



# Branschprogram Kapacitet i järnvägstrafiken – KAJT

## Årsrapport 2022

Mars 2023



## 1. Beslut och avtal

Branschprogram Kapacitet i järnvägstrafiken – KAJT – är ett forskningssamarbete inom järnvägsbranschen avsett att verka 1 januari 2013 – 31 december 2022. År 2022 är således det sista verksamhetsåret för första 10-årsperioden. Vård för branschprogrammet under den första 10-årsperioden har varit Institutionen för Teknik och Naturvetenskap vid Linköpings universitet.

Under 2022 har en överenskommelse träffats som gäller 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, daterat den 8 januari 2013, mellan parterna Trafikverket, Linköpings universitet (LiU), Blekinge Tekniska Högskola (BTH), KTH, RISE, Uppsala universitet (UU) och Statens väg- och trafikforskningsinstitut (VTI). År 2016 anslöt sig Lunds universitet som forskningsutförare genom ett anslutningsavtal.

Avtal för verksamhetens tredje etapp (1 januari 2019 – 31 december 2022) tecknades under 2019. 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 branschprogrammets tionde verksamhetsår (1 januari - 31 december 2022).

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 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, UU.

## 2. Organisation och bemanning

Enligt avtal ska en styrelse ansvara för branschprogrammets verksamhet. Under 2022 har styrelsen bestått av följande personer:

Ordinarie ledamöter:

Johanna Dillén	Trafikverket (ordf)
Åke Lundberg	Trafikverket
Göran Erskérs	Trafikverket (t.o.m. 2022-06-08)
Mats Berlin	Trafikverket
Karin Nordner	Trafikverket (fr.o.m. 2022-06-08)
Jan Lundgren	LiU
Johanna Törnquist-Krasemann	BTH (t.o.m.2022-09-19)
Mattias Dahl	BTH (fr.o.m. 2022-11-22)
Oskar Fröidh	KTH
Lena Hiselius	LU
Martin Aronsson	RISE

Anders Arweström Jansson  
Sofia Lundberg

UU  
VTI

Under verksamhetsåret 2022 har styrelsen haft fyra sammanträden (den 10 mars, 10 juni, 29 september och 22 november). Det första styrelsemötet genomfördes på distans, övriga på plats (med delvis fjärrdeltagande via Skype).

Branschprogrammets verksamhet leddes av programkoordinator Martin Joborn, LiU och RISE, medan Trafikverkets kontaktperson och koordinator har varit Magnus Wahlborg.

I KAJT finns också ett *programråd*, som främst ansvarar för beredning av projektförslag och forskningsprogram. Förutom programkoordinatören och Trafikverkets koordinator har programrådet under verksamhetsåret bestått av Anders Peterson, LiU, Johanna Törnquist-Krasemann/Mattias Dahl, BTH, Behzad Kordnejad/Hans Sipilä, KTH, Martin Aronsson/Sara Gestrelus, RISE, Anders Arweström Jansson/Jessica Lindblom, UU, Tomas Lidén, VTI och Carl-William Palmqvist, LU, Hans Dahlberg/Göran Styhr, Trafikverket.

Projektidéer har uppkommit på initiativ från såväl Trafikverket som från forskare via programrådet. Den huvudsakliga ansökningsperioden för större projekt var mars-april. Mindre projekt och förstudier, främst på initiativ av Trafikverket, 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 55 medarbetare finansierats helt eller delvis av branschprogrammets medel (se Bilaga 1).

### 3. Verksamhet

#### Vision och Programförklaring

*KAJT:s vision är ett framtida järnvägssystem med maximal kapacitet och punktlighet. KAJT:s 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

KAJT:s forskningsprogram<sup>1</sup> består av tre (delvis överlappande) huvudkomponenter: Internationell samverkan och Shift2Rail, Kärnområden och Breddningsområden, vilket illustreras i Figur 1.



Figur 1: KAJT Forskningsprogram

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

- Strategisk kapacitetsplanering
- Taktisk kapacitetsplanering
- Operativ kapacitetsplanering

<sup>1</sup> Notera att KAJT Forskningsprogram ”spänner upp” KAJT:s forskningsfält och inte i sig är en prioritering av områden inom programmet. Inför varje års projektinitieringsprocess redovisar Trafikverket årets prioriterade områden för nya projektansökningar.

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

*Breddningsområden* är forskningsområden som är komplement till kärnområdena. Breddningsområdena förändras mer dynamiskt än kärnområdena, som avses ligga fast. Breddningsområden kan tillkomma och försvinna då behov förändras. Dessa fastställs av KAJT:s 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 KAJT:s forskningsprogram.

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

I *KAJT Projektkatalog* (version 2023-03-31) sammanställs KAJT:s pågående och avslutade projekt. Projekten sammanställs även i Bilaga 2.

## **Verksamhetsupplägg**

Branschprogrammets 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 branschprogrammet 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 2022. Beloppen i kolumnerna avser budgeterade belopp i kkr enligt respektive beslut om projektstart. 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 KAJT:s 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.

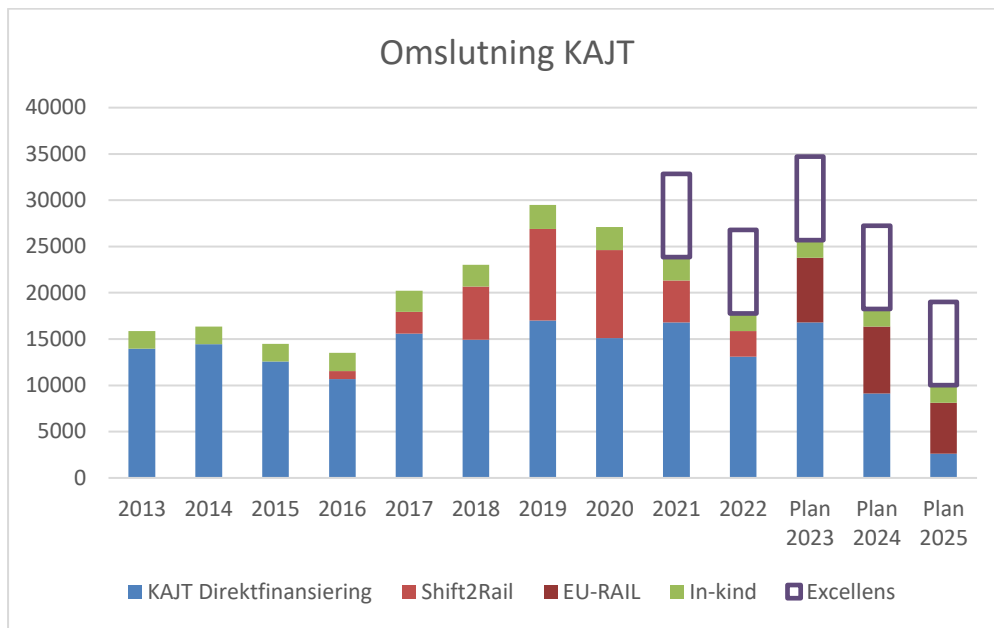
## 4. Ekonomi

I Tabell 1 anges de totala intäkterna och kostnaderna för KAJT under 2022. Mer detaljer kring Excellensområdets ekonomi görs i separat redovisning.

