



Forskningsprogram Kapacitet i järnvägstrafiken – KAJT

Årsrapport 2024

Mars 2025



1. Beslut och avtal

Forskningsprogram Kapacitet i järnvägstrafiken – KAJT – är ett forskningssamarbete inom järnvägsbranschen som startades 1 januari 2013. År 2024 är det tolfte verksamhetsåret, och avsikten är att KAJT ska fortsätta verka till 31 december 2032. Under 2022 förlängdes överenskommelsen kring KAJT för en period om 5 år, fr.o.m. den 1 januari 2023 t.o.m. den 31 december 2027. Avsikten Parterna emellan är att överenskommelsen sedan ska förlängas med ytterligare 5 år.

Verksamheten baseras på ett avtal mellan parterna Trafikverket, Blekinge Tekniska Högskola (BTH), KTH, Linköpings universitet (LiU), Lunds universitet (LU), RISE Research Institutes of Sweden (RISE), Uppsala universitet (UU) och Statens väg- och trafikforskningsinstitut (VTI).

Avtal för verksamhetens fjärde etapp (1 januari 2023 – 31 december 2027) tecknades under 2022. Avtalet reglerar bl.a. parternas åtaganden när det gäller bidrag i form av naturinsatser och kontanta medel. Enligt avtalet ska KAJT redovisa årsrapporter till Trafikverket, där detta utgör årsrapport för forskningsprogrammets tolfte verksamhetsår (1 januari - 31 december 2024).

Under 2016 tecknades också ett långsiktigt samverkansavtal mellan Trafikverket och KAJTs akademiska parter. Samverkansavtalet ligger till grund för samverkan mellan Trafikverket och KAJTs parter inom EU-programmet Shift2Rail och Europe's Rail och har giltighetstid 2015-2025.

Från och med 2021 samordnas två Excellensområden (7 och 9) via KAJT. I dessa Excellensområden medverkar lärosätena LiU, LU, KTH, BTH och UU.

2. Organisation och bemanning

Enligt avtal ska en styrelse ansvara för forskningsprogrammets verksamhet. Under 2024 har styrelsen bestått av följande personer:

Ordinarie ledamöter:

Johanna Dillén	Trafikverket (ordf)
Åke Lundberg	Trafikverket
Mats Berlin	Trafikverket (t.o.m. 2024-05-29)
Karin Nordner	Trafikverket (t.f. t.o.m. 2024-05-29)
Jonas Westlund	Trafikverket (fr.o.m. 2024-09-18)
Marika Gjerdrum	Trafikverket
Anders Peterson	LiU
Mattias Dahl	BTH
Oskar Fröidh	KTH (t.o.m. 2024-09-18)
Ingrid Johansson	KTH (fr.o.m. 2024-11-27)
Lena Hiselius	LU
Martin Aronsson	RISE
Anders Arweström Jansson	UU
Mattias Haraldsson	VTI

Under verksamhetsåret 2024 har styrelsen haft fyra sammanträden (den 11 mars, 29 maj, 18 september och 27 november).

Forskningsprogrammets verksamhet leddes av programkoordinator Martin Joborn, RISE och LiU, medan Trafikverkets kontaktperson och koordinator har varit Magnus Wahlborg. Martin och Magnus är båda adjungerade och föredragande i styrelsen.

I KAJT finns också ett *programråd*, som främst ansvarar för beredning av projektförslag och forskningsprogram. Förutom programkoordinatoren och Trafikverkets koordinator har programrådet under verksamhetsåret bestått av Nils Breyer, LiU, Mattias Dahl, BTH, Hans Sipilä, KTH, Sara Gestrelus/Zohreh Ranjbar, RISE, Jessica Lindblom, UU, Tomas Lidén/Jan-Erik Swärdh, VTI och Carl-William Palmqvist, LU, Göran Styhr, Trafikverket.

Projektidéer har uppkommit på initiativ från såväl Trafikverket som från forskare via programrådet. Den huvudsakliga ansökningsperioden för större projekt var februari-mars. Mindre projekt och förstudier, främst på initiativ av Trafikverket, kan initieras löpande under året. Projektförslag har i viss mån samordnats i programrådet, förslagen utvärderas och prioriteras av Trafikverkets utvärderingsgrupp, varefter godkännande av KAJT-projekt fattas av styrelsen. Slutligt godkännande av projektstart fattas av projektfinansiär.

Under året har 59 medarbetare finansierats helt eller delvis av forskningsprogrammets medel (se Bilaga 1).

3. Verksamhet

Vision och Programförklaring

KAJTs vision är ett framtida järnvägssystem med maximal kapacitet och punktlighet. KAJTs bidrag till denna vision är excellent forskning i samverkan.

Verksamheten bedrivs i enlighet med *KAJT Programförklaring*:

KAJT ska:

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

Forskningsområde

KAJTs forskningsprogram¹ består av tre (delvis överlappande) huvudkomponenter: Internationell samverkan, Shift2Rail och Europe's Rail, Kärnområden och Breddningsområden, vilket illustreras i Figur 1.



Figur 1: KAJT Forskningsprogram

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

- Strategisk kapacitetsplanering
- Taktisk kapacitetsplanering
- Operativ kapacitetsplanering

Inom kärnområdena ska forskningsprogrammet utveckla metoder och processer, tillämpliga på forskningsprogrammets intressenter. Forskningen inom kärnområdena beskrivs närmare av KAJTs forskningsprogram, som fastställs av KAJTs styrelse.

¹ Notera att KAJT Forskningsprogram "spänner upp" KAJTs forskningsfält och inte i sig är en prioritering av områden inom programmet. Inför varje års projektinitieringsprocess redovisar Trafikverket årets prioriterade områden för nya projektansökningar.

Breddningsområden är forskningsområden som är komplement till kärnområdena. Breddningsområdena förändras mer dynamiskt än kärnområdena, som avses ligga fast. Breddningsområdena kan tillkomma och försvinna då behov förändras. Dessa fastställs av KAJTs styrelse. Vissa breddningsområden kan ha stor forskningsaktivitet, medan andra har mindre. Forskningsprogrammet uppdaterades under 2019 och innehåller efter förändring 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

Breddningsområdena beskrivs närmare i KAJTs forskningsprogram.

Internationell samverkan, Shift2Rail och Europe's Rail är en övergripande komponent i forskningsprogrammet för att synliggöra att KAJT är internationellt aktiva. Forskningen som bedrivs i de internationella projekten och Europe's Rail-projekten ansluter till forskningsprogrammets kärnområden eller breddningsområden. (Mer information om Europe's Rail nedan.)

I *KAJT Projektkatalog* (version 2025-03-31) sammanställs KAJTs pågående och avslutade projekt. Projekten sammanställs även i Bilaga 2.

Verksamhetsupplägg

Forskningsprogrammets verksamhet bedrivs huvudsakligen i projektform. Typiskt för ett projekt är att det avser en avgränsad frågeställning, har en viss förväntad "leverans" (t.ex. en rapport, vetenskaplig artikel eller demonstrator) och är avgränsat i tid och resursomfattning. Strävan är att skapa synergier mellan de olika parterna i forskningsprogrammet genom gemensamma projekt, och därigenom skapa en miljö som är mer än summan av dess delar.

Bilaga 2 innehåller en förteckning över vilka projekt som finansierats inom KAJT under 2024. Förteckningen rymmer projekt av olika karaktär, allt från grundläggande forskning till översiktliga förstudier.

KAJT verkar för att sprida resultat och information genom att arrangera konferenssessioner och seminariedagar. En viktig del av KAJTs verksamhet är också att skapa gemensamma aktiviteter för att både vidareutveckla kontakterna och sprida information inom KAJT, inte minst eftersom KAJT-parterna är geografiskt utspridda över Sverige.

4. Ekonomi

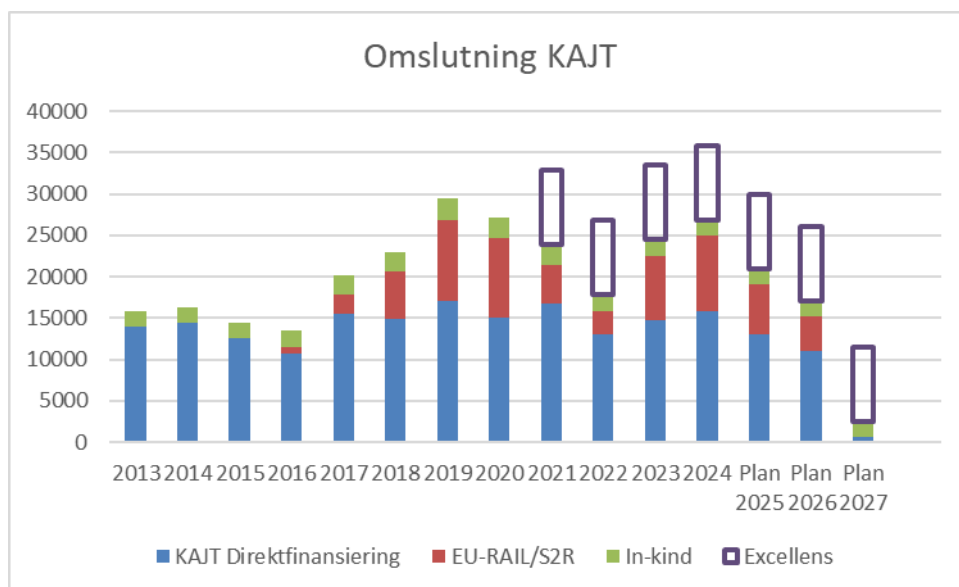
I Tabell 1 anges de totala intäkterna och kostnaderna för KAJT under 2024. Mer detaljer kring Excellensområdets ekonomi görs i separat redovisning.

