitetsutnyttjandet också påverkar sannolikheten för reinvesteringar i Signalanläggningar, samt Tele och Övriga anläggningar.

Det kan noteras att studien redovisar hur kapacitetsutnyttjandet påverkar produktionskostnader för infrastruktur tjänster (reinvesteringar) och bör inte förväxlas med andra kapacitetseffekter såsom kostnader för knapphet eller trängsel.

Slutresultatet kan ge underlag för en spåravgift som tar hänsyn till bankapacitetens effekter på reinvesteringskostnader. En sådan prissättning kan i slutändan bidra till ett effektivare utnyttjande av infrastrukturen, vilket skapar ett värde för Trafikverket och samhället i stort.

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

Projektledare: Johanna Törnquist Krasemann, Blekinge Tekniska Högskola (BTH)
Projektmedlemmar: Sai Prashanth Josyula och Lars Lundberg, BTH
Kontaktperson/beställare: Jerry Onmalm, Trafikverket

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.

I detta projekt vidareutvecklar vi de beräkningsmetoder som utvecklats i TRANSFORM-projektet och systematiskt utvärdera dessa experimentellt i ett antal fallstudier, som ska belysa mer praktiska aspekter kring framtida tillämpning av optimerande beräkningsstöd i den operativa driften av (svensk) tågtrafik. Fokus är på i huvudsak tre aspekter:

- (1) Kvalitetsmått på föreslagna omplaneringsåtgärder
- (2) Beräkningseffektivitet
- (3) Stabilitet

Med kvalitetsmått avser vi definierade indikatorer som gemensamt illustrerar och kortfattat beskriver en lösnings 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.

För att bättre förstå dels vilken typ av beslutstödande funktionalitet och beräkningsmetoder som krävs för att hantera olika typer av störningsscenarioer, dels hur olika metoder presterar, så har vi utvecklat ett ramverk för att klassificera, utvärdera och jämföra olika typer av algoritmer på ett systematiskt sätt. Detta ramverk består av två delar. Den första delen syftar till att klassificera och beskriva respektive algoritms egenskaper och funktionalitet på ett konceptuellt sätt, medan den andra delen syftar till att systematiskt analysera respektive algoritms prestanda utifrån ett antal kriterier och mått. Detta ramverk har sedan tillämpats i projektets första fallstudie där vi utvärderar två alternativa beräkningsmetoder som utvecklats inom projektet. Den ena metoden utgörs av formell explicit matematisk optimeringsmodell som lösas med den kommersiella optimeringsmjukvaran Gurobi medan den andra är en skraddarsydd algoritm av typen ”girighetsalgoritm”. Girighetsalgoritmen arbetar enligt sökstrategin *djupet-först* (Depth-First Search, DFS). Detta innebär att först ska girighetsalgoritmen snabbt hitta en första bra tillåten omplaneringslösning och om det sedan finns tid kvar så försöker den hitta förbättrade alternativ till denna första lösning genom att söka vidare i sökträdet. Ramverket, beräkningsmetoderna samt utvärderingsstudien återfinns i sin helhet i Josyula et al. (2020).

Projektet har under 2020 samverkat nära med FR8Rail2 och bidragit betydligt till detta arbete inklusive två projektleverabler. Forskningsarbetet har lyfts fram som mycket intressant av granskare av projektleverablerna i FR8Rail2. Projektet fortsätter under 2021-2022.

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>

Konferenspresentationer (utan proceedings)

Törnquist Krasemann, J., Parallel algorithms for real-time railway disturbance management: Opportunities and challenges, TRAIL research school seminar med titeln "Modelling Passenger Behaviour and Managing Public Transport Operations under Disturbances", TU Delft, 26 februari 2020.

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

Projektledare: Per Näsman, KTH
Projektdeltagare: Bo-Lennart Nelldal, Josef Andersson, Han-Suck Song, KTH
Kontaktperson beställare: Soli Liu-Viking, Trafikverket

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

På kort sikt ska projektet förbättra kunskapen om hur förseningarna påverkar efterfrågan av tågresor. Det kan också bidra till prioritering av åtgärder vid hantering av störningar. På lång sikt kan förseningarnas bidrag till efterfrågan implementeras i prognosmodeller, så att man kan få fram hur de påverkar efterfrågan i förhållande till t.ex. restid turtäthet och pris.

Under året har en databas byggts upp som består av statistik för ca 60 tåglinjer eller aggregat av linjer i Sverige. Databasen omfattar förseningar (andel försenade tåg RT+5, medelförsening för försenade tåg samt andel inställda tåg) 2001-2019, utbud (turtäthet, restider och priser) 1990-2020, efterfrågan (personkilometer eller antal resor) samt socioekonomiska variabler som befolkningsutveckling, bilinnehav och privat konsumtion (1990-2019).

De första tidsserieanalyserna har genomförts med signifikanta resultat och arbetet kommer med dessa analyser kommer att fortsätta under 2021. Databasen kommer också att utvidgas och kvalitetssäkras successivt. Kontakt har också etablerats med andra forskare och organisationer som har databaser och analyser av viktiga variabler.

Grundorsaker till mänskliga felhandlingar vid operativ tågtrafikledning (FelOp)

Projektledare: Gunilla Björklund, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
Projektdeltagare: Jan Andersson, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
Kontaktperson beställare: Anna-Maria Östlund, Trafikverket

Projektet har syftat till att, baserat på mänskliga förutsättningar och begränsningar, öka kunskapen kring, och förståelsen för, grundorsaker till mänskliga felhandlingar vid operativ tågtrafikledning. Ett annat syfte med projektet var att ge underlag till förbättringar av stödsystem, rutiner och arbetssätt för insamling, analys och återföring av erfarenheter från händelser, vilket förväntas bidra till en effektivare prioritering av Trafikverkets utvecklingsarbete inom detta verksamhetsområde.

Granskningsseminarium av rapporten skedde i slutet av 2019 och under 2020 har åtgärder i rapporten genomförts, i väntan på att frågor kring publicering av rapporten ska lösas. Diskussioner kring olika fortsättningar av projektet har också förts under året. Ett sådant uppföljande projekt har även påbörjats ("Optimal arbetsbelastning", vilket genomförs på uppdrag av och i samarbete med Trafikverket).