<b>Intäkter</b>			
	<b>Kontant</b>	<b>Natura</b>	<b>Total</b>
Trafikverket direktfinansiering	11952		<b>11952</b>
Trafikverket - Shift2Rail/EU-RAIL	1471		<b>1471</b>
EU - Shift2Rail/EU-RAIL	1304		<b>1304</b>
Trafikverket koordinering	646	500	<b>1146</b>
Trafikverket KAJT-konto	100		<b>100</b>
Excellensområden	9000		<b>9000</b>
LiU		200	<b>200</b>
RISE		200	<b>200</b>
BTH		200	<b>200</b>
KTH		200	<b>200</b>
UU		200	<b>200</b>
VTI		200	<b>200</b>
LU		200	<b>200</b>
Övriga finansiärer	136		<b>136</b>
EU - ej Shift2Rail	0		<b>0</b>
Partnerföretag			<b>0</b>
Inkommande KAJT-konto- överskott	271		<b>271</b>
<b>Total</b>	<b>24880</b>	<b>1900</b>	<b>26780</b>
<b>Kostnader</b>			
Koordinator och kansli	646		646
TrV-koordinator		500	500
Ingående projekt 2022-01-01	7752		7752
Ingående Shift2Rail-projekt	2775		
Nystarter 2022	3900		3900
Nystarter 2023 (förtida start)	436		436
Excellensområde 7	5000		5000
Excellensområde 9	4000		4000
KAJT-konto	371		371
Utgående KAJT-konto-överskott	0		0
Övriga naturainsatser		1400	1400
<b>Total</b>	<b>24880</b>	<b>1900</b>	<b>26780</b>

Tabell 1: KAJT omslutning 2022

I diagrammet nedan illustreras utvecklingen av KAJT:s årliga omslutning samt fördelning mellan in-kind-jobb, Shift2Rail-projekt och direktfinansierade projekt. Omslutningsplan för 2023-2025 inkluderar endast avtalade medel, men även medel från Excellensområden.



Figur 2: Utveckling av KAJT-omslutning uppdelat på olika finansieringsslag. Notera att siffor för 2023-2025 inkluderar endast i dagsläget avtalade medel.



I Tabell 2 och Tabell 3 nedan redovisas KAJT:s olika projekt under 2022. Aktiviteter inom Excellensområden samt KAJT-relaterade projekt (som ej finansierats via KAJT) ingår inte i denna redovisning.

Specifikation Projekt					
Ingående projekt 2022-01-01		Utförare	TrV	Annan fin	Total
SJ - Optimering och tidtabeller (SJOT)		RISE/SJ		0	0
Robusta tidtabeller med kombinerad simulering och optimering		KTH	824		824
Reservkapacitet i tågplaneprocessen - huvudstudie (RIT-H)		RISE	1056		1056
Tågsimulering och ERTMS		VTI	910		910
Mindre störningar i tågtrafiken, del 2 (MIST2)		LU	200		200
Blixten försättningsprojekt (Blixten2)		BTH	188		188
Banarbeten - processer och datatillgång (Bandat)		LU	540		540
Capacity Modeling and Shift Optimization for Train Dispatchers		LiU	1398		1398
Prediktion av Ankomsttider och avgångar (PRATA)		KTH	716		716
Betydelsen av styva tidtabeller för anslutningstrafik (BASTA)		VTI, LiU	500		500
Tjänsteutbud och Transportkapacitetsförsörjning på järnväg (TO		RISE	675		675
Kapacitet i nätverk 2 (KAIN 2)		KTH	71		71
Flexibilitet för ökad kapacitet på Malmbanan (Flexikap)		RISE/LKAB	207	136	343
Människa-automation i framtida samverkan (Human-Au		UU	0		0
Stora omplaneringar sent (SOS)		LiU	31		31
Simulering med Prism och RailSys (SIMPOR)		KTH	300		300
<b>Total</b>			<b>7616</b>	<b>136</b>	<b>7752</b>
<b>Nystarter under 2022</b>					
Kommunikation-Kompetens-Arbeitsbelastning som stöd		VTI	300		300
Mindre Störningar i Tågtrafiken – Plattformsåtgärder (MiST Platt		LU	350		350
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflö		VTI	1300		1300
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikbe		RISE	260		260
Simulatorbaserad utbildning och träning av tågförare (S		VTI	550		550
Kritiska störningar och punktlighet (Tidpunkt)		RISE	700		700
Framtida KAJT-Foi kopplat till C-DAS och Digital graf (C-I		RISE	200		200
Automatiserad analys & klassificering av förseningsors		BTH	240		240
<b>Total</b>			<b>3900</b>	<b>0</b>	<b>3900</b>

Tabell 2: KAJT:s projekt under 2022 (exklusive Shift2Rail).

Shift2Rail				
FR8RAIL-3	RISE, VTI, KTH, LiU	2027		2027
X2RAIL-4	VTI	748		748
<b>Total</b>		<b>2775</b>		<b>2775</b>

Tabell 3: KAJT:s projekt inom Shift2Rail.

Noter gällande finansiering 2022:

- SJ AB finansierar projekt SJOT där RISE är forskningsutförare. Projektet har formellt ingen budget under 2022, men är ännu ej helt slutfört.
- JIT Shift2Rail finansierar projekten Fr8Rail-3 och X2Rail-4. I dessa projekt är de svenska forskarparterna ”linked third parties” till Trafikverket.
- Trafikverkets naturinsatser utgörs av det arbete som Trafikverket koordinerar och kontaktpersoner lägger ned inom KAJT.
- Green Cargo tillskjuter naturinsats i projektet Fr8Rail-3.
- 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 2022 som behandlar material som tagits fram inom ramen för KAJT. Under året publicerades fyra vetenskapliga avhandlingar, femton tidskriftsartiklar, tolv konferensartiklar samt åtta andra forskningsrapporter.

## 6. Konferenser och spridning av forskningsresultat

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

I efterdyningarna av pandemin arrangerades KAJT:s möten som hybridmöten – på plats och digitalt. Möjligheten att kunna medverka utan att resa till mötet var uppskattat, även om det inte ger samma direkta kommunikation som vid fysik närvaro. Totalt uppgick antalet anmälningar till cirka 150 från 40-tal organisationer vid varje arrangemang, varav knappt hälften på plats.

### **KAJT Vårseminarium, 26 april 2022**

KAJT:s tvådagarskonferens på våren arrangerades åter efter uppehåll under pandemin. Ett mycket uppskattat och efterlängtat möte i Borlänge och Dala Storsund. Som brukligt innehöll seminariet en blandning av presentationer från KAJT-projekt och Trafikverkets verksamhetsutveckling. Se Bilaga 4 för program.

### **KAJT Höstseminarium, 22 november 2022**

Även höstseminariet hölls som ett hybridmöte. Vid dagen presenterades dels aktuell KAJT-forskning dels det utvecklingsarbete som görs vid Trafikverket och andra KAJT-företagspartner. 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 24 presentationer vid vetenskapliga konferenser (utöver KAJT:s egna seminarier), vilket sammanställs i Bilaga 3. KAJT har även inbjudits att hålla föredrag i andra sammanhang för att bl.a. presentera KAJT:s verksamhet.

## 7. Media och kommunikation

Även under 2022 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.

## 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 KAJT:s forskning är relevant och presenteras. Många av KAJT:s medarbetare är engagerade som lärare och handledare. Vid alla lärosäten inom KAJT finns doktorander som handleds av lektorer, docenter och professorer engagerade i KAJT. Under 2022 finansierades 16 doktorander helt eller delvis av projektmedel från 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 Excellensområden<sup>2</sup>.