Intäkter			
	Kontant	Natura	Total
Trafikverket direktfinansiering	15905		15905
Trafikverket - Shift2Rail/EU-RAIL	4799		4799
EU - Shift2Rail/EU-RAIL	4256		4556
Trafikverket koordinering	750	500	1250
Trafikverket KAJT-konto	100		100
Excellensområden	9000		9000
LiU		200	200
RISE		200	200
BTH		200	200
KTH		200	200
UU		200	200
VTI		200	200
LU		200	200
Övriga finansiärer	0		0
EU - ej Shift2Rail	0		0
Inkommande KAJT-konto-överskott	0		0
Total	34850	1900	36750
Kostnader			
Koordinator och kansli	750		750
TrV-koordinator		500	500
Ingående projekt 2024-01-01	10057		10057
EU-RAIL projekt	9055		9055
Nystarter 2023/2024	4248		4248
Nystarter 2024/2025	1600		1600
Excellensområde 7	5000		5000
Excellensområde 9	4000		4000
KAJT-konto	66		66
Utgående KAJT-konto-överskott	74		74
Övriga naturainsatser		1400	1400
Total	34850	1900	36750

Tabell 1: KAJT omslutning 2024.

I posten *Nystarter 2023/2024* ingår projekt som togs fram under projektinitieringsprocessen 2023, varav vissa startade under 2023 och vissa under 2024. Motsvarande gäller för posten *Nystarter 2024/2025*.

I diagrammet nedan illustreras utvecklingen av KAJTs årliga omslutning samt fördelning mellan in-kind-jobb, Europe's Rail-projekt och direktfinansierade projekt. Omslutningsplan för 2025-2027 inkluderar endast avtalade medel i projekt, men även medel från Excellensområden.



Figur 2: Utveckling av KAJT-omslutning uppdelat på olika finansieringsslag. Notera att siffor för 2025-2027 inkluderar endast i dagsläget avtalade medel.

I Tabell 2 och Tabell 3 nedan redovisas KAJTs olika projekt under 2024. Aktiviteter inom Excellensområden samt KAJT-relaterade projekt (som ej finansierats via KAJT) ingår inte i denna redovisning.

Specifikation Projekt					
		Utförare	TrV	Annan fin	Total
Ingående projekt 2024-01-01					
SJ - Optimering och tidtabeller (SJOT)		RISE/SJ		0	0
Människa-automation i framtida samverkan (Human-Auto)		UU	572		572
Kapacitet i nätverk 2 (KAIN 2)		KTH	1229		1229
Stora omplaneringar sent (SOS)		LiU	1941		1941
Capacity Modeling and Shift Optimiz.		0 LiU	470		470
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikberäkningsmo		RISE	886		886
Kritiska störningar och punktlighet (Tidpunkt)		RISE	250		250
Mindre Störningar i Tågtrafiken – Plattformsåtgärder (MIST Plattform)		LU	805		805
Tågsimulering och ERTMS		VTI	1300		1300
Kommunikation-Kompetens-Arbeitsbelastning som stöd vid händels		VTI	565		565
Simulatorbaserad utbildning och träning av tågförare (SITUATE)		VTI	1350		1350
Mötesanalys och kanalkänslighet för godståg (MAKK)		RISE	107		107
Arbeta med kvalitetsmått (ARKA)		RISE	472		472
Maskininlärningsbaserat beslutsstöd för tågtrafikledning vid störningar: En exp		BTH	75		75
Banarbetsprocess och datatillgång, del 2 (BANDAT 2.0)		LU	35		35
Total			10057	0	10057
Nystarter under 2023/2024					
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikplanering - stråkplanering		VTI	850		850
Rangerbangårdars kapacitet i prognos 2040 (RANKA)		RISE	500		500
Samhällekononomisk prioritering av underhållsåtgärder för ökad punktlighet (Pric		RISE, LiU	389		389
Metod för snabb utvärdering av olika utbudsscenarioer i TTR (TTRUT)		RISE	650		650
Headway- och signalpunktspaceringar i ETCS - Simulering (HESE2)		KTH	350		350
Robusta semi-styva tidtabeller under dynamisk och osäker efterfrågan (ROSSC		KTH	292		292
Simulering med ATO (SIMULATO)		KTH, LU	350		350
Dispatching Areas: Combinations and Design (DACoD)		LiU	867		867
Total			4248		4248
Nystarter under 2024/2025					
Radar and AI-based Live Surveillance for Enhanced Network Safety (RAIL-SENS		BTH, KTH	100		100
Effekter av Moving Block och HTD på förarbeteende och kapacitet (HybriF)		VTI			0
Mindre störningar i tågtrafiken, del 4: Feedback från uppföljning till planering (I		LU	500		500
Iterativt Samarbete vid Banarbersplanering (ITSA-BAN)		RISE	150		150
Deplide och modern arkitektur för YCS och C-DAS (Dep-YCS)		RISE	550		550
Stationsutformning och SamhällsEkonomi (SOSE)		RISE	0		0
TTR och beräkning av segmentet Rolling Planning (TORP)		RISE	300		300
Uppföljning, återkoppling och prediktion för bättre punktlighet (UppPunkt)		RISE	0		0
Kapacitetsanalys av stationer (KASTA)		KTH	0		0
Maskininlärningsbaserad robust tidtabelläggning för taktisk tåglägsplanering (N		KTH	0		0
Probabilistisk metod för trafik- och kapacitetspåverkan på driftplatser (ProPå)		LiU	0		0
Total			1600		1600

Tabell 2: KAJTs projekt under 2024 (exklusive Europe's Rail).

EU-RAIL					
Motional		RISE, KTH, V	9055		9055
Total			9055		9055

Tabell 3: KAJTs projekt inom Europe's Rail.

Noter gällande finansiering 2024:

- SJ AB finansierar projekt SJOT där RISE är forskningsutförare. Projektet har formellt ingen budget under 2024, men är ännu ej helt slutfört.
- JTI Europe's Rail finansierar projektet FP1 MOTIONAL. I detta projekt är de svenska forskarparterna "affiliated entities" till Trafikverket.
- Trafikverkets naturinsatser utgörs av det arbete som Trafikverket koordinerar och kontaktpersoner lägger ned inom KAJT.
- Övriga naturinsatser görs som administration, medverkan i programråd och styrelse och medverkan i projekt. Naturinsatser i projekt ingår inte i projektvolymerna i tabellen ovan.
- Excellensområden redovisas i mer detalj i separat årsrapport för Excellensområdets verksamhet.

5. Publikationer

I Bilaga 3 redovisas publikationer under 2024 som behandlar material som tagits fram inom ramen för KAJT. Under året publicerades fem vetenskapliga avhandlingar, elva tidskriftsartiklar, tio konferensartiklar samt femton andra forskningsrapporter.

6. Konferenser och spridning av forskningsresultat

KAJT sprider information och kunskap om forskningsresultat både vid egna arrangemang och nationella och internationella konferenser.

KAJT arrangemang är uppskattade och viktiga mötesplatser, både för informations-spridning kring KAJTs verksamhet och som arenor för nätverkande. KAJT seminarier genomförs som hybridmöten – på plats och digitalt. Möjligheten att kunna medverka utan att resa till mötet är uppskattat, även om det inte ger samma direkta kommunikation som vid fysisk närvaro. Totalt uppgick antalet anmälningar till 110-130 personer från 40-tal organisationer vid varje arrangemang, varav cirka 60 personer medverkar på plats.

KAJT Vårseminarium med KAJT-dagar, 14-15 maj 2024

KAJTs Vårseminarium är en del av "KAJT-dagarna". Vårseminariet hölls i Borlänge och de KAJT-aktiva hade möjlighet att följa med till Dala Storsund för middag samt trevliga aktiviteter arrangerade av KAJTs doktorander, och festmiddag. Huvudpunkten dag 2 var presentation av JBS Vision för järnvägen 2050 samt workshop kopplat till den. KAJT-dagarna är ett mycket uppskattat arrangemang som förenar informations-spridning, kontaktskapande, KAJT-utveckling och lättsammare aktiviteter. Se Bilaga 4 för program.

KAJT Höstseminarium, 27 november 2024

Vid dagen presenterades dels aktuell KAJT-forskning dels det utvecklingsarbete som görs vid Trafikverket. Se Bilaga 4 för program.

En viktig del av verksamheten är att sprida forskningsresultat och att diskutera pågående forskning med andra forskare och behovsägare inom järnvägsbranschen. Under året medverkade KAJT med 23 presentationer vid vetenskapliga konferenser (utöver KAJTs egna seminarier), vilket sammanställs i Bilaga 3.