Det övergripande resultatet från projektet är att grundorsaker kan sammanfattas i två övergripande problemkategorier: Kommunikation och Kompetens. Kommunikationsproblematiken kan i sin tur delas in i 1) Intern kommunikation och 2) Extern kommunikation. Kompetensproblematiken kan å sin sida delas in i 1) Sakkunskap (vad som gäller), och 2) Arbetsprocesskunskap (i vilken ordning ska saker göras). Förutom dessa två övergripande orsakskategorier spelar även upplevd Arbetsbelastning en stor roll, vilket är en helt annan dimension. Dessa kategorier/dimensioner kan sammanfattas i en matris; KKA-matrisen.

Förutom det uppföljande projektet som nämndes ovan, kommer resultat och erfarenheter från FelOp vara till stor nytta i X2R-4-projektet WP 8.5 i Traffic Management Systems, där målet är att utveckla en validerad process för bedömning av mental arbetsbelastning och lägesmedvetenhet. Resultat och erfarenheter från FelOp kommer även till nytta i det nystartade KAJT-projektet "Capacity Modeling and Shift Optimization for Train Dispatchers" (CAPMO-Train).

Rapport kommer publiceras under 2021 under förutsättning av frågor kring publicering löses.

Konferenspresentationer

Björklund, G., Andersson, J., Grundorsaker till mänskliga felhandlingar vid operativ tågtrafikledning. Transportforum, Linköping, 2020.

Björklund, G., Andersson, J., Root causes to human errors in operative train traffic management. SweAuto, Linköping, 2020.

Flexibilitet och återställningsförmåga som tidtabellsmått – FlexÅter

Projektledare: Markus Bohlin, KTH
Projekttagare: Johan Högdahl, KTH, Oskar Fröidh, KTH, Pär Johansson, Trafikverket
Kontaktperson beställare: Magnus Wahlborg, Trafikverket

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

I projektet har KTH arbetat med metod- och modellutveckling för att justera en given tidtabell baserat på utfall från mikrosimulering med Railsys för att optimera förväntad samhällsnytta. Metoden har i simuleringsstudier visat sig vara framgångsrik och har potential att integreras i kapacitetsanalys.

Projektet påbörjades den 1 april 2016 och avslutades den 30 november 2020. Under den senaste perioden (dvs 2020-01-01 – 2020-11-30) har FlexÅter-metoden vidareutvecklats genom att begränsningar i val av tågordningar har tagits bort. Den framtagna metoden har utvärderats i en simuleringsstudie på Västra stambanan. Resultaten dokumenteras i en vetenskaplig artikel (Högdahl and Bohlin, 2020). Parallellt med FlexÅter används projektresultaten som teknisk kärna i S2R-projektet FR8HUB WP3.

Projektet avslutades under 2020.

Tidskriftsartiklar

Högdahl, J., Bohlin, M. (2021). A Train-Order Independent Delay Prediction Model for Combined Simulation-Optimization to Improve the Robustness of Railway Timetables. In preparation.

Konferenspresentationer

Högdahl, J., Integrating delay prediction in railway timetabling. Transportforum, Linköping, 2020.
Högdahl, J., Andersson, J., Demonstration of short-term rescheduling of railway freight traffic. Transportforum, Linköping, 2020.

FR8HUB WP3: Real-time information applications and energy efficient solutions for rail freight

Projektledare: Behzad Kordnejad, KTH Kungliga Tekniska Högskolan
Projektmedlemmar: Markus Bohlin, KTH, Johan Högdahl, KTH, Niloofar Minbashi, KTH, Anders Peterson, LiU, Christiane Schmidt, LiU, Fredrik Lundström, Trafikverket

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

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

Projektet avslutades i augusti 2020.

Avhandlingar och examensarbeten

Minbashi, N. (2020), *Applying Data Analytics to Freight Train Delays in Shunting Yards*, ISBN: 978-91-7873-690-4, Licentiatavhandling

<http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1485378%22&dswid=-6200>

Tidskriftsartiklar

Licciardello, R., Adamko, N., Deleplanque, S., Hosteins, P., Liu, R., Pellegrini, P., Peterson, A., Wahlborg, M., Zatko, M. (2020). Integrating yards, network and optimisation models towards real-time rail freight yard operations. *Ingegneria Ferroviaria* 6/2020, pp 417 – 440.

https://www.researchgate.net/profile/Samuel_Deleplanque/publication/344436217_Integrating_yard_network_and_optimisation_models_towards_real-time_optimisation_of_rail_freight_yard_operations/links/5f886eaa458515b7cf84c2e2/Integrating-yard-network-and-optimisation-models-towards-real-time-optimisation-of-rail-freight-yard-operations.pdf

Ljunggren, F., Persson, K., Peterson, A., Schmidt, C. (2020). Railway timetabling: a maximum bottleneck path algorithm for finding an additional train path. *Public Transport*, published 27/09/2020.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12469-020-00253-x>

Minbashi, N., Palmqvist, C. W., Bohlin, M., Kordnejad, B. (2021), Statistical analysis of departure deviations from shunting yards: evidence from Swedish railways, *Journal of Rail Transport Planning & Management*

Konferensartiklar

Minbashi, N., Bohlin, M., Kordnejad, B. (2020, april), *A Departure Delay Estimation Model for Freight Trains*. Transport Research Arena 2020, Helsinki, Finland.

Minbashi, N., Bohlin, M., Kordnejad, B. (2021, april), Analysis of railyard congestion and departure delays relationship: a case study from Swedish Railways, hEART 2021: 9th Symposium of the European Association for Research in Transportation, Lyon, France.

Shift2Rail och EU-rapporter

Deliverable 3.3 “Deliverable 3.3 Results of traffic simulation of defined scenarios and evaluation”, (2020, augusti), FR8HUB WP3: Real-time information applications and energy efficient solutions for rail freight, Contract No. H2020-777402.

Konferensartiklar

Minbashi, N., Bohlin, M., Kordnejad, B. (2020, april), *A Departure Delay Estimation Model for Freight Trains*. Transport Research Arena 2020, Helsinki, Finland.

Minbashi, N., Bohlin, M., Kordnejad, B. (2021, april), Analysis of railyard congestion and departure delays relationship: a case study from Swedish Railways, hEART 2021: 9th Symposium of the European Association for Research in Transportation, Lyon, France.

Konferenspresentationer (utan proceedings)

Minbashi, N., Bohlin, M., Kordnejad, B. (2020, juni), *Delay analysis of departing trains from shunting yards: a case study*. 8th International Symposium on Transport Network Reliability, Stockholm, Sweden.