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 Bilaga 5 och i särskild årsrapport.

## 10. Vetenskapliga examina, utnämningar och utmärkelser

Under 2022 framlades fyra avhandlingar för vetenskapliga examina av KAJT-anknutna doktorander:

Sara Gestrelus, forskarstuderande vid LiU och anställd vid RISE, erhöll doktorexamen. Avhandlingen heter ”Optimisation models for train timetabling and marshalling yard planning”.

Jennifer Warg, forskarstuderande vid KTH, erhöll doktorexamen. Avhandlingen heter ”Timetable Analysis based on Social Cost and Simulation”.

Johan Högdahl, forskarstuderande vid KTH, erhöll doktorexamen. Avhandlingen heter ”Improving Timetable Robustness and Punctuality of Railway Traffic: A Combined Simulation-Optimization Approach for Nonperiodic Timetabling on Double-Track Lines”

---

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

Tomas Rosberg, forskarstuderande vid KTH och anställd vid VTI erhöjld doktorsexamen. Avhandlingen heter ” Going from Lineside to In-cab Railway Signaling: Driveability Issues and Solutions”.

Martin Joborn blev under året befördrad till adjungerad biträdande professor i järnvägssystem vid Linköpings universitet.

## 11.Forskningsresultat, ny kunskap och demonstratorer

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.

Nedan beskrivs forskningsbehov och forskningsnytta övergripande för några KAJT områden.

Under år 2022 avslutades tio KAJT projekt och pågående projekt under 2023 kvartal 1 uppgår till 26. Dessa projekt beskrivs i KAJT projektkatalog. I KAJT projektkatalog beskrivs också fem KAJT-relaterade projekt som samverkar med KAJT.

I KAJT projektkatalog redovisas frågeställning, publikationer, resultat, forskningsbidrag och nytta för beställare för pågående och avslutade projekt. Antal projekt per område är:

- Operativ trafikstyrning, fyra pågående projekt och ett avslutat projekt
- Tågplan/Beslutsstöd, simulering, optimering och nyckeltal utifrån infrastrukturhållare, åtta pågående projekt och två avslutade projekt
- Planering och styrning av godstrafik, två pågående projekt och ett avslutat projekt
- Kapacitetsplanering av tåg och banarbeten, sex pågående projekt och två avslutade projekt
- Punktlighet, tre pågående projekt och två avslutade projekt
- ERTMS, två pågående projekt och ett avslutat projekt
- Trafikinformation, ett pågående projekt.

### 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 enhetliggöra Sveriges tågledningssystem. Det innebär också att trafikledarna går från penna och papper till digital trafikledning. Hos Trafikverket pågår arbete både med att utveckla och införa det nya systemet samt att genomföra förändring av arbetsätt.

Innan NTL är på plats pågår arbete med att sprida Digital Graf<sup>3</sup> 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 har 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 inom svensk järnväg, Trafikverket och andra delar tex tåg, lokförare, bangårdspersonal, järnvägsföretagens trafikledning m.m.

Inom Europe's Rail pågår forskning om TMS – C-DAS och TMS – ATO. I Sverige pågår forskning och kunskapsuppbyggnad kring TMS – C-DAS. KAJT samverkar med Trafikverket och branschen kring C-DAS kompetenscenter<sup>4</sup>.

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.
- Koncept, demonstratorer och algoritmer.
- Simulatorer och demonstratorer som kan användas för utveckling av processer och beslutsstöd.

### **Tågplan och kapacitetsberäkning – Simulering och optimering/algoritmer utifrån ett infrastrukturhållarperspektiv**

Området innefattar utveckling av metoder för simulering och optimering samt att studera kapacitetseffekter på strategiskt, taktiskt och operativ nivå.

Exempel på ny kunskap och metoder som tas fram:

- Utveckling av metoder kring simulering på nationell nivå och snabbare beräkningar sker inom Simpor. Simpor makroanalyser är en kompletterande metod till mikrosimulering i Railsys. Simpor går att kombinera med andra metoder tex optimering och dataanalys (kalibrering och validering).
- Forskning om kvalitetsmått kopplat till tågplan sker inom Arka projektet.
- I Krut utvecklas konstruktionsregler för att skapa en robust tågplan.
- I projekt Kapacitet i nätverk utvecklas kapacitetsmetoder för beräkning av kapacitetsutnyttjande på stationer och järnvägsnät i kombination.

### **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 Europe's Rail där fokus är Hallsberg – Malmö – Danmark/Tyskland. Forskningen studerar kapacitet, processer och brister för Hallsberg och Malmö. Ett arbete pågår med att specificera och utveckla beslutsstöd för Malmö godsbangård (MGB). Beslutsstödet benämns

---

<sup>3</sup> För närvarande används inte digital graf operativt utifrån att vissa säkerhetsbrister upptäckts vilka håller på att utredas och åtgärdas.

<sup>4</sup> <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/samarbete-med-branschen/jarnvagsbranschens-samverkansforum/Tillsammans-for-tag-i-tid/kompetenscenter-for-c-das-connected-driver-advisory-system/>

Yard Co-ordination System (YCS) och berör samplanering av infarts/utfartsgrupp vid bangården. Intressenter som ska samplaneras är Trafikverket, rangeringsbangården (Green Cargo) och kombiterminalen (Mertz). Under 2022 har konceptet med samplanering testats genom workshops med YCS-verktyget för olika scenarios. Nu pågår uppstart av nästa steg i Europe's Rail (projekt Motional) där YCS ska kopplas ihop med Digital graf. Projektet pågår 2022 12 – 2026 09.

### **Infrastrukturunderhåll i kombination med tågtrafik och TTR**

KAJT har forskning som hjälper Trafikverket att utveckla förmågor inom planering av banunderhåll i kombination med tågtrafik, samt att utveckla metoder som stödjer detta på internationell nivå inom TTR.

RNE driver utveckling och implementering av en ny europeisk kapacitetstilldelningsprocess. Processen benämns Timetabling and Capacity Redesign Process (TTR). En del av TTR är att hantera och beskriva banarbeten hur de hanteras och tillgänglig information om banarbetena.

KAJT forskning ger ny kunskap om metoder för banarbetsplanering och påverkan på trafiken. Trafikverket har idag problem att överblicka och samordna alla de Trafikpåverkande åtgärder (TPÅ) som ska utföras på järnvägssystemet. Projekten nedan utvecklar förmågor och metoder/verktyg för en förbättrad koordinering både vad gäller projektens genomförbarhet och de trafikala effekterna.

Projekten 1 - 5 är pågående och projekten 6 - 7 är avslutade under år 2022:

1. Tjänsteutbud och Transportkapacitetsförsörjning på järnväg (TOT).
2. Samplanering av Trafikpåverkande åtgärder och trafik – trafikflöden (SATT-TF).
3. Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden - banarbetsplanering (SATT-BP).
4. Utformning av underhållsområden på större driftsplatser — förstudie (UFO).
5. Banarbetsprocess och datatillgång, del 2 (BANDAT2).
6. Reservkapacitet i tilldelningsprocessen – Huvudstudie (RITH), avslutat.
7. Banarbetsprocess och datatillgång (BANDAT), avslutat.