7. Media och kommunikation

Även under 2024 producerades en projektkatalog som innehåller information om pågående och avslutade projekt. För varje projekt har syfte, aktiviteter, forskningsbidrag och nytta för beställare 1 – 5 års sikt och 5 – 10 års sikt beskrivits. Syftet med projektkatalogen är att ge en samlad och enkel bild av KAJTs forskningsverksamhet, för spridning till både forskare och andra intresserade av järnvägens utveckling.

KAJTs forskare deltog även i mediainslag.

8. Undervisning och handledning

Ett annat viktigt sätt att föra ut forskningsresultat är att forskare på olika sätt medverkar i undervisning. Alla lärosäten i KAJT bedriver grund- och forskarutbildning där KAJTs forskning är relevant och presenteras. Många av KAJTs medarbetare är engagerade som lärare och handledare. Vid alla lärosäten inom KAJT finns doktorander som handleds av lektorer, docenter och professorer engagerade i KAJT. Genom Excellensområdena har undervisningsmässig samverkan mellan KAJT-parterna stärkts och även med andra lärosäten utanför KAJT, inte minst på doktorand-nivå, se Excellensområdenas årsredovisning för mer information. Under 2024 finansierades 16 doktorander helt eller delvis av projektmedel via KAJT, se Bilaga 1.

9. Excellensområden

Trafikverket har i samverkan med dagens ledande forsknings- och utbildningsmiljöer vid svenska lärosäten och Järnvägensbranschens samverkansforum (JBS), tagit fram ett program för Järnvägsforskningen 2021–2030 och skapat tio *Excellensområden*. Syftet med Excellensområdena är att långsiktigt stärka järnvägsforskning och relaterad grund- och forskarutbildning i Sverige med målet att Sverige ska kunna bygga för en järnvägsforskning i världsklass. 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**. Verksamheten inom Excellensområden redovisas i särskild årsrapport.

10. Vetenskapliga examina, utnämningar och utmärkelser

Under 2024 framlades fem avhandlingar för vetenskapliga examina av KAJT-anknutna doktorander:

Daria Ivina, forskarstuderande vid LU, erhöll doktorexamen. Avhandlingen heter *Efficiency of the trackwork scheduling process in Sweden*.

Ruben Kuipers, forskarstuderande vid LU, erhöll också doktorexamen med avhandlingen *Dwell time delays for commuter trains : An analysis of the influence of passengers on dwell time delays*.

Tiong Kah Yong, också forskarstuderande vid LU, erhöll doktorexamen och avhandlingen har titeln *Data-driven Train Delay Prediction*.

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

Niklas Olsson, anställd vid VTI och forskarstuderande vid LTU, erhöll doktorsexamen och avhandlingen har titeln *Mastering Skills in an Unpredictable World: Simulator Training for Train Drivers*.

Slutligen erhöll Rabii Zahir licentiatexamen med avhandlingen *Optimization Models for Shift Scheduling for Train Dispatchers*. Rabii är forskarstuderande vid LiU.

11.Forskningsresultat och nyttiggörande

KAJT har en målsättning att bedriva högklassig forskning och att forskningsresultat ska omsättas till förbättringar inom Sveriges järnvägsverksamhet. KAJT-forskningen bedrivs nära problemägare och intressenter. Problemägare är Trafikverket, svenska järnvägsföretag och JBS (Järnvägsbranschens samverkansforum). Intressenter är systemleverantörer, kunskapsföretag, godstransportkunder, Tillsammans för Tåg i Tid (TTT), resenärer m.fl. Nedan beskrivs forskningsbehov och forskningsnytta övergripande för några KAJT områden.

Under år 2024 avslutades tolv KAJT projekt:

- Automatiserad analys & klassificering av förseningsorsaker i järnvägssystemet (ANAKIN)
- Banarbetsprocess och datatillgång, del 2 (BANDAT2)
- Capacity Modeling and Shift Optimization for Train Dispatchers (CAPMO-train)
- Kapacitet i nätverket 2 (KAIN2)
- Kritiska störningar och punktlighet (TIDPUNKT)
- Maskininlärningsbaserat beslutsstöd för tågtrafikledning vid störningar: En experimentell studie (MATRIX)
- Mindre Störningar i Tågtrafiken – Plattformsåtgärder (MISTplattformen)
- Mötesanalys och kanalkänslighet för godståg (MAKK)
- Samplanering av Trafikpåverkande åtgärder och trafik – trafikflöden (SATT-TF)
- Simulatorbaserad utbildning och träning av tågförare (SITUATE)
- Simulering med ATO (SIMULATO)
- Tågsimulering och ERTMS (ERTMS)

Under 2025 kvartal 1 pågår 19 KAJT-projekt som är direktfinansierade samt Europe's Rail-projektet FP1 MOTIONAL. I KAJT Projektkatalog redovisas frågeställning, publikationer, resultat, forskningsbidrag och nytta för beställare för pågående och avslutade projekt. I katalogen beskrivs också 8 KAJT-relaterade projekt som samverkar med KAJT.

Nyttor från KAJTs forskning är bland annat:

- 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.
- Koncept, demonstratorer och algoritmer.

- Simulatorer och demonstratorer som kan användas för utveckling av processer och beslutsstöd.
- Integration mellan planering av linjekapacitet och stationskapacitet.
- Integration mellan planering och trafikledning, samt kravställande gentemot framtida system för TMS och CMS.
- Stötta pågående utveckling i Sverige gällande C-DAS och Digital graf.
- Stötta och medverka i forskningssamverkan på Europeisk nivå.

Nedan beskrivs ett urval av pågående och avslutade projekt, samt hur de kopplar till forskningsbehoven hos Trafikverket, JBS, TTT och forskning på Europeanivå. Projekt och resultat är grupperade efter det breddningsområde det klassificerats att tillhöra³.

Taktisk kapacitetsplanering

I FP1 Motional är ett av fokusområdena på att utveckla demonstratorer inom optimeringsmetoder för omplanering av tåglägen pga tillfälliga kapacitetsnedsättningar. Vidare utvecklas principer för design av tidtabelloptimeringsverktyg med fokus på användbarhet samt metodik för analys av stationskapacitet. I FP1 Motional utvecklas även ett beslutsstöd för kapacitetsplanerare att optimera tågplan utifrån värdering av nyckeltal. Forskningen innefattar optimeringstöd på TRL-nivå 6, hur det kan förbättra kapacitetsplanerarnas arbetssätt, samt hur att gå vidare mot högre TRL-nivåer. I projektet utvecklas även en algoritm för optimering av tåg och banarbeten för sträckan Göteborg - Oslo Alnabru. Avsikten är att det ska kunna användas inom korttidsplaneringen.

I projekten KAIN2 (avslutat) och KASTA (pågående) utvecklas och förbättras metoder för kapacitetsberäkningar för stationer. I pågående projekt utvecklas metoden så att den kan användas till att identifiera flaskhalsar på större stationer. Den utvecklade modellen erhåller indata från Railsys, men är fristående.

Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan

RNE (Rail Net Europe) driver utveckling och implementering av en ny europeisk kapacitetstilldelningsprocess. Processen benämns Timetabling and Capacity Redesign Process (TTR). Även hantering och beskrivning av banarbeten ingår i TTR. Flera KAJT-projekt berör TTR på olika sätt.

Exempelvis berör projektet TTRuT förändringar som kommer med TTR. I TTRuTs pågår forskning för att demonstrera ett beräkningsstöd som tar fram ett optimerat urval av efterfrågad trafik (tåglägen men även ett nytt kapacitetsobjekt benämnt transportläge eller bandbredd) från en prognosticerad mängd transporter. Ett viktigt delmål är att säkerställa att de föreslagna modellerna och metoderna kan representera transporter och trafikflöden på ett korrekt sätt så att effektiv scenarioanalys kan genomföras.

I projektet SATT-TF har en modell utvecklats som fokuserar på volymer av tågtrafik över tid snarare än faktisk schemaläggning av individuella tåglägen. Volymer av tåglägen beräknas per tidsenhet och representeras som en mängd tåglägen, med grund

³ Projekt tillhör ofta inte enbart ett breddningsområde, då görs bedömning vilket det huvudsakligen tillhör. Vissa projekt, framför att inom kärnområde Taktisk kapacitetsplanering, är renodlade projekt inom just det kärnområdet, och tillhör inget breddningsområde.

i transporttjänsteklasserna från det tidigare KAJT projektet TT-JOB (olika typ i olika segment) över ett järnvägsnät. Behov av sådana modeller finns i de tidigare processtegen i kapacitetstilldelningen där fokus bland annat är önskad segmentering av trafik över nät och över tid. En viktig del av SATT-TFs forskning och utveckling rör representation av kapacitet i samband med volymer av tåglägen från olika transporttjänsteklasser, för tidsperioder och bandelar / linjer.

Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet

I FP1 Motion utvecklas besluts- och optimeringsstöd kallat YCS för samplanering inom en större rangerbangård, där Malmö infarts/utfartsbangård är det valda tillämpningen. Det sker dels utifrån korttidsplanering och dels utifrån den operativa processen. Den operativa processen är i huvudfokus. I den operativa processen integreras/sammankopplas beslutsstödet för infarts/utfartsbangård med digital graf. Det finns även en koppling till EU-RAIL FP5 TRANS4M-R där aktörerna på bangården delar information om pågående processer enligt metoden Railway CDM vilket bygger på sammankopplade processer och transparens av information, framför allt gällande tidsstämplar.

I projektet Ranka sker forskning för att ge rangerbangårdar en kapacitetsbeskrivning utgående deras utformning samt vad deras maxprestanda och praktiska kapacitetstak är. Därmed möjliggörs en bättre modellering av rangerbangårdarna i prognosverktyg och möjliggör bättre analysmetoder för framtida transportnätverk vilket stärker Trafikverkets förmåga att värdera och prioritera investeringsbeslut i och kring rangerbangårdar. Projektet har under 2024 inhämtat information och data samt gjort initiala analyser och viss slutsatsdragning men inga färdiga resultat finns ännu tillgängliga.

Människa, digitalisering och automation

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

I projektet Human Auto är det övergripande målet 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. I projektet ingår att studera effekter av nyligen genomförda förändringar för att dokumentera nya arbetssätt.

Planering av transportnätverk, fordon och personal

I projektet ITSA-BAN formaliseras och generaliseras ett iterativt samarbete mellan operatör och Trafikverket kring tidtabellskonstruktion, givet att ett effektivt verktyg används som möjliggör snabbt framtagande av nya tidtabeller. I projektet används demonstratorn M2 och tillämpningen är Malmbanan.

I DACoD studeras bemanningen på en trafikledningscentral och hur olika geografiska områden ska fördelas mellan tågtrafikeldare för att uppnå en jämn belastning.

Underhåll och trafik

Trafikverket har idag problem att överblicka och samordna alla de trafikpåverkande åtgärder (TPÅ) som ska utföras på järnvägssystemet. I SATT-SP pågår en implementeringsstudie med följande delar:

- Implementera verktygsstöd för flerårig stråkplanering av trafikpåverkande åtgärder (TPÅ).
- Genomföra och dokumentera en eller flera utvärderingsstudier baserat på realistiska planeringsfall.
- Studera hur samhällsekonomisk värdering och effektbedömning kan stödjas i detta verktygsstöd.

Under år 2024 har följande resultat uppnåtts:

- En studie med förslag till beräkningsmodell för samhällsekonomisk värdering har genomförts och dokumenterats.
- Implementering av verktygsstöd har startat och två versioner har tagits fram och testats tillsammans med arbetsgruppen samt redovisats för referensgruppen.
- En ny optimeringsmodell för trafiktilldelning har implementerats, vilken baseras på Trafikverkets kapacitetsmodell. Den klarar av att lösa veckoproblem till optimalitet för hela Sveriges nätverk och trafik med mycket goda prestanda

SATT-TF bistår projektet TTR Sverige att ta fram de första kapacitetsmodellerna i den av TTR definierade nya kapacitetstilldelningsprocessen för tåglägen. Ett ytterligare syfte är att i TPÅ-processen kunna mäta trafikpåverkan vid avstängningar, enskilt men kanske framför allt kombinationseffekter.

I Priopunkt studeras samhällsekonomisk prioritering av underhållsåtgärder för ökad punktlighet. Inom projektet avser man att:

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

Propå bygger vidare på resultat från förstudien UFO. Forskning utförs om kapacitetstilldelningen och planering av basunderhåll på större driftplatser och knutpunkter. Utgångspunkten är att arbetsområden behöver utformas som medger både ett effektivt underhåll och en rimlig trafikpåverkan. Det saknas systematiska metoder för hur sådana underhållsområden bör utformas och forskningsläget för sådana metoder är inte kartlagt. I projektet Propå vidareutvecklas och undersöka lämpligheten av en probabilistisk metod för att göra kapacitetsbedömningar på driftplatser, framför allt då olika arbetsområden stängs av för underhållsarbeten.

Trafikinformation och störningshantering

I projektet SOS studeras större omplaneringar i en tidtabell som behöver göras med kort varsel. Väsentligen räknas det som taktisk planering, men tillämpningen är

mycket nära operativ drift. Det kan finnas flera anledningar till att sådana behov uppstår, t ex återställning efter ett stort avbrott, behov av akuta underhållsarbeten, ändring av hastighetsprofiler, sena ändringar vid bangård/terminal eller reaktion på någon typ av krisläge inom järnvägen eller något annat trafikslag som påverkar efterfrågan i järnvägssystemet. I projektet har en simpel girighetsmetod ("välj första möjliga väg") och en mer avancerad metod med en mer avancerad heuristik studerats, samt möjligheterna att leda om flera tåg med hjälp av dessa metoder.

I projektet MiST Plattform undersöks effekten av åtgärder som sprider ut resenärer jämnare över plattformen, för att därigenom effektivisera resenärsutbyte och minska andelen försenade uppehåll. Projektet har dokumenterats i en doktorsavhandling.

Signal- och trafikstyrningssystem

För ERTMS införande är simuleringar med VTI tågsimulator och med RailSys viktiga.

I EU-RAIL FP1 MOTIONAL WP8/9 sker simulering av kapacitetseffekterna av automatiserad tågdrift (ATO), ERTMS Hybrid Train Detection och effekter av nästa generation av bromssystem. För simulering av kapacitetseffekter används RailSys och Hese 2. En demonstration utvecklas för bedömning av kapacitetseffekter av utrullning av ERTMS nivå 2 genom utveckling av VTI tågsimulator, samt experiment där förare får provköra relevanta scenarios.

Hese-verktyget är utvecklat av KTH och kan användas som stöd i ETCS-projekt för att bedöma skillnader i kapacitetshänseende mellan en mängd olika möjliga placeringar av signalinformationspunkter och med hänsyn tagen till spåravsnittets statiska hastighetsprofil och vertikalprofil samt till de modellerade tågens parametrar. Modellering av samspelet mellan tåg med och utan tågintegritetskontroll med variation av kombinationen i längder på signalblock för ERTMS Level 2 och ERTMS Hybrid Level 3. Kvantifiering beräknas av förväntade skillnader i headway (kapacitet) mellan traditionell körning med förare och automatisk körning. Forskningen bidrar till underlag och input i projekt där bedömningar görs av headwayutfall/kapacitet både med ATO-körning och körning med förare i ETCS L2. Utöver detta kan headwayutfall studeras med olika kombinationer av längder på fasta och virtuella blocksträckor i ETCS HL3.

I EU-RAIL FP1 MOTIONAL (WP15/16) utvecklas en modul kallad RTTP Updater som ska förbättra och förenkla hanteringen av C-DAS-tåg för tågtrafikledning och säkerställa att nyttan av C-DAS uppnås även då trafiken innehåller många tåg utan C-DAS. Detta uppnås genom att justera och optimera den operativa tågplanen (RTTP) och ta hänsyn till de skillnader och osäkerheter som finns i hantering av tåg med och utan C-DAS.

Uppföljning och återkoppling

I projektet Tidpunkt har analysverktyget "FBKS-demonstratorn" vidareutvecklats för bättre datahantering och anpassats för regelbundna uppföljningar. Projektet har bidragit med väsentligt dataunderlag till TTT:s årsrapport för 2022, 2023 och 2024. Under år 2024 har den av projektets framtagna algoritm implementerats i JBS dataplattform. RISE har haft en mindre stöttande roll vid implementeringen. TTT

nyttjar data som algoritmen producerar i månadsrapporter som ett kompletterande mått till merförseningar och störningar.

I projektet Anakin har forskning utförts om att studera förutsättningarna att i nuläget eller inom överskådlig framtid använda AI-baserade metoder för att stödja någon del av processen kring orsakskodning. Forskning har skett om att ta fram en modell av de initiala bedömningar som görs i ett operativt skede, baserat på en härledning av hur den mänskliga, manuella orsakskodningen görs idag. De modeller som utvecklades hittade mönster i texterna som kan användas för orsakskodning. Resultaten tyder på att det är fullt möjligt att använda AI för att automatiskt klassificera orsakskoder. Dock är det tydligt att den operativa personalen, i dagsläget, presterar bättre än modellerna.

12.Svensk och internationell samverkan

Forskningsprogrammet har som mål att programmet och dess parter ska vara internationellt erkända aktörer 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. I ett internationellt perspektiv är svensk transportforskning liten, därför är samarbeten med andra internationellt erkända parter och hemtagning av kunskap extra viktigt.

Trafikverket och flertal av KAJTs parter har under 2024 varit delaktiga i Europe's Rail (EU-RAIL), tillsammans med ett tjugotal andra europeiska parter. I slutet av 2022 startade den första "vågen" av EU-RAIL vilken pågår 2022-2026. KAJT är främst aktiva inom delprojektet FP1 MOTIONAL. De KAJT-parter som är aktiva i FP1 MOTIONAL är Trafikverket, RISE, KTH, LiU, VTI, LU. Inom FP1 MOTIONAL kommer de svenska parterna att samverka med flera internationella organisationer som t.ex. Jernbanedirektoratet, ProRail och Hacon.