Digitalization and automation of freight rail WP3 (Fr8Rail II WP3)

Projektledare: Martin Joborn, RISE Research Institutes of Sweden

Projektmedlemmar: Zohreh Ranjbar, Sara Gestrelus, Martin Kjellin, RISE; Behzad Kordnejad, Hans Sipilä, Mohammad Al-Mousa, Ingrid Johansson, KTH; Anders Peterson, Carl-Henrik Häll, Christiane Schmidt, William Erlandson, LiU, Tomas Lidén, Birgitta Thorslund, VTI; Johanna Törnquist-Krasemann, Sai Prashanth, BTH; Carl-William Palmqvist, Daria Ivina, Lena Hiselius, Nils Olsson, LTH.

Kontaktperson beställare: Magnus Wahlborg, Trafikverket

Mål för projektet är dels att ta fram en demonstrator för förbättrade planeringsmetoder vid tidtabellskonstruktion, dels att ta fram en specifikation för en demonstrator inom området real time network management. Forskning bedrivs inom tidtabellägningsmetoder, korttidsamordning mellan underhåll och trafik, optimeringsbaserad operativ tågplanering, punktlighet för godståg, förseningar vid MGB. Projektet är en del av Shift2Rail.

Projektet har flertal utvecklingsgrenar. 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 tidtabelläggning (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 tar fram två demonstratorer, dels in integrerad miljö för tidtabellsplanering där LiU utvecklar en modul (TiMo) till RISE forskningsplattform M2. Dels utvecklar KTH en demonstrator för makrosimulering av tidtabeller baserad på systemet Proton (som tagits fram inom ett annat Shift2Rail-projekt.) Demonstratorerna kommer att slutföras under 2021, och Trafikverket ser god nytta av att fortsätta vidareutveckla dessa i efterföljande projekt.

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

Projektet fortsätter under 2021.

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>

Shift2Rail och EU-rapporter

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.

Konferenspresentationer

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.

Digitalization and automation of freight rail WP4 (Fr8Rail II WP4)

Projektleddare: Martin Joborn, RISE Research Institutes of Sweden
Projektdeltagare: Martin Kjellin, Nima Ghaviha, RISE
Kontaktperson beställare: Anders Ekmark, Trafikverket

Projekt Fr8Rail II är ett Shift2Rail-projekt som drivs tillsammans med ett flertal europeiska parter. WP4 är inriktat mot C-DAS och syftet med den svenska delen av är dels att sammanfatta de svenska erfarenheterna av CDAS, dels att ta fram en infrastrukturägares mål och nytta med att införa C-DAS-system i trafiken.

En slutsats från analysen av svenska C-DAS erfarenheter är att det är ett komplext system att införa, främst för att den berör många olika parter från olika organisationer som kan ha olika intressen av införandet. Analys av infrastrukturhållares (Trafikverkets) intressen av C-DAS visar också att det kan ge stora nyttor och rent av vara en förutsättning för en modern trafikledning.

Projektet har samverkat med TTT genom presentation och överlämning av projektresultat.

Projektet avslutas under 2020.

Shift2Rail och EU-rapporter

Gotelli, G., et al. (2020a), Requirements & concept of C-DAS functions (Intermediate report).

Deliverable D4.1 from project FR8RAIL II.

Gotelli, G., et al. (2020b), Requirements & concept of C-DAS functions. Deliverable D4.2 from project FR8RAIL II.

Konferenspresentation

Joborn, M., Ghaviha, N., Uppkopplade förarstöd för lokförare (C-DAS): Erfarenheter och lärdomar, Transportforum, 2020.

Joborn, M., Ghaviha, N., C-DAS - Some current research, Forum för nordiskt järnvägssamarbete, 2019

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

Projektledare: Martin Joborn, RISE Research Institutes of Sweden
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.
Kontaktperson beställare: Magnus Wahlborg, Trafikverket

Fr8Rail III är ett Shift2Rail-projekt, där fyra av KAJT-parterna är aktiva inom *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.

Under 2020 har en kravspecifikation för en demonstrator samordnad planering av infarts-/utfartsgruppen vid MGB tagits fram, vilken kommer att implementeras av den spanska projektpartnern Indra. Demonstratorn benämns YCS (Yard Coordination System). Frågeställningar och hantering rörande informationssäkerhet har bearbetats inom projektet.

Projektet har stor samverkan med andra parter rörande demonstratorn YCS. Trafikverket och Green Cargo har bidragit med utvecklingsbehov. Idéer och koncept har presenterats för TTT och Malmö DLC.

Projektet fortsätter till 2022.

Socioteknisk systemdesign av framtidens tågtrafiksystem (FTTS2)

Projektleddare: Anders Arweström Jansson, Uppsala universitet
Projektdeltagare: Rebecca Cort, Uppsala universitet
Kontaktperson beställare: Jörgen Frohm/Gunnar Bengtsson, Trafikverket

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

Fältstudier vid några olika trafikledningscentraler med fokus på informatörernas arbete hann delvis utföras innan pandemin slog till. Workshops och fokusgrupper med olika operativa roller hann dock inte bli av. Arbetet har därför ägnats åt att analysera befintligt material, samt bearbeta tidigare insamlad material för att fokusera på att avhandlingsarbetet kan bli klart. Flera olika presentationer har genomförts på temat samarbete mellan olika roller, dels mellan informatörer och tågtrafikledare och dels mellan lokförare och tågtrafikledare.

Bidraget till forskningen består i att ta reda på om distribuerad kognition och/eller aktivitetsteori kan användas som teoretiska grunder för socioteknisk systemdesign på organisationsnivå.

Projektet vill för beställaren visa på nyttan med att tågtrafiksystemet ses som helhet när det gäller informations- och kommunikationsstrukturer som flyter mellan de olika delarna.

De viktigaste resultaten har varit, dels arbetet med de teoretiska grunderna för att på bästa sätt förstå förutsättningarna för hur ett sociotekniskt system hålls samman av de mänskliga aktörerna som ingår i systemet. Men viktigt har också varit de konkreta beskrivningarna av hur samarbetet se ut i detalj mellan de olika rollerna. Människans roll som ansvarsfull och aktiv aktör i det sociotekniska systemet

Projektet fortsätter under 2021 och avslutas i slutet av året

Examensarbeten

Knutsen, D. (2020). Tågförarbeteendets inverkan på Railsys-analyser vid simulering av ERTMS (The influence of train driver behavior on simulation of ERTMS). *Examensarbete UPTEC STS 20 031*, Uppsala universitet, ISSN: 1650-8319.