### **Punktlighet**

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

Projekten Ståndpunkt och Tidpunkt syftar till att vidareutveckla verktyg och metodiken kring mätetalen *förseningsbidrag* och *kritiska störningar* vilka kan användas vid analys av störningar och punktligheten i järnvägstrafiken. Projekten tar fram en demonstrator av ett analysverktyg för punktlighet och störningsorsaker, och studerar även effekter av tidiga godståg och effektsamband mellan störningar och punktlighet. Metodik och demonstrator har utgjort huvudsakligt underlag för punktlighetssammanställning i TTT årsrapport för 2022<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/samarbete-med-branschen/jarnvagsbranschens-samverkansforum/Tillsammans-for-tag-i-tid/>



Inom projekt DeDe analyseras förseningarnas påverkan på efterfrågan av tågresor liksom effektsamband för förseningarnas påverkan på efterfrågan av tågresor

### **ERTMS och framtidens trafikledningssystem**

Det nya europeiska signalsystemet ERTMS är under införande i Sverige; nästkommande bana är Malmbanan. Införandeplan och strategi för ERTMS införande ses för närvarande över.

Arbete pågår med projektering och simulering av kapacitetseffekter för de framtida ERTMS banorna. 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. Forskning om framtidens signalsystem och hur det kopplas till trafikledningssystemet sker inom Europe's Rail projekten Motional och R2Dato.

För ERTMS införande är simuleringar med VTI tågsimulator och med Railsys viktiga. För VTI tågsimulator finns ett samarbete med ett flertal tågforetag verksamma i Sverige, samarbetet benämns TUFFA gruppen. VTI har också forskningssamverkan på europeisk nivå kopplat till sin simulator och tåg/förarsimulering. För Railsys håller Trafikverket i en användargrupp i Sverige samt ett internationellt samarbete med infrastrukturhållarna i Norge, Danmark och Nederländerna.

Forskningen inom ERTMS och förarfrågor syftar till en effektiv och trafiksäker implementering av kommande driftsättningar av ERTMS, samt att utreda effekter av simulatorträning för tågförare med särskild inriktning mot ERTMS. Även utveckling av en simulatormiljö med förare och tågklarare ingår som ett forskningsområde.

Forskning inom ERTMS och körsimulering förväntas ge utvecklad kunskap inom ERTMS-området samt en mer realistisk tidtabellsplanering, bättre punktlighet och ökad kapacitet i samband med övergången till ERTMS. Resultaten kommer kunna användas som input vid projektering, körbarhetsanalyser och signaloptimering.

## **12.Svensk och internationell samverkan**

Branschprogrammet 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.

KAJT-parterna verkar också internationella sammanhang genom nätverk och konferenser. Anders Peterson och Markus Bohlin, representanter för KAJT-parterna LiU respektive KTH, är med i styrelsen av IAROR (International Association of Railway Operations Research).

Trafikverket är en av huvudaktörerna i ett EU-stött "Joint Technical Initiative" kallat Shift2Rail, som pågår under perioden 2016-2023. KAJTs parter har medverkat som "linked third parties" i åtta Shift2Rail-projekt: ARCC (RISE, LiU, KTH), Fr8Hub



(KTH, LiU), Impact-2 (RISE) och X2Rail2 (VTI), Fr8Rail II (RISE, LiU, LTH, VTI, LU, BTH), Plasa-2 (KTH, LU), Fr8Rail III (RISE, LiU, LTH, VTI) och X2Rail4 (VTI). Shift2Rail är nu (för KAJT:s del) avslutat.

Trafikverket, och KAJT:s parter, har under 2022 varit delaktig i att utforma efterföljare till Shift2Rail, kallad Europe's Rail (EU-RAIL), tillsammans med ett tjugotal andra europeiska parter. Under 2022 har en utlysning gjorts, projekt har formerats och beviljats. KAJT kommer främst att vara aktivt inom delprojektet Motional som startade i december 2022. De KAJT-parter som är aktiva i Motional är Trafikverket, RISE, KTH, LiU, VTI, LU. Inom 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). KAJT är aktiv forskningspart inom TTT:s delområde "Forskning och innovation". KAJT:s parter delger resultat och har dialog med TTT om forskningsbehov och problem. TTT är även aktiva vid KAJT:s seminarier. KAJT har, genom RISE, varit mycket bidragande till framställande av TTT:s årsrapport för punktligheten 2022.

Genom Excellenssamarbetet sker en samverkan mellan KAJT, Charmec, Järnvägsgruppen KTH, och JVTC i Luleå.

### **13.Säkerhet**

Under året har arbete inom området säkerhet och FoI fortsatt att utvecklas. Arbete har varit att identifiera vilka projekt som har säkerhetsvärden, samt att vidta åtgärder för dessa projekt.

Säkerhetsarbetet har utvecklats hos Trafikverket med att bygga upp organisation och utveckla rutiner. Dialog om säkerhet har pågått mellan Trafikverket och KAJT akademiska parter. Arbete har skett med att få in skrivningar om säkerhet i KAJT FoI avtal.

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

### **14.Framtidsutsikter**

2022 är det sista verksamhetsåret för KAJT under gällande avtal. Under året gjordes en översyn av KAJT som del i arbetet med att ta fram nytt avtal. Utifrån detta fattades beslut att förlänga KAJT:s verksamhet med 5+5 år. Avtal för "KAJT 2.0", gällande perioden 2023-2027, har tagits fram och undertecknats av samtliga parter.

Införande av Excellensområden och Europe's Rail har 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 2022 har Shift2Rail avslutats samtidigt som Europe's Rail startat. EU-RAIL kommer vara en viktig del av KAJT:s verksamhet under de närmaste åren.

Konkurrensen om direktfinansiering genom Trafikverkets forskningsportföljer har ökat. Förutsättningarna för forskningsfinansiering inom KAJTs område är därför något svagare under 2022-2024 än tidigare år.

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 kraftigt ökat deltagandet. I framtiden avser KAJT 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 kommer att ha en betydligt mer framträdande roll inom Europe's Rail än inom tidigare Shift2Rail, vilket är lovande för KAJTs engagemang i området.

## **15. Summering KAJT:s första 10 år**

Under KAJT:s första 10 år har KAJT etablerats som en av de fyra viktigaste aktörerna inom Sveriges järnvägsforskning, vid sidan av Järnvägsgruppen KTH, Charnec vid Chalmers och Järnvägstekniskt centrum vid LTU. Samverkan likt KAJT är ofta förebild för nya samverkansområden även utanför järnvägen. KAJT har numera en självklar medverkan i större europeiska samverkansprojekt såsom Shift2Rail och Europe's Rail. KAJT och dess parter ansvarar för två av de större Excellensområdena, vilket givit de medverkande lärosätena en stabil plattform för långsiktig aktivitet i järnvägsområdet.

KAJT:s Vår- och Höstseminarium (inklusive KAJT-dagarna) är välbesökta och uppskattade mötesplatser för spridning av resultat och kunskap och för att skapa nätverk.

KAJT:s forskning är efterfrågad och central för Trafikverket och järnvägsbranschen, vilket till exempel yttrar sig genom att den ekonomiska omfattningen av forskningen har vuxit. Att KAJT-parterna och Trafikverket överenskommit om ytterligare 10 år med KAJT är också ett bevis på verksamhetens relevans.