KAJT har samverkan med Järnvägsbranschens samverkansforum (JBS) och initiativet Tillsammans för Tåg i Tid (TTT). JBS deltog aktivt vid KAJT-dagarna med presentation av deras vision och workshop kring den. KAJT är aktiv forskningspart inom TTT:s delområde "Forskning och innovation". KAJTs parter delger resultat och har dialog med TTT om forskningsbehov och problem. TTT är även aktiva vid KAJTs seminarier.

Genom Excellenssamarbetet sker en samverkan mellan KAJT, Charmec, Järnvägsgruppen KTH, och JVTC i Luleå. Excellensområdena möts regelbundet (digitalt) för informationsöverföring om status i de olika områdena och en gång årligen håll en resultatkonferens med både öppet seminarium, informationsspridning och verksamhetsutveckling.

KAJT-parterna verkar också i internationella sammanhang genom nätverk, konferenser och användargrupper. Anders Peterson, representant för KAJT-parten LiU, är med i styrelsen av IAROR (International Association of Railway Operations Research). För Railsys håller Trafikverket i en användargrupp i Sverige samt ett internationellt samarbete med infrastrukturhållarna i Norge, Danmark, Frankrike och Nederländerna där KAJT är aktiva medverkande. För VTI tågssimulator finns ett

samarbete med ett flertal tåg företag verksamma i Sverige, samarbetet benämns TUFFA gruppen. VTI har också forskningssamverkan på europeisk nivå kopplat till sin simulator och tåg/förarsimulering.

13.Säkerhet

Under året har arbete inom området säkerhet och FoI fortsatt att utvecklas. Arbete har varit att identifiera vilka projekt som har delar som involverar skyddsvärden, vilket sker genom en genomgång och dokumentation av alla KAJT projekt som får TGO beslut. Utifrån denna genomgång bedöms för vilka projekt som åtgärder behöver vidtas. För vissa projekt så har säkerhetsskyddsöverenskommelse alternativt Säkerhetsskyddsavtal upprättats. Överenskommelserna och avtalen kan vara på olika säkerhetsnivå och av olika typ.

I samband med dissemination säkerställs vad för information som kan spridas och inte spridas. Det sker genom dialog med Trafikverkets säkerhetsfunktioner.

Säkerhetsarbetet har utvecklats hos Trafikverket med att bygga upp organisation och utveckla rutiner. Trafikverket har tagit med skrivningar om säkerhet i KAJT FoI avtal på central nivå.

Säkerhetsarbetet har också utvecklats hos KAJT FoI utförare. För projekt med hög säkerhetsklassning kopplas Trafikverkets säkerhetsfunktion samman med KAJT FoI utförarens säkerhetsfunktion.

Dialog om säkerhet har pågått mellan Trafikverket och KAJT akademiska parter löpande under året. Säkerhet tas upp på KAJT styrelse och programråd för att hålla dessa enheter uppdaterade, samt fånga upp behov av fördjupande möten och aktiviteter.

Säkerhetsarbetet utförs utifrån svensk lagstiftning. Säkerhetskraven har påverkan på forskningens genomförande.

14.Framtidsutsikter

2024 är det andra verksamhetsåret för KAJT under gällande avtal. Verksamheten är stabil men samtidigt under ständig utveckling. KAJT är en känd och erkänd part inom Sveriges järnvägsforskning.

Införande av Excellensområden och Europe's Rail har haft viss påverkan på utformningen av KAJT. Excellensområden ger lärosäten inom KAJT en ökad långsiktighet och stabilitet för järnvägsforskningen. Initiativet är mycket välkomnat av lärosätena. Samtidigt måste långsiktiga rollen för instituten inom KAJT (vilka inte är parter i Excellensområden) också säkerställas.

Under 2024 har KAJTs parter etablerat verksamheter och samverkan inom EU-RAIL. EU-RAIL kommer vara en viktig del av KAJTs verksamhet under de närmaste åren. EU-RAIL är viktigt både för internationell samverkan och för att nå högre TRL-

nivåer inom forskningen. Den nuvarande ”vågen” (dvs nuvarande projekt) inom EU-RAIL pågår fram till 2026. Därefter förväntas EU-RAIL fortgå fram till 2031.

Konkurrensen om direktfinansiering genom Trafikverkets forskningsportföljer har ökat. Förutsättningarna för forskningsfinansiering inom KAJTs område är därför något svagare under 2025-2027 än tidigare år. Det blir allt viktigare för KAJTs parter att finna kompletterande finansiering genom andra källor. Också viktigt att KAJT är med och påverkar andra forskningsfinansiärer att inkludera järnvägsfrågor. Under 2024 har KAJT haft dialog med Vinnova och möjligheter att stärka järnvägsområdet.

Former för kommunikation, såsom t.ex. seminariedagar och projektkatalog, har etablerats och fallit väl ut. Seminariedagar är väl uppskattade och övergång till digitala möten har ökat deltagandet. I framtiden avser KAJT fortsätta erbjuda hybridmöten för att kunna erbjuda både nätverkande och spridning till många.

Frågeställningar kopplade till kapacitetsfrågor och punktlighet är fortsatt viktiga och har ett starkt intresse. Kapacitetsfrågor har en betydligt mer framträdande roll inom Europe's Rail än inom tidigare Shift2Rail, vilket är en bra utgångspunkt för KAJTs engagemang i området.

15.KAJT i siffror

Tabell nedan ger en översiktlig sammanställning av KAJT både under 2024 och för KAJTs totala verksamhet under 2013-2024

	2024	2013-2024
Doktorander	16	34
Doktorsexamina	4	18
Licentiatexamen	1	12
Verksamma forskare	65	-
Projekt	28	128
Deltagare på KAJT-seminarier	250 (cirka)	2380 (cirka)
Omslutning MSEK	36,8	299,9

Bilagor till KAJT Årsrapport

Bilaga 1: Personer i KAJT 2024.

Bilaga 2: Översikt KAJT-projekt 2024.

Bilaga 3: Publikationer under 2024.

Bilaga 4: KAJT-seminarier under 2024.

Bilaga 5: KAJT Excellensområden 2024, se särskilt dokument:

<https://kajt.org/forskning/excellensomraden/>

Bilaga 1

Personer i KAJT 2024

Nedan listas personer som arbetat inom KAJT-projekt inklusive Excellensområde 7 och 9 under 2024 (exkl. medverkande från Trafikverket.)

Forskare

Namn	Organisation
Martin Joborn	RISE, Mobilitet och system och Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Anders Peterson	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Christiane Schmidt	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Carl Henrik Häll	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Jan Lundgren	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Nils Breyer	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Liyun Yu *	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Rabii Zahir *	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
David Dekker *	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Mikael Fredriksson	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Jonas Eliasson	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Emma Solinen *	Trafikverket. Doktorand vid Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Sai Prashanth Josyula	Blekinge Tekniska Högskola, Inst. för datavetenskap (DIDA)
Emil Folino	Blekinge Tekniska Högskola, Inst. för datavetenskap (DIDA)
Anton Borg	Blekinge Tekniska Högskola, Inst. för datavetenskap (DIDA)
Mattias Dahl	Blekinge Tekniska Högskola, Institutionen för Matematik och Naturvetenskap (TIMN)
Henrik Fredriksson	Blekinge Tekniska Högskola, Institutionen för Matematik och Naturvetenskap (TIMN)
Bruna Palm	Blekinge Tekniska Högskola, Institutionen för Matematik och Naturvetenskap (TIMN)
Carolina Bergeling	Blekinge Tekniska Högskola, Institutionen för Matematik och Naturvetenskap (TIMN)
Martin Svensson	Blekinge Tekniska Högskola, Institutionen för Industriell ekonomi och management
Samy Massoum *	Blekinge Tekniska Högskola, Institutionen för Matematik och Naturvetenskap (TIMN)
Bo-Lennart Nelldal	Railresearch
Oskar Fröidh	KTH, Transportplanering
Johan Högdahl	KTH, Transportplanering
Behzad Kordnejad	KTH, Transportplanering
Niloofer Minbashi	KTH, Transportplanering
Ingrid Johansson	KTH, Transportplanering
Hans Sipilä	KTH, Transportplanering
Mohammad Al-Mousa *	KTH, Transportplanering
Elin Hellblom *	KTH, Transportplanering
Anders Lindfeldt	KTH, Transportplanering

Emil Jansson*	KTH, Transportplanering
Martin Aronsson	RISE, Mobilitet och system
Martin Kjellin	RISE, Mobilitet och system
Sara Gestrelius	RISE, Mobilitet och system
Zohreh Ranjbar	RISE, Mobilitet och system
Eddie Olsson	RISE, Mobilitet och system
Henrik Teinelund	RISE, Mobilitet och system
Jonas Andersson	RISE, Mobilitet och system
Anders Arweström Jansson	Uppsala universitet, Inst. för informationsteknologi
Rebecca Cort	Uppsala universitet, Inst. för informationsteknologi
Jessica Lindblom	Uppsala universitet, Inst. för informationsteknologi
Mikael Laaksoharju	Uppsala universitet, Inst. för informationsteknologi
Sofia Lundberg	VTI
Tomas Lidén	VTI och Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Tomas Rosberg	VTI
Gunilla Björklund	VTI
Kristofer Odolinski	VTI
Jan Andersson	VTI
Niklas Olsson **	VTI
Daniel Knutsen	VTI
Henriette Wallén Warner	VTI
Abderrahman Ait Ali	VTI och Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Emanuel Broman *	VTI. Doktorand vid Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Lena Hiselius	Lunds universitet
Carl-William Palmqvist	Lunds universitet
Johan Rahm	Lunds universitet
Daria Ivina **	Lunds universitet
Tiong Kah Yong **	Lunds universitet
Ruben Kuipers **	Lunds universitet
Michelle Ochsner *	Lunds universitet
Grace Mukunzi *	Lunds universitet
Frida Carlvik*	Lunds universitet
Nils Olsson	Lunds universitet

Doktorander markerade med *. Disputerade under 2024 markerade med **.