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1458941/FULLTEXT01.pdf>

Waltersson, J. (2020). Uppdateringen av standarden EN 50129 och dess påverkan på ERTMS-programmets säkerhetsstyrning. En kartläggning av skillnader, påverkan samt åtgärder till följd av uppdateringen. (The effect of the update of the European standard EN 50129). *Examensarbete UPTEC STS 20 018*, Uppsala universitet, ISSN: 1650-8319. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1441150/FULLTEXT01.pdf>

Tidskriftsartiklar

Cort, R., & Lindblom, J. (2020). Comparative analysis of DCog and AT from within the train traffic control room. Paper under review for a special issue for the *Journal of Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*.

Konferensartiklar

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.), pp. 96-103. DOI: 10.5220/0010058000960103

Konferenspresentationer (utan proceedings)

Cort, R. (2020). “Vi gör det tillsammans” – Samarbetet mellan trafikledare och lokförare ur ett systemperspektiv. Presentation vid de digitala KAJT-dagarna i Borlänge 2020.

Cort, R. (2020). Behind the Scenes – Unintended Effects of Increased Technology use in Operational Train Traffic. Presentation at Swedish Transportation Research Conference 2020.

Jansson, A. A. (2019). Beslut under osäkerhet. Erfarenheter från studier i dynamiskt beslutsfattande - Ett nytt sätt att förstå “den mänskliga faktorn”. Riskkollegiet, 2019.

<https://www.youtube.com/watch?v=jwcWQ4xNtY0&list=PLwmD2e5gpw8awrZEzdwvpR8u2zhZ9Vch8&index=1>

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

Projektledare: Martin Joborn, RISE Research Institutes of Sweden
Projektmedlemmar: Martin Kjellin och Sara Gestrelus, RISE Research Institutes of Sweden
Kontaktperson beställare: Magnus Wahlborg, Trafikverket

Målet med arbetspaketet WP7 i Shift2Rail-projektet Impact-2 är att utveckla prototyper för tågplanering och tågstyrning. RISE bidrar till målet genom att utifrån befintliga datorprogram skapa en forskningsplattform för tidtabellsplanering som ska kunna vara en bas för fortsatt KAJT-forskning inom taktisk kapacitetsplanering.

De viktigaste aktiviteterna i projektet under 2020 har varit följande:

- Vidareutveckling av forskningsplattformens grafiska gränssnitt, så att det inte bara visar lösningar av optimeringsproblem utan också ger användaren möjlighet att göra olika inställningar och växla mellan olika problem.
- Förbättring av hanteringen av regler för tidsseparation mellan tåg.
- Komplettering av forskningsplattformens optimeringsmodell med associationer (kopplingar/beroenden) mellan tåg.
- Vidareutveckling av generering av RailML-filer samt utveckling av inläsning av RailML-filer (överlapp med Fr8Rail II, där forskningsplattformen används).
- Förbättring av programkodens struktur.
- Till milsten MS19: utveckling av kostnadsmodeller för use cases i den tidigare färdigställda leverabeln D7.2.
- Till leverabel D7.3: vidareutveckling av regler och principer för tidtabellsplanering och utarbetande av en högnivåbeskrivning av principerna.

Projektet fortsätter under 2021.

Detaljeringsnivåer i tidtabellsplanering: mikro och makro - MIMA

Projektledare: Sara Gestrelus, RISE Research Institutes of Sweden
Projekttagare: Martin Aronsson och Jakob Rogstadius, RISE
Research Institutes of Sweden, Magnus Backman och Emma Solinen,
Trafikverket
Kontaktperson beställare: Magnus Backman, Trafikverket

Projektet syftar till att kartlägga styrkor och svagheter vad gäller tidtabellsplanering på mikro- och makro-nivå. Projektet fokuserar särskilt på (1) hur detaljeringsgraden påverkar möjligheterna för framtida stödsystem med automatisk tidtabellsgenerering samt (2) vilken detaljeringsgrad som efterfrågas i olika delar av planeringsprocessen.

Under året har workshoppar och möten genomförts med personer som jobbar med tidtabeller i strategisk eller taktisk planering, samt även med personer som jobbar med simulerings- och/eller optimeringsmodeller. Fokus under workshopparna/mötena har varit vilka frågeställningar som personen jobbar med, databehov och problem som uppstått. Projektet har även samlat in material om de optimeringsmodeller som förekommer i KAJT-projekt. Nästa år ska personer som använder och jobbar med tidtabeller operativt intervjuas, och sedan kommer allt insamlat material analyseras och kartläggningen presenteras

Projektet är ett nära samarbete mellan RISE och Trafikverket.

Projektet fortsätter under 2021.

Mindre Störningar i Tågtrafiken, del 2 (MIST2)

Projektledare: Lena Hiselius, Lunds universitet
Projektmedlemmar: Carl-William Palmqvist, Tiong Kah Yong, Ruben Kuipers, Lunds universitet; Nils Olsson, NTNU.
Kontaktperson och beställare: Kenneth Håkansson, Hans Dahlberg, Trafikverket

Projektet syftar till att: (a) förbättra kunskapen om störningar i tågtrafiken med fokus på uppehållsförsejningar 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.

Under året har en ny doktorand rekryterats. Arbetet har kretsats kring dataanalyser av tågmöten och passager nationellt, en litteraturstudie, samverkan kring det nya simuleringsverktyget PROTON, samt uppstart och datainsamling för att utvärdera de nya konstruktionsreglerna på Södra stambanan.

Resultaten av dataanalyserna visar att interaktioner mellan tåg (främst möten mellan persontåg på enkelspår) står för omkring 4% av uppehållsförsejningarna, och höjer den totala risken för sådana försejningar med en dryg procentenhet. Litteraturanalysen visar på en potential att ytterligare minska försejningarna med hjälp av åtgärder på plattformar. Samverkan kring simuleringsmetodik tyder på att omkring en tredjedel av försejningarna på Södra stambanan är primärförsejningar, medan två tredjedelar är sekundärförsejningar (följdförsejningar). Andra typer av interaktioner mellan tåg, såsom headwaytider, associationer mellan tåg, korsande tågvägar, med flera, verkar alltså bidra väsentligt till försejningarna. Dessa typer är svårare att identifiera i empiriska data, men bör alltså kunna förklara en relativt stor del av alla försejningar.

