

Examensarbete
15 högskolepoäng, Grundnivå

Behov, perspektiv och möjligheter för lokförare kopplat
till C-DAS, SFERA och gamification

Train drivers' needs, perspectives and opportunities with
C-DAS, SFERA and gamification

Anthon Haväng

Examen: Kandidatexamen, 180 hp
Huvudområde: Datavetenskap
Program: Systemutvecklare
Datum för slutseminarium: 2024-05-27

Handledare: Åse Jevinger
Examinator: Jesper Larsson

Sammanfattning

Denna uppsats undersöker hur de digitala kommunikationssystemen C-DAS och SFERA kan möta och förbättra lokförarnas behov, perspektiv och arbete samt hur gamification kan integreras i detta. Genom en kombination av litteraturstudie, intervjuer med lokförare och en undersökning av befintliga tekniska system, analyseras hur dessa teknologier påverkar lokförarnas dagliga arbete och deras förmåga att hantera och interagera med avancerade trafikledningssystem. Det finns en viss ovilja bland lokförare till införandet av digitala förarverktyg som påverkar deras yrkesutövande i den utsträckning C-DAS gör. Resultaten pekar på att C-DAS och SFERA i ganska god utsträckning möter lokförarnas kommunikations- och informationsbehov men att det med enkla medel går att förbättra protokollet så att acceptansen ökar. Engagemanget och acceptansen bland lokförarna kan stärkas ytterligare genom att införa gamification-element i dessa digitala system.

Resultatet representeras i form av förslag på hur nya datamodeller kan se eller hur SFERA-protokollet bör justeras för att ta hänsyn till lokförarens perspektiv. Studien är ett kandidatarbete och har gjorts i samarbete med Trafikverket.

Abstract

This thesis explores how the digital communication systems C-DAS and SFERA can meet and improve the needs, perspectives, and work of train drivers, and how gamification can be integrated into this. Through a combination of a literature review, interviews with train drivers, and analysis of existing technological systems, it examines how these technologies affect the daily work of train drivers and their ability to manage and interact with advanced traffic management systems. There is some reluctance among train drivers to the introduction of digital driving tools that affect their professional practice to the extent that C-DAS does. The results indicate that C-DAS and SFERA meets the communication and information needs of train drivers to a fairly good extent, but that the protocol can be improved with simple means to increase acceptance.

The result is represented in the form suggestions for how new data sets can be structured or how the SFERA protocol should be adjusted to better respond to the needs of train drivers. This study is a bachelor's thesis and has been conducted together with the Swedish Transport Administration (Trafikverket).

Tack

Jag vill rikta ett varmt tack till Emelie som har ställt upp för mig den här terminen. Jag vill tacka Bosse som har hållit mig sällskap under uppsatsskrivandet och tagit många promenader med mig. Stort tack till Peter Olsson och Therese Angel på Trafikverket som gav mig möjligheten att få skriva uppsatsen i samarbete med er och Trafikverket. Slutligen vill jag tacka min fantastiska handledare Åse som hade en otrolig förmåga att stötta mig när jag hade svårt att orientera mig i uppsatsdimman.

Innehåll

1	Begrepp och förkortningar	1
1.1	Allmänt, järnväg	1
1.2	SFERA och engelsk järnvägsterminologi	2
2	Inledning	4
2.1	Bakgrund	4
2.2	Problemformulering	5
2.3	Frågeställning och syfte	6
3	Litteraturstudie	6
3.1	Urval	6
3.2	Systembeskrivning och relaterad forskning	7
3.2.1	C-DAS	7
3.2.2	TMS	8
3.2.3	Dataflödet inom C-DAS enligt SFERA	9
3.2.4	Gamification	13
4	Metod och etisk analys	15
4.1	Metodbeskrivning	15
4.1.1	Design-scienceforskning	15
4.1.2	Tillämpning	17
4.1.3	Urval av intervjuobjekt	18
4.1.4	Datainsamling	19
4.2	DS-forskning (Hevner) kontra andra metoder	20
4.3	Etisk analys	20
5	Datainsamling	22
5.1	Dokumentanalys: SFERA och gamification	22
5.1.1	SFERA-kommunikation	22
5.1.2	SFERA:s avgränsning	22
5.1.3	SFERA:s datauppställning	22
5.1.4	Gamification och DAS	23
5.2	Intervjuer med lokförare	27
5.2.1	Intervjufråga 1: Lokförare och DAS-verktyg	27
5.2.2	Intervjufråga 2: Kommunikations- och informationsbehov	28
5.2.3	Intervjufråga 3: Utmaningar	29
5.2.4	Intervjufråga 4: Övriga tillägg	29
6	Resultat och analys	30
6.1	Lokförarnas behov och SFERA-protokollet	30
6.2	Förbättringsförslag som resultat av intervjuer	31
6.2.1	Kommunikation från TMS till C-DAS-OB	31
6.2.2	Kommunikation från C-DAS-OB till TMS	33
6.3	Tillgodosedda behov	36
6.4	Validering av förbättringsförslag	36