Kontaktpersoner vid Trafikverket

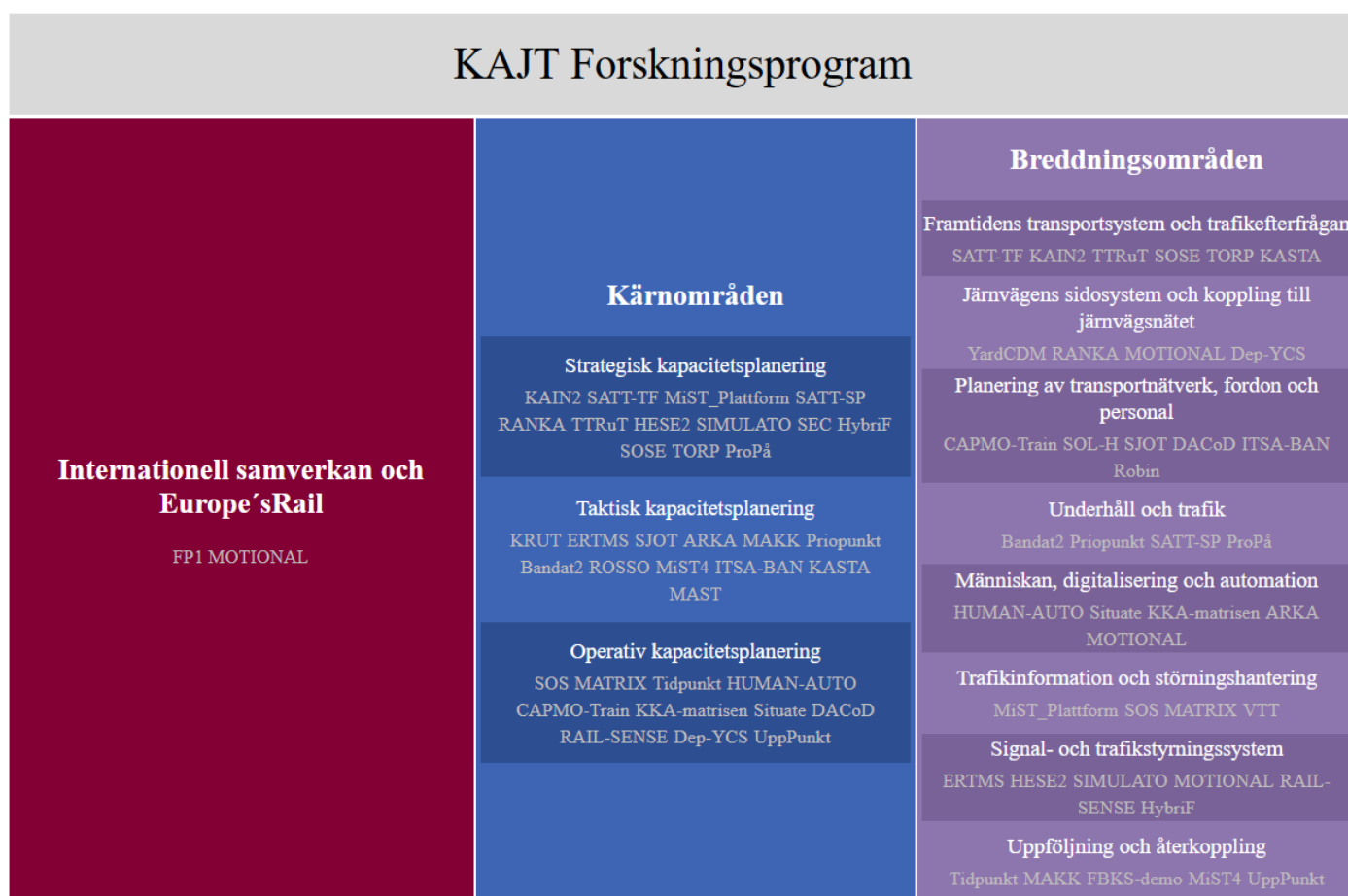
Nedanstående personer har varit företagens kontaktpersoner och aktiva mottagare av resultat från forskningsprojektet.

Namn	Organisation
Amelie Propst	Trafikverket, VO Trafik
Andreas Bååth	Trafikverket, VO Trafik
Annelie Ähdel	Trafikverket, VO Trafik
Carl-Magnus Kälvestam	Trafikverket, VO Trafik
Emil Allberg	Trafikverket, VO Underhåll
Emma Dyrsen	Trafikverket VO Planering
Emma Solinen	Trafikverket, VO Planering
Fredrik Lundström	Trafikverket, VO Planering
Gunnar Bengtsson	Trafikverket VO Trafik
Göran Styhr	Trafikverket VO Trafik
Helén Hansson Burman	Trafikverket VO Planering
Helena Tilander	Trafikverket, ERTMS-programmet
Inger Ranheim	Trafikverket, VO Planering
Jonny Gustafsson	Trafikverket, VO Planering
Jonas Bälter	Trafikverket, VO Trafik
Julien Brunet	Trafikverket, VO Underhåll
Jörgen Frohm	Trafikverket, VO Trafik
Karl Åkerlund	Trafikverket, VO Trafik
Kenneth Håkansson	Trafikverket, VO Trafik
Kristian Persson	Trafikverket, VO Planering
Lars Blomberg	Trafikverket, VO Underhåll
Lars Stenegard	Trafikverket, VO Trafik
Lisa Mannerhagen	Trafikverket, ERTMS programmet
Magnus Backman	Trafikverket, VO Planering
Magnus C. Johansson	Trafikverket, VO Trafik
Magnus Wahlborg	Trafikverket, VO Planering
Marika Gjerdrum	Trafikverket, VO Underhåll
Pelle Thorén	Trafikverket, VO Trafik
Per Köhler	Trafikverket, VO Planering
Peter Öhrn	Trafikverket, VO Planering
Pär Johansson	Trafikverket, VO Planering
Ralf Grahn	Trafikverket, VO Planering
Rose-Marie Renberg	Trafikverket, VO Planering
Soli Liu-Viking	Trafikverket, VO Trafik
Thomas Lindén	Trafikverket, VO Underhåll
Tomas Gustafsson	Trafikverket, VO Trafik
Åke Lundberg	Trafikverket, VO Planering

Bilaga 2

Översikt KAJT-projekt 2024

I *KAJT Projektkatalog* (version 20250331) sammanställs KAJTs pågående och avslutade projekt. I sammanställning här ingår även KAJT-projekt som startats i början av 2025 samt KAJT-relaterade projekt, dvs projekt i KAJTs forskningsområde, men som inte är finansierade via KAJT.



Figur 3: Översikt över KAJT-projekt (inklusive nystarter 2025).

Pågående KAJT-projekt

Projekt	Akronym	Område	Utförare
Arbeta med kvalitetsmått	ARKA	Taktisk kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation.	RISE
Dispatching Areas: Combinations and Design	DACoD	Operativ kapacitetsplanering, Planering av transportnätverk, fordon och personal	LiU
Deplide och modern arkitektur för YCS och C-DAS	Dep-YCS	Operativ kapacitetsplanering, Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet	RISE
EU-RAIL FP1 MOTIONAL	MOTIONAL	Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet Signal- och trafikstyrningssystem Människan, digitalisering och automation	RISE, LiU, KTH, LU, VTI
Headway och signalpunktsplaceringar i ETCS 2	HESE2	Strategisk kapacitetsplanering, Signal- och trafikstyrningssystem	KTH
Iterativt Samarbete vid Banarbetsplanering	ITSA-BAN	Taktisk kapacitetsplanering, Planering av transportnätverk, fordon och personal	RISE
Kapacitetsanalys av stationer	KASTA	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan	KTH
KKA-matrisen som stöd vid händelseutredningar och beslutande om åtgärder inom operativ tågtrafikledning	KKA-matrisen	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation	VTI
Metod för snabb utvärdering av olika utbuds-scenarier i TTR	TTRuT	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan	RISE
Människa-automation i framtida samverkan	HumanAuto	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation	UU
Radar and AI-based Live Surveillance for Enhanced Network Safety	RAIL-SENSE	Operativ kapacitetsplanering,	BTH, KTH
Rangerbangårdars kapacitet i prognos 2040	RANKA	Strategisk kapacitetsplanering, Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet	RISE
Robusta semi-styva tidtabeller under dynamisk och osäker efterfrågan	ROSSO	Taktisk kapacitetsplanering	KTH
Samhällsekonomisk prioritering av underhållsåtgärder för ökad punktlighet	PRIOPUNKT	Taktisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik	RISE, LiU
Probabilistisk metod för trafik- och kapacitetspåverkan på driftplatser	ProPå	Underhåll och trafik, Strategisk kapacitetsplanering	LiU
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden – stråkplanering	SATT-SP	Strategisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik	VTI
SJ-Optimering och Tidtabeller	SJOT	Taktisk kapacitetsplanering, Planering av transportnätverk, fordon och personal	RISE