Projektet fortsätter under 2021 och 2022.

Konferensartikel

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>

Konferensartikel

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.

Nyckeltal för punktlighet på järnväg del 2 - Nypunkt2.0

Projektledare: Ida Kristoffersson, VTI
Projektdeltagare: Carl-William Palmqvist, LTH
Kontaktperson beställare: Magnus Wahlborg, Trafikverket

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 istället ett antal ledande indikatorer fram som, om de fås att klara en viss nivå, påverkar punktligheten positivt.

Under året har sju intervjuer med tolv intervjupersoner inom pendeltågs-branschen genomförts. Vi har även genomfört workshops med projektets referensgrupp. 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.

Preliminära resultat från projektet visar att nivå 3-indikatorerna ”Förlängda uppehållstider” och ”Förlängda 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.

Projektet har väckt stort intresse och har en aktiv referensgrupp med representanter från många delar av branschen: TTT, TRV, SLL, Västtrafik, MTR Pendeltågen och Öresundståg.

Projektet fortsätter under 2021.

Konferenspresentation

Kristoffersson, I., Palmqvist, C.-W., Nypunkt 2.0 Indikatorer för ökad punktlighet i pendeltågstrafiken. KAJT Höstseminarium, Stockholm, 2020.

Virtual certification & smart planning (PLASA 2)

Projektledare: Oskar Fröidh (KTH), Lena Hiselius (LTH)
Projektmedlemmar: Ingrid Johansson (KTH), Jennifer Warg (KTH; föräldraledig under 2020), Hans Sipilä (KTH), Carl-William Palmqvist (LTH)
Kontaktperson beställare: Magnus Wahlborg, Trafikverket; Medverkande vid Trafikverket: Pär Johansson, Emma Solinen, Emma Dyrssen

Projektet bedrevs som S2R-CFM-CCA-01-2018 ”Virtual certification & smart planning” (Plasa 2) under tiden september 2018 - november 2020. Projektet leddes av Deutsche Bahn (DB). Trafikverket är den svenska parten med utförarna Kungliga tekniska högskolan (KTH) och Lunds tekniska högskola (LTH) som länkade tredje parter.

Projektets syfte är att utveckla metodik för simulering av tågtrafik.

I Plasa 2 sker vidareutveckling av Prism-modellen från föregående projekt Plasa (1), vidareutveckling av metodiken, samt att tillämpningsområden särskilt för svenska förhållanden ska studeras. DB bytte namn på Prism till Proton under hösten 2020 men i texten används den äldre benämningen.

Projektet har gett ett flertal positiva effekter. Förutom rapporterna har projektet genererat flera vetenskapliga artiklar och konferensbidrag, gett färdighet och erfarenheter av simulering med en ny makrosimuleringsmodell, utgör en delfinansiering av en doktorands forskarutbildning, och är en direkt anledning till utökad samarbete mellan KTH och LTH inom kapacitetsanalys.

Simulering med RailSys och Prism har jämförts och utvärderats gentemot empirisk punktlighetsdata genom en fallstudie av tågtrafiken på sträckan Hallsberg–Malmö. Fokus var att undersöka vilken effekt godstågsavgångar före den planerade tidtabellen har på punktligheten. Jämförelsen visar att både RailSys och Prism ger punktlighetsresultat närmare de empiriska när tidiga godstågsavgångar inkluderas i simuleringen. Det är främst godstågspunktligheten som förbättras medan persontågspunktligheten inte ändras signifikant i simuleringsresultaten.

Resultaten från Prism ligger något närmare empiriska data än vad resultaten från RailSys gör. Detta ska dock inte tolkas som att Prism är ett bättre simuleringsverktyg än RailSys. För att kunna dra sådana slutsatser behövs ytterligare studier och jämförelser. Det behövs till exempel fortsatt arbete med den svenska installationen av Prism, bland annat med hur uppehållsförseningar läggs på i simuleringen, för att jämförbarheten ska förbättras.

Sammantaget ser vi Prism som ett lovande komplement till RailSys. Den korta simuleringscykeltiden (för vår fallstudie ca 2-3 min jämfört med ca 12 h för RailSys på en server med mycket högre prestanda) och behovet av mindre detaljerad indata möjliggör simuleringsanalyser i många fall där det skulle ta för mycket arbete och tid att analysera med RailSys. Ett exempel på framtida arbete som kräver upprepade simuleringar är att bestämma andelen primärförseningar i den empiriska förseingsdatan. Det skulle ge möjlighet att skapa mer realistiska förseingsfördelningar att använda vid simulering.

Tidskriftsartiklar

Johansson, I., Palmqvist, C.-W., Sipilä, H., Warg, J., Bohlin, M. *Microscopic and macroscopic simulation of early freight train departures*. Vetenskaplig artikel, skickad till tidskrift hösten 2020 för publicering.

Konferensartiklar

Zinser, M., Betz, T., Becker, M., Geilke, M., Terschlüsen, C., Kaluza, A., Johansson, I., Warg, J. PRISM: A Macroscopic Monte Carlo Railway Simulation. Full paper, WCRR 2019, Tokyo.

Shift2Rail och EU-rapporter

Johansson, I. (red.) Deliverable D 2.2. *Smart planning – summary of methods dealing with incomplete data*. Slutrapport. KTH, Stockholm, 2019

Johansson, I. (red.) Deliverable D3.3 – *Smart Planning: Approaches for simulation with incomplete data*. Slutrapport. KTH, Stockholm, 2020 (konfidentiell)

Konferensartiklar

Zinser, M., Betz, T., Becker, M., Geilke, M., Terschlüsen, C., Kaluza, A., Johansson, I., Warg, J. PRISM: A Macroscopic Monte Carlo Railway Simulation. Full paper, WCRR 2019, Tokyo.

Konferenspresentationer (utan proceedings)

Warg, J., Solinen, E., *PLASA Smartplanning: Mikro- och makrosimulering av tågtrafik*. Presentation på nationella konferensen i Transportforskning 2018.

Warg, J., Solinen, E. *Utveckling av makrosimuleringsmodell – jämförande studie i Sverige*. Presentation på Transportforum 2019.