KAJT har bidragit med viktig kunskap i stora förändringsprocesser vid Trafikverket såsom NTL (Nationell Tågtrafikledning) och MPK (Marknadsanpassad planering av kapacitet). KAJT har skapat demonstratorer och prototyper som hjälper Trafikverket och järnvägsbranschen att staka ut framtiden, exempelvis inom ERTMS (gemensamt europeiskt signalsystem) och nya lösningar inom planering och styrning av godstrafik. KAJT har bidragit med nya analysmetoder och processer för att förbättra järnvägsbranschens verksamhet. KAJT har spridit kunskap om ny forskning och internationell verksamhet. KAJT har varit en plattform för medverkan i internationella projekt. KAJT har bidragit till nätverk, kontakter och inspiration både innanför och utanför den akademiska verksamheten. KAJT har en påverkan på europeisk nivå inom

planering och styrning järnväg, samt har en nära samverkan med andra länder i första hand inom Europa.

Antal genomförda projekt: 115, varav 33 doktorandprojekt.  
Total projektvolym: ca 220MSEK (inklusive excellensområden)  
Avlagda examina: 14 licentiat, 13 doktor samt flertal docenter.

Mer detaljerad beskrivning av KAJT:s verksamhet och resultat återfinns i KAJT:s årsrapporter och projektkataloger<sup>6</sup>.

## **Bilagor till KAJT Årsrapport**

- Bilaga 1: Personer i KAJT 2022.
- Bilaga 2: Översikt KAJT-projekt 2022.
- Bilaga 3: Publikationer under 2022.
- Bilaga 4: KAJT-seminarier under 2022.
- Bilaga 5: KAJT Excellensområden 2022, se särskilt dokument:  
<https://kajt.org/forskning/excellensomraden/>

---

<sup>6</sup> <https://kajt.org/om-kajt/arsrapport.html> respektive <https://kajt.org/om-kajt/projektkatalog-1.html>.

## Bilaga 1

### Personer i KAJT 2022

Nedan listas personer som arbetat inom KAJT-projekt inklusive Excellensområde 7 och 9 under 2022 (exkl. medverkande från Trafikverket.)

#### Forskare

Namn	Organisation
Martin Joborn	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap, och RISE, Mobilitet och system
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
Jonas Eliasson	Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Emma Solinen *	Trafikverket. Doktorand vid Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Johanna Törnquist-Krasemann	Blekinge Tekniska Högskola, Institutionen för industriell ekonomi (TIEK)
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)
Bo-Lennart Nelldal	Railresearch
Oskar Fröidh	KTH, Transportplanering
Johan Högdahl **	KTH, Transportplanering
Jennifer Warg **	KTH, Transportplanering
Behzad Kordnejad	KTH, Transportplanering
Nilofar Minbashi *	KTH, Transportplanering
Ingrid Johansson	KTH, Transportplanering
Hans Sipilä	KTH, Transportplanering
Markus Bohlin	KTH, Transportplanering
Mohammad Al-Mousa *	KTH, Transportplanering
Martin Aronsson	RISE, Mobilitet och system
Martin Kjellin	RISE, Mobilitet och system
Sara Gestrelius **	RISE, Mobilitet och system. Doktorand vid Linköpings universitet, Inst. för Teknik och Naturvetenskap
Zohreh Ranjbar	RISE, Mobilitet och system
Eddie Olsson	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
Ida Kristoffersson	VTI
Tomas Rosberg **	VTI
Birgitta Thorslund	VTI
Gunilla Björklund	VTI
Chengxi Liu	VTI
Kristofer Odolinski	VTI
Jan Andersson	VTI
Niklas Olsson *	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
Daria Ivina *	Lunds universitet
Tiong Kah Yong *	Lunds universitet
Ruben Kuipers *	Lunds universitet
Michelle Ochsner *	Lunds universitet
Grace Mukunzi *	Lunds universitet
Nils Olsson	Lunds universitet

Doktorander markerade med \*. Disputerade under 2022 markerade med \*\*.

## Kontaktpersoner vid Trafikverket

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

Namn	Organisation
Amelie Propst	Trafikverket, VO Trafik
Andreas Bååth	Trafikverket, VO Trafik
Anna Maria Östlund	Trafikverket, VO Trafik
Carl-Magnus Kalvestam	Trafikverket, VO Trafik
Emil Berndtsson	Trafikverket, VO Trafik
Emma Dyrsséen	Trafikverket VO Planering
Emma Solinen	Trafikverket, VO Planering
Fredrik Lundström	Trafikverket, VO Planering
Gunnar Bengtsson	Trafikverket VO Trafik
Hans Dahlberg	Trafikverket, VO Trafik
Helena Tilander	Trafikverket, ERTMS-programmet
Jerry Onmalm	Trafikverket, VO Trafik
Johan Engsfelt	Trafikverket, VO Underhåll
Jonas Bälter	Trafikverket, VO Trafik

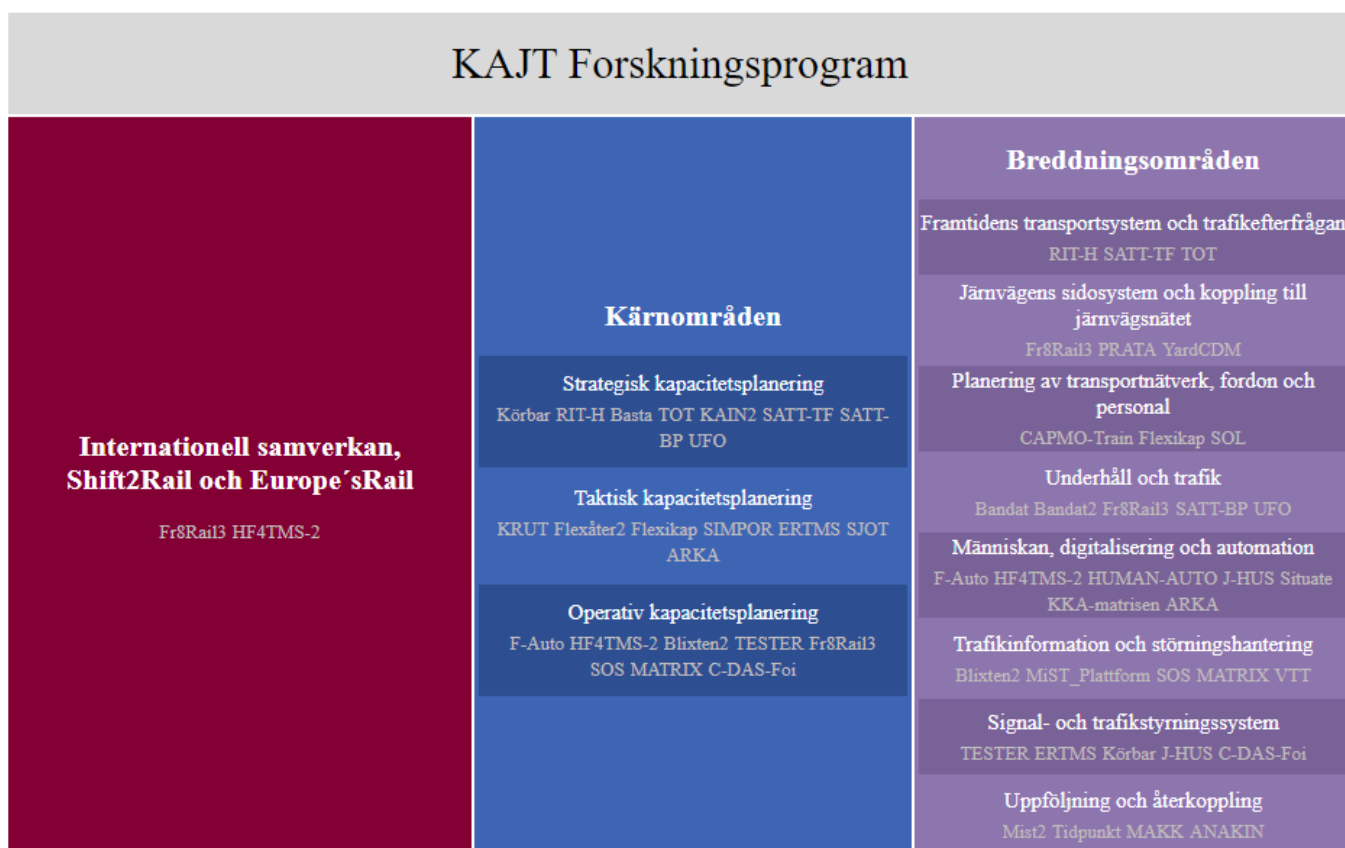
Jörgen Frohm	Trafikverket, VO Trafik
Kenneth Håkansson	Trafikverket, VO Trafik
Kristian Persson	Trafikverket, VO Planering
Lars Stenegard	Trafikverket, VO Trafik
Lisa Mannerhagen	Trafikverket, ERTMS programmet
Magnus Backman	Trafikverket, VO Planering
Magnus C. Johansson	Trafikverket, VO Trafik
Magnus Wahlborg	Trafikverket, VO Planering
Pelle Thorén	Trafikverket, VO Trafik
Per Johansson	Trafikverket, VO Planering
Per Köhler	Trafikverket, VO Planering
Pär-Åke Wärn	Trafikverket, VO Trafik
Ralf Grahn	Trafikverket, VO Planering
Rose-Marie Renberg	Trafikverket, VO Planering
Soli Liu-Viking	Trafikverket, VO Trafik
Stefan Persson	Trafikverket, VO Trafik
Tomas Gustafsson	Trafikverket, VO Trafik
Åke Lundberg	Trafikverket, VO Planering