Stora omplaneringar sent	SOS	Operativ kapacitetsplanering, Trafikinformation och störningshantering	LiU
Stationsutformning och SamhällsEkonomi	SOSE	Strategisk kapacitetsplanering	RISE
TTR och beräkning av segmentet Rolling Planning	Torp	Strategisk och taktisk kapacitetsplanering	RISE

KAJT-relaterade projekt

Projekt	Akronym	Område	Utförare
Effekter av Moving Block och HTD på förarbeteende och kapacitet	HybriF	Taktisk kapacitetsplanering, Signal- och trafikledningssystem	VTI
Sjävlärande neurala nätverk för operativ lokstyrning – huvudstudie	SOL-H*	Planering av transportnätverk, fordon och personal	RISE
Tillförlitlig ruttplanering	TIRUP	Trafikinformation och störningshantering	LiU
Värdering av Trafikinformationsnyttor i Tågtrafiken	VTT	Trafikinformation och störningshantering	LiU
YardCDM Demo	YardCDM	Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet	RISE

Avslutade projekt 2024

Projekt	Akronym	Område	Utförare
Automatiserad analys & klassificering av förseningsorsaker i järnvägssystemet	ANAKIN	Operativ kapacitetsplanering, Uppföljning och återkoppling	BTH
Banarbetsprocess och datatillgång, del 2	BANDAT2	Taktisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik	LU
Capacity Modeling and Shift Optimization for Train Dispatchers	CAPMO-train	Operativ Kapacitetsplanering, Planering av transportnätverk, fordon och personal	LiU, VTI
Kapacitet i nätverket 2	KAIN 2	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan	KTH
Kritiska störningar och punktlighet	Tidpunkt	Operativ kapacitetsplanering, Uppföljning och återkoppling	RISE
Maskininlärningsbaserat beslutsstöd för tågtrafikledning vid störningar: En experimentell studie	MATRIX	Operativ kapacitetsplanering, Trafikinformation och störningshantering	BTH
Mindre Störningar i Tågtrafiken – Plattformsåtgärder	MIST Plattform	Strategisk kapacitetsplanering, Trafikinformation och störningshantering	LU
Mötesanalys och kanalkänslighet för godståg	MAKK	Taktisk kapacitetsplanering, Uppföljning och återkoppling	RISE, LU
Samplanering av Trafikpåverkande åtgärder och trafik – trafikflöden	SATT-TF	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan	RISE

Simulatorbaserad utbildning och träning av tågförare	SITUATE	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation	VTI
Simulering med ATO	SIMULATO	Strategisk kapacitetsplanering, Signal- och trafikstyrningssystem	KTH
Tågsimulering och ERTMS, del 1 och del 2	ERTMS	Taktisk kapacitetsplanering, Signal- och trafikstyrningssystem	VTI
Feasibility study on Applying Socio-Economic Criteria in Case of Capacity Shortages	SEC*	Strategisk Kapacitetsplanering	RISE
Konstruktionsregler för en robust tågplan	KRUT*	Taktisk kapacitetsplanering	Trafikverket, LiU
Malmbanan T25	*	Taktisk kapacitetsplanering	RISE
Tillgängliggörande av FBKS-demonstrator – Fas 1	FBKS-demo*	Uppföljning och återkoppling	RISE
Värdering av Trafikinformatiönsnyttor i Tågtrafiken	VTT*	Trafikinformatiöns och störningshantering	LiU
YardCDM Demo	YardCDM*	Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet	RISE

* KAJT-relaterat projekt.

Bilaga 3

Publikationer under 2024

Avhandlingar och examensarbeten

Ivina, D. (2024). Efficiency of the trackwork scheduling process in Sweden. Department of Technology and Society, Lund University.

ISBN: 978-91-8039-964-7.

Doktorsavhandling

<https://portal.research.lu.se/en/publications/efficiency-of-the-trackwork-scheduling-process-in-sweden>

Kuipers, R. (2024). Dwell time, Passengers, Delays, Trains, Railway, Station: An analysis of the effects of altered dwell time planning approaches and effective traveller exchanges.

Department of Technology and Society, Lund University.

ISBN: 978-91-8039-925-8.

Doktorsavhandling.

[Dwell time delays for commuter trains : An analysis of the influence of passengers on dwell time delays | Lund University Publications](#)

Olsson, N. (2024). Mastering Skills in an Unpredictable World: Simulator Training for Train Drivers. Doktorsavhandling, Luleå Tekniska Universitet.

ISBN: 9789180486477.

<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-21255>

Pichardo Vicencio, J. C. (2024). Machine Learning-Based Prediction Model for Enhancing Passenger and Freight Train Arrival Time Forecasting In Railway Systems (Master thesis).

Hämtad från <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:mdh:diva-68602>

Tiong, K. Y. (2024). Machine learning, Predictive models, Data-driven approaches to understanding train delays in railways. Department of Transport and Roads, Railway Operation (research group), Lund University.

ISBN: 978-91-8039-971-5.

Doktorsavhandling.

[Data-driven Train Delay Prediction | Lund University Publications](#)

Zahir Rabii. (2024). Optimization Models for Shift Scheduling for Train Dispatchers. Linköping Studies in Science and Technology.

Licentiate Thesis No. 2005.

ISBN 9789180757942.

<https://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1900850/FULLTEXT01.pdf>

Tidskriftsartiklar

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

<https://doi.org/10.1080/14759551.2023.2266857>

Häll, C. H.; Peterson, A.; Schmidt, C.; Yu, L. (2024) "A mixed-integer-linear-programming model for rescheduling freight trains under an unexpected marshalling-yard closure", *Ingegneria Ferroviaria* 6/2024, pp 463 – 482.

Ivina, D. & Ma, Z. (2024). Stability assessment of railway trackwork scheduling in Sweden. *European Transport Research Review*, Volume 16.
<https://doi.org/10.1186/s12544-024-00643-3>

Ivina, D. & Palmqvist, C.W. (2024). The Downside of Upkeep: Analysing Railway Infrastructure Maintenance Impact on Train Operations in Sweden. *Applied Sciences*, Volume 14, 125.
<https://doi.org/10.3390/app14010125>

Tomas Lidén, Christiane Schmidt, and Rabii Zahir: Improving Attractiveness of Working Shifts for Train Dispatchers. *Transportmetrica B: Transport Dynamics*, 12, no. 1 (2024).
<https://doi.org/10.1080/21680566.2024.2380912>

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

Mukunzi, G., Jansson, E., & Palmqvist, C.W. (2024) Factors influencing restoration time in railways. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*,
<https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101268>.

Mukunzi, G. & Palmqvist, C.W. (2024). The Impact of Railway Incidents on Train Delays: A Case of the Swedish Railway Network. *Journal of Railway Transport Planning & Management*, Volume 30, Article ID 100445. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2024.100445>

Nichols, A., Ryan, J. & Palmqvist, C.W. (2024). The Importance of Recurring Public Transport Delays for Accessibility and Mode Choice. *Journal of Transport Geography*, Volume 115, Article ID 103796. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2024.103796>

Ochsner, M., Palmqvist, C.W. & Fisher, R.S. (2024). The Impacts of Weather on Railway Infrastructure in Sweden. *Sustainable and Resilient Infrastructure*.
<https://doi.org/10.1080/23789689.2024.2340371>

Tiong, K.Y., Ma, Z. & Palmqvist, C.W. (2024). AP-GRIP Evaluation Framework for Data-driven Train Delay Prediction Models: Systematic Literature Review. Accepted at *European Transport Research Review*.

Konferensartiklar

Bergqvist, A., Källbäcker, J., Cort, R., Cajander, Å. & Lindblom, J. (2024). Towards a framework for digital work engagement of enabling technologies. In: T. Ahram, J. Kalra & W. Karwowski (Eds) *Artificial Intelligence and Social Computing* (pp: 257-265). AHFE International, USA. "Best paper award"
<https://doi.org/10.54941/ahfe1004663>

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

Johansson, I. & Peterson, A. (2024). Rail Platform Allocation for Reliable Interchanges. *Transportation Research Procedia*, vol. 78, pp. 198-205.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.02.026>

Tomas Lidén, Christiane Schmidt, and Rabii Zahir: Two-Stage Weekly Shift Scheduling for Train Dispatchers, *In the proceedings of the 24th Symposium on Algorithmic Approaches for Transportation Modeling, Optimization, and Systems (ATMOS 2024)*

Yu, L.; Häll, C. H.; Peterson, A.; Schmidt, S. (2024) ” Late train-crew rescheduling — a model and a heuristic approach”, in: *26th Euro Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2024*, Lund, Sweden, September 4–6, 2024.