Johansson, I., Warg, J. *Railway simulation with incomplete data: Creation of realistic timetables for microscopic and macroscopic simulations*. Presentation på Nationell konferens i transportforskning 2019.

Johansson, I., Warg, J. *Tågtrafiksimulering med ofullständiga data inom PLASA II: realistiska tidtabeller skapade för mikro- och makrosimulering*. Presentation på Transportforum 2020. VTI, Linköping

Johansson, I., et al., *Microscopic and macroscopic simulation of early freight trains*. Presentation på Nationell konferens i transportforskning 2020.

Sipilä, H., Johansson, I., Palmqvist, C.-W. *PRISM i Sverige – erfarenheter av ett makroskopiskt verktyg för simulering av järnvägstrafik*. Virtuellt presentation på Transportforum 2021 (VTI, Linköping)

RIT-H – Reservkapacitet i tilldelningsprocessen - huvudstudie

Projektledare: Martin Aronsson, RISE Research Institutes of Sweden
Projekttagare: Martin Kjellin, Zohreh Ranjbar, RISE Research Institutes of Sweden
Kontaktperson beställare: Stefan Persson, Trafikverket

Projektet RIT-H, Reservkapacitet i tilldelningsprocessen – Huvudstudie, är ett FOI-projekt som pågår 2019-2022 och har som mål att klargöra hur lagens krav på reservkapacitet och framtida krav på reservering av kapacitet skall hanteras i den svenska kapacitetstilldelningen på järnväg. I projektet även viktiga olösta frågeställningar i det av RNE/FTE framtagna förslaget till en förändrad internationell hantering av tåglägesprocessen, ”Redesign of the international timetabling process”, förkortat TTR, där en nyckelkomponent utgör förmågan att kunna reservera kapacitet för olika trafik- och tidssegment för att genom detta åstadkomma större flexibilitet i tåglägesprocessen.

En grundläggande problematik med reservkapacitet är att kapacitet avsätts för behov som vid den årliga kapacitetstilldelningen ännu inte är känt. Detta behov måste prognosticeras på ett tillförlitligt och säkert sätt. Av det skälet har projektet analyserat data från tidigare tågplaner från LUPP och Trainplan, men även tagit intryck av hur till exempel godskorridoren ScanMed RFC genomför sina kundundersökningar. Ett problem utgör analys av uttagna banarbetstider, där data idag saknas.

Under våren har en första rapport (se nedan) tagits fram som sammanfattar status i projektet vad gäller kunskapsnivå och nådda resultat. Denna rapport sammanfattar dels de undersökningar och dataanalyser som hittills genomförts, dels utvecklat det grundläggande konceptet som togs fram i den tidigare förstudien vidare. Under hösten har dessa resultat förankrats med branschen, både Trafikverket och järnvägsföretag.

Projektet deltar aktivt i den svenska utvecklingen och implementeringen av TTR på Trafikverket genom representation i TTRs expertgrupp som har möten och workshops minst en gång i månaden. Genom denna representation påverkar vi den svenska utvecklingen av en ny tilldelningsprocess. Denna samverkan ledde till att det svenska TTR-projektet presenterades på KAJTs höstseminarium, och där även efterlyste närmare samarbete med andra FoI-projekt än RIT-H. Utöver detta har det i TTRs expertgrupp hållits en workshop med syfte att ta fram forskningsfrågor till KAJTs projektförslagsprocess 2020.

Projektet fortsätter under 2021 och 2022.

Teknisk rapport:

Aronsson, M. (2020). RIT– Reservkapacitet i tilldelningsprocessen : Underlagsrapport 1 (RISE Rapport). <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-50134>

Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden, modellstudie (SATT)

Projektledare: Tomas Lidén, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
Projektmedlemmar: Martin Aronsson och Eddie Olsson, RISE Research Institutes of Sweden,
Chengxi Liu, VTI
Kontaktperson beställare: Joel Sultan, Trafikverket

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

Under 2020 har projektet påbörjats. Funktionella krav och andra behov som modellen bör uppfylla har inventerats och forskningslitteraturen har studerats vad gäller liknande modeller och passande lösningsmetoder. Några olika ansatser har påbörjats och dessutom har projektet utökats med en aktivitet för att utveckla en prototyp till ett verktyg som uppskattar banarbetens trafikpåverkan på en viss tågplan.

Preliminära resultat indikerar att metoder för dynamisk trafiktilldelning, som används för stora biltrafiknät, skulle kunna anpassas med funktioner för tågtrafik. Detta skulle i så fall kunna användas som lösningsmetod för att ta fram tågtrafikflöden i stora järnvägsnät som påverkas av tidsbegränsade kapacitetsrestriktioner (banarbeten).

Projektet fortsätter under 2021.

SJ – Optimering och Tidtabeller

Projektledare: Martin Aronsson, RISE
Projektdeltagare: Sara Gestrelus, RISE
Kontaktperson beställare: Johan Båging, SJ

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

Efter att deltagare från FoI-utföraren RISE haft förmånen att få delta under SJs interna tidtabellkonferens under tre dagar i början av 2020 så fick projektet därefter skjutas framåt i tid på grund av den pågående Corona-pandemin och dess stora påverkan på den löpande verksamheten.

Projektet är tänkt att återstartas i början av 2021.

Störningars påverkan och samband med punktligheten – Ståndpunkt

Projektledare: Martin Joborn, RISE Research Institutes of Sweden
Projektmedlemmar: Zohreh Ranjbar, RISE Research Institutes of Sweden
Kontaktperson beställare: Soli Liu-Viking, Trafikverket

Projektet syftar till att utveckla mätetalen *förseningsbidrag*, *kritiska händelser* och *spridningstal* för störningar i järnvägstrafiken för att öka kunskap om vad som orsakar opunktlighet och spridning av störningar, trafikens återställningsförmåga och kritiska platser.

Under året har de nya mätetalen 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. Beräkningar av dem har god potential att standardiseras och automatiseras.

Järnvägsbranschen har visat stort intresse för resultat som framkommit i projektet. Projektet har under 2020 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.

Projektet fortsätter under 2021.