KAJT relaterade projekt markerade med \*

## Bilaga 2

### Översikt KAJT-projekt 2022

I *KAJT Projektkatalog* (version 20230331) sammanställs KAJT:s pågående och avslutade projekt. I sammanställning här ingår även KAJT-projekt som startats i början av 2023 samt KAJT-relaterade projekt, dvs projekt i KAJT:s forskningsområde, men som inte är finansierade via KAJT.



Figur 3: Översikt över KAJT-projekt (inklusive nystarter 2023).

Projekt	Akronym	Område	Utförare
Arbeta med kvalitetsmått <sup>1</sup>	ARKA	Taktisk kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation	RISE
Automatiserad analys & klassificering av förseningsorsaker i järnvägssystemet	ANAKIN	Uppföljning och återkoppling	BTH
Banarbetsprocess och datatillgång, del 2 <sup>1</sup>	Bandat 2.0	Underhåll och trafik	LU
Betydelsen av styva tidtabeller för anslutningstrafik	BASTA	Strategisk kapacitetsplanering	VTI, LiU
Capacity Modeling and Shift Optimization for Train Dispatchers (CAPMO-Train)	CAPMO-Train	Planering av transportnätverk, fordon och personal	VTI, LiU
Framtida KAJT-Foi kopplat till C-DAS och Digital graf	C-DAS foi	Signal- och trafikstyrningssystem	RISE
Kapacitet i nätverk 2 (KAIN 2)	KAIN2	Strategisk kapacitetsplanering	KTH
Kommunikation-Kompetens-Arbeitsbelastning som stöd vid händelseutredningar och beslutande om åtgärder inom operativ tågtrafikledning	KKA-matrisen	Människan, digitalisering och automation	VTI
Kritiska störningar och punktlighet	Tidpunkt	Uppföljning och återkoppling	RISE
Maskininlärningsbaserat beslutsstöd för tågtrafikledning vid störningar: En experimentell studie <sup>1</sup>	Matrix	Operativ kapacitetsplanering, Trafikinformation och störningshantering	BTH
Mindre Störningar i Tågtrafiken - Plattformsåtgärder	MIST Plattform	Trafikinformation och störningshantering	LU
Människa-automation i framtida samverkan	HUMANAUTO	Människan, digitalisering och automation	UU
Mötesanalys och kanalkänslighet för godståg <sup>1</sup>	MAKK	Uppföljning och återkoppling	RISE
Prediktion av Ankomsttider och avgångar	PRATA	Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet	KTH
Robusta tidtabeller med kombinerad simulering och optimering	FlexÅter2	Taktisk kapacitetsplanering	KTH
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikberäkningsmodell för trafikflöden	SATT-TF	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan	RISE
Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden - banarbetsplanering	SATT-BP	Strategisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik,	VTI
Simulatorbaserad utbildning och träning av tågförare	SITUATE	Människan, digitalisering och automation	VTI
Simulering med Prism och RailSys (SIMPOR)	SIMPOR	Strategisk kapacitetsplanering	KTH
SJ – Optimering och Tidtabeller	SJOT	Taktisk kapacitetsplanering	RISE
Smart, data-based assets and efficient rail freight operation	Fr8RAIL3	Operativ kapacitetsplanering, Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet, Underhåll och trafik,	RISE, LiU, KTH, VTI
Stora omplaneringar sent	SOS	Operativ trafikplanering, Trafikinformation och störningshantering	LiU
Tjänsteutbud och Transportkapacitetsförsörjning på järnväg	TOT	Strategisk kapacitetsplanering, Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan	RISE



Tågsimulering och ERTMS.	ERTMS	Signal- och trafikstyrningssystem	VTI
Utformning av underhållsområden på större driftsplatser - förstudie <sup>1</sup>	UFO	Strategisk kapacitetsplanering, Underhåll och trafik	LiU
Följsam automation *	F-Auto	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation	LiU, UU, Linné-universitetet, Trafikverket
Robust tågplan med hjälp av kritiska punkter *	KRUT	Taktisk kapacitetsplanering	Trafikverket, LiU
Sjävlärande neurala nätverk för operativ lokstyrning – förstudie *	SOL	Planering av transportnätverk, fordon och personal	RISE
Värdering av trafikinformationsnyttor i tågtrafiken *	VTT	Trafikinformation och störningshantering	LiU
YardCDM Demo *	YardCDM	Järnvägens sidosystem och koppling till järnvägsnätet	RISE

\* KAJT-relaterat projekt. <sup>1</sup>Projekt startar 2023.

## Avslutade projekt 2022

Projekt	Akronym	Område	Utförare
Banarbetsprocesser och datatillgång	Bandat	Underhåll och trafik	LU
Blixten försättningsprojekt	Blixten2	Operativ kapacitetsplanering, Trafikinformation och störningshantering,	Blekinge Tekniska Högskola
Flexibilitet för ökad kapacitet på Malmbanan	Flexikap	Taktisk kapacitetsplanering, Planering av transportsystem, fordon och personal	RISE
Human Factors for TMS-2	HF4A-TMS	Operativ kapacitetsplanering, Människan, digitalisering och automation	VTI
Mindre störningar i tågtrafiken, del 2	Mist2	Uppföljning och återkoppling	LU
Reservkapacitet i tågplaneprocessen - huvudstudie	RIT-H	Strategisk kapacitetsplanering; Framtidens transportsystem och trafikefterfrågan	RISE
Testplattform med simulatorer för effektiv och trafiksäker driftsättning av ERTMS (TESTER)	TESTER	Operativ kapacitetsplanering, Signal- och trafikstyrningssystem	VTI
Järnvägens hus*	J-HUS	Signal- och trafikstyrningssystem	VTI
Körbarhetsanalyser med tågsimulator*	KÖRBAR	Strategisk kapacitetsplanering, Signal- och trafikstyrningssystem	VTI

\* KAJT-relaterat projekt.