Carlvik, F, Mirzanimadi, R., Torstensson, P., Eriksson, L., Göransson, G., & Palmqvist, C.W. (2024) Remote sensing of track degradation using InSAR – a case study of the Iron ore line. *26th Euro Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2024*, Lund, Sweden, September 4–6, 2024.

Mukunzi, G. & Palmqvist, C.W. (2024) The Effectiveness of Preventive Maintenance of Railway Crossings. *26th Euro Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2024*, Lund, Sweden, September 4–6, 2024.

Tiong, K.Y., Ma, Z. & Palmqvist, C.W. (2024) Comparison of Train Delay Prediction Models. *26th Euro Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2024*, Lund, Sweden, September 4–6, 2024.

Urassa, P., Olsson, N., Mandhaniya, P. & Palmqvist, C.W. (2024) Automatic Train Operation in Norway: Benefits and Suitability. *26th Euro Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2024*, Lund, Sweden, September 4–6, 2024.

Kuipers, R.A., Carlvik, F., Rahm, J. & Palmqvist, C.W. (2024). A naturalistic study into the flow of alighting and boarding passengers of commuter trains. *26th Euro Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2024*, Lund, Sweden, September 4–6, 2024.

Vetenskapliga artiklar/Tekniska rapporter/”White papers”

Aronsson, M. (2024). Förhandsplanering i kapacitetstilldelnings-processen på järnväg RISE rapport
RISE Rapport 2024:96.
Hämtad från <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-76985>

Aronsson, M. (2024). Modell för beräkning av resursanvändning på linjer för volymer av tågtrafik.
RISE Rapport 2024:108.
Hämtad från <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-76986>

Aronsson, M., Broman, E., Odolinski, K. (2024).
Final report – Feasibility study on using Socio-economic Cost Criteria in Case of Capacity Shortages.
https://www.forumtraineurope.eu/fileadmin/Downloads/Allocation_Rules_Feasibility_Study_-_Executive_Summary.pdf

Gestrelus, S., & Joborn, M. (2024). Malmbanan 2025 - Slutrapport.
Hämtad från <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-72467>

Haraldson, S., Lind, M., Östling, J., & Olsson, E. (2024). YardCDM Demonstrationsprojekt - Slutrapport : Ett samarbete mellan Trafikverket, RISE, Green Cargo, Hector Rail, DB Cargo,

Mertz.

Hämtad från <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-75997>

Joborn, M., & Ranjbar, Z. (2024). Godstågs effekt på resandetågs rättidighet : Slutrapport från projekt Mötesanalys och kanalkänslighet för godståg (MAKK). RISE Report 2024:33.

Hämtad från RISE Research Institutes of Sweden website:

<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-76999>

Joborn, M., Ranjbar, Z. (2024). Samband mellan kapacitetsutnyttjande och förseningsbidrag. RISE Report 2024:44

Johansson, I., Hellblom, E., Lindfeldt, A. (2024). Kapacitet i nätverk 2 – KAIN 2: Slutrapport. Stockholm: KTH Royal Institute of Technology, TRITA-ABE-RPT, 256, 2024.

URL: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-360110>

Palmqvist, C.W. (2024). Analys av besiktningens verksamheten på spårväxlar i Sverige – delrapport i Bandat2.

Palmqvist, C.W. (2024). Slutrapport i Bandat2.

Rosberg, T. (2024). Tågförarens bromsbeteende med European Train Control System (ETCS) : En studie på motorvagn och godståg. Hämtad från Statens väg- och transportforskningsinstitut website:

<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-21435>

Schmidt, C., Slutrapport Capacity Modeling and Shift Optimization for Train Dispatchers (CAPMO-Train), submitted September 18, 2024

Shift2Rail och EU-rapporter

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

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

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

Konferenspresentationer (utan proceedings)

Aronsson, M., Ett förslag till kapacitetsmått för de tidiga faserna i den av RNE och FTE föreslagna nya processen för kapacitetstilldelning på järnväg. Transportforum, Linköping, 2024.

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

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

Hellblom, E. A timetable compression approach for assessing the capacity utilization of single-track sections in Sweden. The 13th Annual Swedish Transport Research Conference (STRC 2024), Göteborg, 2024.

Hellblom, E. Metodutveckling för beräkning av kapacitetsutnyttjande på stationer. Transportforum, Linköping, 2024.

Jansson, A.A. (2024). Forskning om den digitala utvecklingen och dess arbetsmiljöeffekter. Presentation vid Afa-försäkringars seminarium om IT- och arbetsmiljö, Almedalen, Visby, 2024-06-26.

Jansson, A.A. (2024). Tänka nytt – hur utveckla verksamheten med hjälp av ny teknik? AI i praktiken: Framtidens kompetensutmaningar. Presentation vid Arbetsgivarforums årliga konferens, Uppsala, 2024-09-18.

Joborn, M. Ranjbar, Z. Är det bra att godståg går enligt sin tidtabell? Presenterad vid Transportforum, Linköping, 2024.

Johansson, I. Vilket tåg från vilket spår? En balansakt mellan snabba byten, enkel tågklarering och effektivt kapacitetsutnyttjande. Transportforum, Linköping, 2024.

Yu, L; Häll, C. H.; Peterson, A.; Schmidt, S. (2024) “Railway Rescheduling Under Late Changes”, poster presentation, Persontrafik, Göteborg, Sweden, October 20-22, 2024.

Yu, L; Häll, C. H.; Peterson, A.; Schmidt, S. (2024) “Last-Minute Crew Rescheduling: Model and Heuristic Approach”, presentation, in: 33rd European Conference on Operational Research, EURO 2024, Copenhagen, Danmark, June 30–July 3, 2024.

Yu, L; Häll, C. H.; Peterson, A.; Schmidt, S. (2024) “A MILP Model for Rescheduling Freight Trains under an Unexpected Marshalling-Yard Closure”, abstract with presentation, Transportforum, Linköping, Sweden, January 17-18, 2024.

Bilaga 4

KAJT-seminarier under 2024

Vid KAJTs seminarier under 2024 presenterades aktuella och framtida satsningar inom området. Det gick att medverka både fysiskt och online.

Program för KAJT Vårseminarium 14 maj 2024

Den 14 maj 2024 anordnade KAJT ett vårseminarium där aktuella och framtida satsningar inom området presenterades. Ta del av presentationer från dagen här.

- Inledning
Martin Joborn, RISE & Linköpings universitet, Magnus Wahlborg, Trafikverket
- Last-minute Crew Rescheduling: Model and Heuristic Approach
Liyun Yu, Linköpings universitet
- KAJT-foi-program, framtida forskningsbehov och stegen till implementation
Göran Styhr, Magnus Wahlborg, Trafikverket
- Godstågens och persontågens påverkan på förseningar i persontågstrafiken: en empirisk jämförelse
Kristofer Odolinski, VTI
- Hur kan vi förebygga växelfel, så att vi undviker förseningar
Carl-William Palmqvist, Lunds universitet
- Data-driven Approach for Train Delay Prediction
Kah Yong Tiong, Lunds Universitet
- Digital graf och C-DAS: status framtid och koppling till forskning
Peter Olsson, Trafikverket, Martin Joborn, RISE
- AI-baserad klassificering av förseningsorsaker i järnvägssystemet
Martin Svensson, Anton Borg, Blekinge Tekniska Högskola
- Vad behöver en trafikledare för att göra jobbet?
Jan Andersson, VTI

Program för KAJT Höstseminarium 27 november 2024

Den 27 november 2024 anordnade KAJT ett höstseminarium där aktuella och framtida satsningar inom området presenterades.

- Inledning
Martin Joborn, RISE & Linköpings universitet, Magnus Wahlborg, Trafikverket
- Användningscentrerad utveckling av beslutsstöd för långtidsplanerare genom visualisering av kvalitetsmått
Jonas Andersson, Sara Gestrelus, RISE
- Om att planera precist oprecist, kapacitetstplanering i tidiga faser
Martin Aronsson, RISE
- Roadmap for UX in future operational train traffic control
Jessica Lindblom, Anders Arweström Jansson, Uppsala universitet
- Skarpare punktlighetsanalyser med hjälp av JBS datadelning
Karl Åkerlund, Soli Liu-Viking, Trafikverket
- Hela resans tillförlitlighet: Resenärsinformation vid reseplaneringen
Nils Breyer, Linköpings universitet
- A better understanding of delays from switches and crossings
Grace Mukunzi, Lunds universitet
- Hur skulle förarlösa och obemannade tåg påverka förseningar och punktlighet? –
En simuleringsstudie
Emil Jansson, KTH
- Capacity Evaluation of ERTMS/ETCS Hybrid Train Detection
Daniel Knutsen, VTI
- Resultat fo projektet ERTMS och tågsimulering del 2 – forskning om framtidens tågstyrning
Tomas Rosberg, VTI