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

Projektledare: Niklas Olsson, VTI
Projektmedlemmar: Krister Gällman, Mats Lidström, Birgitta Thorslund och Björn Lidestam, VTI. Jonny Eriksson, SJ, Mikael Koivisto, Green Cargo, Erik Rosenqvist, VY.
Kontaktperson beställare: Helen Tilander, Trafikverket

Projektet syftar till en ökad kunskap om hur en praktisk utbildning i simulatormiljö kan utformas tekniskt och pedagogiskt för att skapa förutsättningar för en effektiv och trafiksäker driftsättning av ERTMS. Projektet är ett doktorandprojekt och doktoranden är Niklas Olsson.

Projektet består av två faser där den inledande fasen består av att, i samarbete med operatörerna, utveckla simulatormiljön tekniskt liksom pedagogiskt för att simulatoren ska kunna användas för förarträning inom ERTMS. I den andra fasen genomförs studien tillsammans med förare från VY, Green Cargo och SJ.

Under året har projektet arbetat med den första fasen, utveckling av simulatormiljön. Under tidig vår påbörjas datainsamlingen som fortgår under större delen av 2021. Några forskningsresultat finns således inte att presentera i nuläget.

Projektets framskridande åtnjuter ett visst intresse och har presenterats dels inom tågspecifika sammanhang som TUFFA (samarbetsgrupp för operatörer inom järnvägen för simulatorutveckling) liksom KAJT höstseminarium 2020.

Projektet fortsätter under 2021.

Konferenspresentation

Olsson, N. Testplattform med simulatorer för effektiv och trafiksäker driftsättning av ERTMS. KAJT Höstseminarium, Stockholm, 2020

Tider för underhållsåtgärder i spår

Projektledare: Ragnar Hedström, VTI
Projektledare: Peter Torstensson, VTI
Kontaktperson beställare: Joel Sultan, Trafikverket

Syftet med projektet är att studera vilken tid i spåret (disptid/banarbetstid) som behövs för att genomföra olika typer av underhållsåtgärder i anläggningen och som kan utgöra underlag för planeringen av såväl tågtrafiken som underhållsverksamheten.

Projektet avgränsas till att analysera behovet av tider i spåret med avseende på de fyra åtgärdskategorierna: spårbyte, växelbyte, kontaktledningsbyte samt rälsbyte.

Inom ramen för projektet har banarbetsplanerna gällande tågplan T18 och T19 studerats med avseende på vilka tider under åren 2018 och 2019 som varit inbokade för objekt inom de fyra åtgärdskategorierna som projektet fokuserat på. För olika objekt inom respektive åtgärdskategori har beräkningar gjorts med avseende på anmält behov av disptid och hur många spårmeter som bytts respektive samt antalet timmar för ett växelbyte.

Resultatet av denna studie visar att det, inom samma åtgärdskategori, förekommer stora variationer av den disptid som ansöks om i Banarbetsplanerna (BAP). Varje enskilt spårbyte eller spårväxelbyte har olika förutsättningar vilket är en förklaring till förekommande variationer. Detta innebär också att produktionskapaciteten (t.ex. antalet spårmeter räls eller kontaktledning som byts per timme, antal timmar som åtgår för ett växelbyte) uppvisar stor spridning mellan olika objekt. Varje enskilt objekt, oavsett vilken åtgärdskategori det tillhör, har olika förutsättningar vilket förklarar förekommande variationer. En annan aspekt är att informationen i BAP-materialet inte alltid tydliggör vilka delaktiviteter som disptid söks för.

Det är angeläget att öka kunskapen om behovet för banarbetstider då detta är av stor betydelse för hela planeringsprocessen, ända från koordineringsskedet (2–5 års sikt) fram till det operativa genomförandet. Möjligheten att skapa nödvändigt utrymme för underhållsåtgärder kräver förståelse för kopplingen mellan bland annat tidsbehovet för olika underhållsåtgärder, underhållskvalitet, arbetsmiljö och tidtabellsplanering. Detta kan sedan ligga till grund för gemensamma diskussioner mellan beställare, tågoperatör och underhållsentreprenörer om hur en process och eller affärsmodell som är gynnsam för alla parter kan utvecklas.

Projektet avslutades under 2020.

Presentationer

Hedström, R., ”Tider för underhållsåtgärder i spår”, Anläggningsforum, november 2018.

Hedström, R., ”Schablontider i spåret”, Workshop med Trafikverket och spårrentreprenörer, Stockholm februari 2019.

Hedström, R., ”Tider i spår för underhållsåtgärder”, KAJT Höstseminarium, Stockholm, 2019

Vetenskapliga artiklar/Tekniska rapporter/”White papers”

Hedström, R. (2020). Tider i spår för underhållsarbeten. VTI rapport 1043. <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1431259/FULLTEXT02.pdf>

Tidtabellskvalitet – TTK

Projektledare: Anders Peterson, Linköpings universitet
Projektmedlemmar: Sara Gestrelus och Martin Aronsson, RISE
Research Institutes of Sweden
Kontaktperson beställare: Hans Dahlberg, Trafikverket

Projektet Tidtabellskvalitet, TTK, syftar till att studera vilka olika kvalitetsmått som finns för tidtabellläggning och hur dessa samverkar. Inom projektet har ett första ramverk utvecklats med flermålsoptimering som kan användas för att kontrollera och påverka en tidtabells kvalitet utifrån flera olika mått eller mål. Ramverket kan även användas för att skapa en gemensam bild av vad som ska uppnås under kapacitetstilldelningen, och är ett steg mot automatisk ärendehantering. Ramverket kan användas för att väga olika tidtabellsegenskaper mot varandra, och för att förstå vilka möjligheter och svagheter som finns givet en infrastruktur och ett specificerat kapacitetsbehov och/eller fastställda leveransåtagande.

Projektet undersökte kvalitetsmått för fem kvalitetsaspekter: teoretisk körbarhet, robusthet och återställningsförmåga, konkurrenshantering, reservkapacitet och ansökningsuppfyllnad. Slutsatser från projektet är att:

- I dagens process finns det skrivna regler för teoretisk körbarhet, robusthet och tvistlösning. Övriga kvalitetsaspekter saknas tydliga regler för, och det saknas helt stöd för att kunna väga olika kvalitetsaspekter mot varandra.
- Det saknas forskning på kvalitetsmått för vissa kvalitetsaspekter. När det kommer till trafik så saknas specifikt publicerade mått för reservkapacitet och konkurrenshantering, trots att dessa aspekter lyfts fram i både svensk och europeisk lagstiftning. För att kunna designa ett fullvärdigt ramverk för flermålsoptimering krävs kvalitetsmått även för dessa aspekter.
- I dagens planeringsprocess bedöms aspekterna teoretisk körbarhet och robusthet som viktiga. Minst viktig bedöms reservkapacitet vara. Däremot upplevs reservkapacitet som absolut svårast att jobba med.
- Ramverket som projektet tog fram har testats på Värmlandsbanan. Kvalitetsmätningar genomfördes för andra torsdagen i oktober för 2014-2018. I dess mätningar syns en förbättring för ett flertal mått mellan 2016 och 2017 års tidtabeller, vilket är förväntat då nya konstruktionsregler infördes 2017.