## Bilaga 3

### Publikationer under 2022

#### Avhandlingar och examensarbeten

Gestrelus, S. (2022). Optimisation models for train timetabling and marshalling yard planning. Linköping Studies in Science and Technology Dissertations, No. 2216. ISBN 978-91-7929-256-0 (PDF). Doktorsavhandling. <https://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1651109/FULLTEXT01.pdf>

Högdahl, J. (2022). Improving Timetable Robustness and Punctuality of Railway Traffic: A Combined Simulation-Optimization Approach for Nonperiodic Timetabling on Double-Track Lines. KTH Royal Institute of Technology. TRITA-ABE-DLT-2239. ISBN 978-91-8040-372-6. Doktorsavhandling. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-320765>

Rosberg, T. (2022). Going from Lineside to In-cab Railway Signaling: Driveability Issues and Solutions. ISBN: 978-91-8040-400-6. Doktorsavhandling <http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1707936>

Warg, J. (2022). Timetable Analysis based on Social Cost and Simulation (PhD dissertation, KTH Royal Institute of Technology). <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-312092>

#### Tidskriftsartiklar

Ait-Ali, A., & Lidén T. (2022). Minimal utilization rate for railway maintenance windows: a cost-benefit approach. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 22(2), 108-131. DOI:10.18757/ejtir.2022.22.2.6130

Axelsson, C-A. W. & Jansson, A. A. (2022). Exploring visual maturity: A first look at eye behavior in train traffic control. *Journal of Expertise*, 5 (2-3), p.58-71.

Cort, R. & Lindblom, J. How work gets done in train traffic control: Unravelling the everyday work practices. *Artikeln är omarbetad och inskickad på nytt.*

Cort, R. & Lindblom, J. Sensing the breakdown: Managing complexity at the railway. *Artikeln är omarbetad och inskickad på nytt.*

Högdahl, J., & Bohlin, M. (2022). A Combined Simulation-Optimization Approach for Robust Timetabling on Main Railway Lines. *Transportation Science* 57(1):52-81. <https://doi.org/10.1287/trsc.2022.1158>

Joborn, M. Ranjbar, Z. (2022). Understanding causes of unpunctual trains: Delay contribution and critical disturbances. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2022.100339>

Johansson, I., Palmqvist, C-W., Sipilä, H., Warg, J., Bohlin, M. (2022). Microscopic and macroscopic simulation of early freight train departures. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, Vol. 21. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2022.100295>

Lundberg, J., Nylin, M., Praetorius, G., Jansson, A. A. & Bång, M. (2023). Human-Automation Interaction Design for process control: A cross-domain comparison between air-, vessel- and train traffic control. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making* (under review).

Minbashi, N., Sipilä, H., Palmqvist, C-W., Sipilä, H., Bohlin, M., Kordnejad, B. (2023). Machine learning-assisted macro simulation for yard arrival prediction. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, Vol. 25. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2022.100368>

Olsson, N., Lidestam, B., & Thorslund, B. (2022). Effect of Train-Driving Simulator Practice in the European Rail Traffic Management System: An Experimental Study. *Transportation Research Record*, 0(0). <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/03611981221135802>

Palmqvist, C.W. (2022) Excess probability of delays from train meets and passes, *Journal of Rail Transport Planning and Management*. Volume 21, March 2022, article 100298. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2022.100298>

Palmqvist, C.W., Lind, A. & Ahlqvist, V. (2022) How and Why Freight Trains Deviate from the Timetable: Evidence from Sweden. *IEEE Open Journal of Intelligent Transportation Systems*. Volume 3, pp. 210-221. <https://doi.org/10.1109/OJITS.2022.3160546>

Palmqvist, C-W., Johansson, I., Sipilä, H. (2023). A method to separate primary and secondary train delays in past and future timetables using macroscopic simulation. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol 17. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100747>

Palmqvist, C.W. & Kristoffersson, I. (2022) A Method for Monitoring Rail Punctuality Improvement, *IEEE Open Journal of Intelligent Transportation Systems*. Volume 3, pp. 388-396. <https://doi.org/10.1109/OJITS.2022.3172509>

Ranjbar, V., Olsson, N. O.E., Sipilä, H. (2022). Impacts of signalling system on capacity – Comparing legacy ATC, ETCS level2 and ETCS hybrid level 3 systems. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, Vol. 23. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2022.100322>

Rosberg, T., Thorslund, B., 2022. Radio communication-based method for analysis of train driving in an ERTMS signaling environment. *European Transport Research Review*, 14, Article 18. doi:10.1186/s12544-022-00542-5. <https://etr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-022-00542-5>

Tiong, K.Y., Palmqvist, C.W., Olsson, N.O.E. (2022) The Effects of Train Passes on Dwell Time Delays in Sweden. *Applied Sciences*, Volume 12, Issue 6, Article ID 2775. <https://doi.org/10.3390/app12062775>

## Konferensartiklar

Johansson, I., Sipilä, H., Palmqvist, C-W. (2022). Simulating the Punctuality Impacts of Early Freight Train Departures. In Proceedings of 13th Congress on Railway Research (WCRR 2022), Birmingham, UK, June 6–10.

Kuipers, R.A. & Palmqvist, C.W. (2022). Time-varying dwell times for commuter trains. 9th Transport Research Arena TRA Lisbon 2022, Portugal.

Kuipers, R. & Palmqvist, C.W. (2022). The spread of passengers on platforms and dwell times for commuter trains: A case study using automatic passenger count data. 2022 Triennial Symposium on Transportation Analysis (TRISTAN), Mauritius, 19-25 June 2022.

Tomas Lidén, Christiane Schmidt, and Rabii Zahir: Shift Scheduling for Train Dispatchers, Abstract, Swedish Transportation Research Conference 2022, Lund, October 19-20, 2022.

Tomas Lidén, Christiane Schmidt, and Rabii Zahir: Shift Scheduling for Train Dispatchers, Submitted for Publication (RailBelgrade 2023).

Lindblom, J. & Laaksoharju, M. (2022). A roadmap for UX in rail: Changing tracks in train traffic research. In J. Lindblom & C. Österman (Eds.), Conference Proceedings of the 51<sup>st</sup> NES Conference: Work Well – Ergonomics in an unpredictable world. Uppsala: Nordic Ergonomic Society (NES) & Uppsala University, pp. 51-58.

Ochsner, M. & Palmqvist, C.W. (2022). Weather and train disruptions in Sweden 2011-2019. The 18th International Conference on Railway Engineering Design & Operation, Comrail2022, Valencia, Spain.

Ochsner, M., Palmqvist, C.W., Olsson, N.O.E. & Winslott Hiselius, L. (2022). The effects of flooding on railway infrastructure: A literature review. 9th Transport Research Arena TRA Lisbon 2022, Portugal.

Pappaterra, M. J. (2022). A literature review for the application of artificial intelligence in the maintenance of railway operations with an emphasis on data. In S. Marrone et al. (Eds.), Dependable Computing – Proceedings of ECCO 2022 Workshops (SERENE, DREAMS, AI4RAILS), Zaragoza, Spain Sept. 12<sup>th</sup> 2022.