Viktiga framtida forskningsområden är (1) att identifiera och implementera mätvärden för banarbeten i kvalitetsramverket, (2) att ta fram kvalitetsmått för de aspekter där sådana saknas, (3) att ta fram metoder för att säkerställa att tåglägen som går över flera konstruktionsområden är av god kvalitet (4) att ta fram en metod för att hantera gapet mellan teori och praktik samt (5) att undersöka olika kvalitetsmåttens effektivitet.

Vidare rekommenderar vi att Trafikverket undersöker möjligheterna för att ta fram riktlinjer även för de kvalitetsaspekter som inte är teoretisk körbarhet och robusthet, samt utvecklar processer och stödverktyg som hjälper tidtabellsplanerare väga olika kvalitetsaspekter mot varandra.

Tidskriftsartiklar

Gestrelus, S., Peterson, A., Aronsson, M. (2020). Timetable quality from the perspective of an infrastructure manager in a deregulated market: an interview study with Swedish practitioners. *Journal of Rail Transport Planning & Management* 15.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210970619300939>

Vetenskapliga artiklar/Tekniska rapporter/”White papers”

Gestrelus, S., Peterson, A., Aronsson, M. (2020). Tidtabellskvalitet (TTK): teknisk slutrapport.

Konferenspresentation

Gestrelus, S., Tidtabellskvalitet - några svar och fler frågor, KAJT Höstseminarium, Stockholm, 2020

Tågsimulering och ERTMS

Projektledare: Tomas Rosberg, VTI
Projektmedlemmar: Birgitta Thorslund, VTI; Markus Bohlin, KTH.
Kontaktperson beställare: Magnus Wahlborg, Trafikverket

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.

Datainsamling på Ådalsbanan under 2019 ligger till grund för validering av en ny metod för att mäta bland annat acceleration, retardation och signalbesked. Ett verktygsstöd (EPA – ERTMS Protocol Analyzer) har tagits fram för att effektivisera både användningen av ETCS-data och databearbetning. 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.

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.

Det finns ett stort intresse från Trafikverket för de resultat som framkommit i samband med doktorandprojektet. Samverkan har under 2020 skett med TESTER och Körbarhetsanalyser med Tågsimulator. Detta samarbete kommer fortsätta under 2021 och på planeras även samverka med KAKA.

Doktorandprojektet fortsätter under 2021, då bland annat en Lic planeras, och kommer söka fortsatt medel för 2022.

Tidskriftsartikel

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. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2020.100205>

Konferenspresentation

Rosberg, T., Tågsimulering och ERTMS, Transportforum Linköping, 2020.

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

Projektledare: Tomas Lidén, Linköpings universitet
Projektmedlemmar: Arbetsgrupp på Trafikverket, utökad med personer från MTR och Strukton
Kontaktperson beställare: Lars Brunsson, Trafikverket

Projektet har vidareutvecklat och använt en optimeringsmodell för samplanering av servicefönster och tågtrafik på två typfall av nätverk, trafik och underhållssituationer (Bergslagen och Stockholmsområdet). Målet har varit att utvärdera användbarheten av ett sådant verktyg och att öka kunskapen om utformning av servicefönster, inklusive arbetssätt och metoder.

Under 2020 har fallstudien för Stockholmsområdet genomförts, vilket inkluderat utveckling av nya optimeringsfunktioner för tågseparation, konfliktreglering och finare tidsupplösning för schemalagningen av servicefönstren. Resultaten har verifierats i Trainplan och Trafikverket har utvärderat arbetet och användbarheten av optimeringsmetoden. Slutligen har en utförlig forsknings- och resultatrapport skrivits, granskats och publicerats.

Resultaten visar att verktygen klarar av att lösa stora veckoproblem med över 1500 tåg för komplexa nätverk med enkel-, dubbel- och flerspår, samt kombinationer av dessa. Optimala lösningar har producerats med korta lösningstider som möjliggjort ett interaktivt arbetssätt. Låga eller mycket låga trafikanpassningskostnader har erhållits och olika förutsättningar för underhållet har studerats. Förutom de konkreta resultaten har en arbetsmetod för dylika fallstudier utarbetats och följts, vilken också är ett kunskapsbidrag från studien. Slutligen bedömer Trafikverket att modellen har mycket stor potential att – utvecklad i ett användarvänligt verktyg – vara ett stort stöd framför allt i den årliga tågplaneprocessen.

Projektet har samverkat med och involverat ett flertal representanter från berörda enheter på Trafikverket, operatörer, entreprenörer och regional trafikmyndighet. Arbetsgruppen har bestått av 8 personer (forskare, Trafikverket, Strukton och MTR) och i referensgrupperna har totalt cirka 15 personer deltagit. Dessa har genom projektet fått ökad kunskap och ökad medvetenhet om vilka möjligheter som dessa planeringsmetoder erbjuder, vilket ger en god bas för framtiden.

Projektet avslutades i november 2020.

Forskningsrapport

Lidén, T., Brunsson, L., Lundström, F. (2020). Utformning av servicefönster för varierande trafik- och underhållssituationer. Forsknings- och resultatrapport. Linköpings universitet. <https://liu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1505584>

Konferenspresentationer

Lidén, T., Brunsson, L., Utformning av servicefönster i Bergslagen med hjälp av optimering. Transportforum, Linköping, 2020.

Lidén, T., Brunsson, L., Servicefönster för minimal trafikpåverkan i Stockholmsområdet: Modellförbättringar och resultat. KAJT Höstseminarium, online, 2020.

Lidén, T., Brunsson, L., Servicefönster för minimal trafikpåverkan i Stockholmsområdet: Modellförbättringar och resultat. Transportforum, online, 2021.