Tiong, K.Y., Palmqvist, C.W. (2022). Quantitative Methods for Train Delay Propagation Research. The 9th Transport Research Arena TRA Lisbon 2022, Portugal.

Tiong, K.Y., Ma, Z. & Palmqvist, C.W. (2022). Prediction of train arrival times. The 18th International Conference on Railway Engineering Design & Operation, Comrail2022, Valencia, Spain.

Tiong, K.Y., Ma, Z. & Palmqvist, C.W. (2022). Real-time Train Arrival Time Prediction at Multiple Stations and Arbitrary Times. The 25th IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems in Macau, China.

## **Vetenskapliga artiklar/Tekniska rapporter/"White papers"**

Aronsson, M., Kjellin, M. RIT – Reservkapacitet i tilldelningsprocessen: Underlagsrapport 2. RISE Rapport 2022:63. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1662955/FULLTEXT01.pdf>

Aronsson, M., Kjellin, K. Reservkapacitet i tilldelningsprocessen (RIT) – Slutrapport. RISE Rapport 2022:115. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1711629/FULLTEXT01.pdf>

Aronsson, M, En not om att mäta kapacitet. RISE rapport 2022:116. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1722644/FULLTEXT01.pdf>

Gestrelus, S., Joborn, M., Flexibilitet för ökad kapacitet på Malmbanan, RISE Rapport 2022:147, <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-62543>

Kristoffersson, I. (2019). Indikatorer för ökad punktlighet på järnväg: Slutrapport inom projektet Nypunkt. VTI rapport 1008. <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1314131/FULLTEXT02.pdf>

Olsson, N. (2022). ERTMS-utbildning i simulatormiljö: framgångsfaktorer för en effektiv utbildning. VTI rapport 1118. <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1646536/FULLTEXT01.pdf>

## **Shift2Rail och EU-rapporter**

Lidén, T. Joborn, M., Gestrelus, S., Häll, C.-H., Peterson, A., Schmidt, C., Minbashi, N., Sipilä, H., Wahlborg, M. (2022). Demonstration of enhanced and integrated line- and yard planning and possibilities for implementation. Deliverable D2.3 from project FR8RAIL III

Peterson, A., et al. (2022). Method development for enhanced and integrated line- and yard planning. Deliverable D2.2 from project FR8RAIL III

## **Konferenspresentationer (utan proceedings)**

Presentationer vid KAJT:s Vår- och Höstseminarium redovisas i Bilaga 4

Gestrelus, S. Samplanering vid Malmö godsbangård - koncept för digital datadelning (Shift2Rail), Transportforum, Linköping, 2022.

Joborn, M., Ranjbar, Z., Tidiga godståg – potential eller problem? Transportforum, Linköping, 2022.

Johansson, I., Strategisk kapacitetsanalys av järnvägsstationer. Transportforum, Linköping, 2022.

Laaksoharju, M. & Lindblom, J. A roadmap for UX in rail: Changing tracks in train traffic research. NES-konferensen i Uppsala 2022.

Lidén, T., A Bi-level Approach for Scheduling Railway Renewal Projects. Swedish Operations Research Conference SOAK 2022, Stockholm 2022-10-24 – 25.

URL [https://soafse.files.wordpress.com/2022/10/soak\\_2022\\_program-2.pdf#SPEAKER.12](https://soafse.files.wordpress.com/2022/10/soak_2022_program-2.pdf#SPEAKER.12)

Minbashi, N., Sipilä, H., Palmqvist, C. W., Bohlin, M., & Kordnejad, B. (2022a). An integrated approach for yard-network modelling. Poster presentation at TRA 2022, Lisbon, Portugal.

Minbashi, N., Sipilä, H., Palmqvist, C.W., Bohlin, M. & Kordnejad, B. (2022b). Combining machine learning and macro-simulation to increase yard predictability. The Swedish Transportation Research Conference 2022, Lund, Sweden.

Olsson, N., Tilander, H. ERTMS-utbildning i simulatormiljö. Transportforum, Linköping, 2022.

Ochsner, M., Palmqvist, C.W., Olsson N.O.E. & Winslott Hiselius, L. (2022). The effects of flooding on railway infrastructure: A literature review. The Swedish Transportation Research Conference 2022, Lund, Sweden.

Palmqvist, C-W. Nypunkt2 och Mist Plattform. TTT tematräff, 2022.

Palmqvist, C.W., Sipilä, H. & Johansson, I. (2022). Primary and secondary train delays in past and future timetables - a case study in southern Sweden. The Swedish Transportation Research Conference 2022, Lund, Sweden.

Tiong, K.Y., Ma, Z. & Palmqvist, C.W. (2022). Real-time train arrival times prediction along Swedish Southern Mainline. The Swedish Transportation Research Conference 2022, Lund, Sweden.

## Bilaga 4

### KAJT-seminarier under 2022

Vid KAJT:s seminarier under 2022 fanns återigen möjligheten att träffas fysiskt på grund av lättade corona-restriktioner. Möjligheten fanns också att delta via internet. Intresset för att träffas var högt.

#### Program för KAJT Vårseminarium 26 april 2022

- Inledning och om KAJT Martin Joborn, Linköpings universitet och RISE, Magnus Wahlborg, Trafikverket
- Det mänskliga bidraget: trafikledares och informatörers användning av teknik och arbetspraktiker i kontrollrummet vid hantering av förseningar och avbrott i tågtrafiken Jessica Lindblom, Uppsala universitet
- Nya metoder vid studier av tågtrafikledares arbete Anders Arweström Jansson, Uppsala universitet
- Yard Coordination System för MGB Sara Gestrelus, RISE, Sebastian Olred, Trafikverket
- Trafikverket KAJT och Europe's Rail FA1 Magnus Wahlborg, Trafikverket
- Den digitala trafikledningen Therese Angel, Jörgen Hwargård, Peter Olsson, Jerry Onmalm, Trafikverket
- Capacity allocation in unmonitored railway yards Mohammad Al Mousa, KTH
- MPKstart – förutsättningar för Successiv planering och fler möjligheter att kapacitetsoptimera Jonas Dahlin, Trafikverket
- Samhällsekonomisk värdering för olika nyttjandegrad av servicefönster Abderrahman Ait Ali, Tomas Lidén, VTI
- The use of reserved capacity for trackwork in Sweden Daria Ivina, LU

#### Program för KAJT Höstseminarium 22 november 2022

- Inledning Martin Joborn, Linköpings universitet och RISE, Magnus Wahlborg, Trafikverket
- Använda tågsimulator för att studera effekter av ny ibruktagandestrategi för ERTMS Niklas Olsson, VTI, Peter Söderholm, Trafikverket
- Intelligent Video Gate (IVG)s roll i logistikflödet Ingrid Nordmark, KTH, Martin Aronsson, RISE

- Europe's Rail Flaggskepp 1 utvecklar och demonstrerar framtidens gränsöverskridande Kapacitetsplanering och Trafikledning Magnus Wahlborg, Trafikverket
- Reservkapacitet, hur och varför då, då? Martin Aronsson, RISE
- Vad innebär flexibla malmtrafik? Sara Gestrelus, Martin Joborn, RISE
- KKA-matrisen som stöd vid händelseutredningar och beslutande om åtgärder inom operativ tågtrafikledning Gunilla Björklund, Jan Andersson, VTI
- Maximizing railway punctuality by combined simulation and timetable optimization Johan Högdahl, KTH
- Samband växelfel och förseningar Grace Mukonzi, LTH