6.5	Gamification	39
7	Diskussion	39
7.1	C-DAS/SFERA	39
7.1.1	Begränsningar	40
7.2	Gamification och C-DAS	41
8	Slutsatser och vidare forskning	41
8.1	SFERA	41
8.2	Gamification	42
	Referenser	43
	Bilagor	45
A	Intervjufrågor	45
B	Validering	50
C	Scenarier	56

1 Begrepp och förkortningar

1.1 Allmänt, järnväg

TRV Trafikverket. Svensk statlig förvaltningsmyndighet med ansvar för planering, byggande samt drift av statliga vägar och järnvägar.

TS Transportstyrelsen. Svensk statlig tillsynsmyndighet som utövar regelgivning, tillståndsprovning och tillsyn inom transportområdet.

Infrastrukturförvaltare Organisation eller organ som förvaltar (järnvägs-) infrastruktur. I Sverige kräver uppdraget som infrastrukturförvaltare godkännande från TS. Anläggningens delsystem fordrar tekniskt godkännande av TS [25]. Trafikverket är ett exempel.

TKL Tågklarerare. Person som från en tågtrafikledningscentral övervakar och leder trafikverksamheter på järnväg [24].

JF Järnvägsföretag. Ibland kallat tågoperatör. Företag som innehar tillstånd att bedriva verksamhet på järnvägsinfrastruktur hos en infrastrukturförvaltare [26].

Graf Grafisk representation av en planerad tågfärds tidtabell.

GSM-R Global system for mobile communications - railway. Tillägg till den internationella mobiltelefonistandarden GSM och som specifikt avser järnvägskommunikation. GSM-R har ett reserverat frekvensspektrum som bara får användas inom järnvägsverksamhet. Via antenner längs med järnvägen säkerställs att tåg alltid kan nås med radiokommunikation på frekvenser som är garanterat tillgängliga. Erbjuder säker överföring av både röst (samtal) och data (passagerarinformationssystem, lastspårning, videoövervakning m.m). [23]

Trafikplats Samlingsbegrepp för driftplats, driftplatsdel, linjeplats, hållplats och hållställe [24].

Linjen Avsnitt av järnvägsbana utanför en driftplats gränser [24]. För att jämföra med en graf såsom de ser ut inom grafteori kan man se trafikplatser som hörn och linjen som kanter.

Driftplats Ett från linjen avgränsat område av banan som kan övervakas av tågklarerare mer detaljerat än vad som krävs för linjen. Kallas i folkmun 'station'.

Driftplatsdel Avgränsad del av driftplats [24].

Hållställe Plats inom en driftplats avsedd för av- och påstigning [24].

Hållplats Plats på linjen avsedd för av- och påstigning [24].

Körplan Dokument som bland annat innehåller en unik identifierande beteckning och tilldelas av vederbörande infrastrukturförvaltare. På TRV:s körplaner anges vid vilken driftplats eller driftplatsdel tågfärden påbörjas respektive avslutas samt vid vilka trafikplatser tågfärden passerar och vid vilka tidpunkter, samt för vilket datum dokumentet gäller [24]. Körplaner på TRV:s infrastruktur baseras på årsvis kapacitetsfördelning efter att JF ansökt om tågläge inför den årliga tågplanen.

Tågmöte Situation som innebär att två mötande tåg måste passera varandra samtidigt på en (mötes-)driftplats vid enkelspårdrift.

Digital graf Förmågan att kunna utföra digital operativ planering av tågtrafik [2].

STEG System/applikation som förvaltas av TRV varuti digital operativ planering utförs [2].

1.2 SFERA och engelsk järnvägsterminologi

TMS Traffic Management System. Benämning på system som används av tågklarerare för operativ planering av kapacitet på järnväg [12]. Har förmågan att delge C-DAS-ombordsystem ny tidtabell för beräkning och verkställande [12]. TRV:s TMS är Digital graf/STEG.

TC Train controller; engelsk benämning på tågklarerare. Se *TKL* under avsnitt 1.1. Ej att förväxla med TC (train characteristics).

DAS Driver Advisory System. Förarstödsystem i form av en applikation som utifrån givna parametrar kan beräkna och återge en rekommenderad hastighetskurva. Beräkningen görs utifrån exempelvis data om infrastrukturen (lutning, signalplaceringar, STH etc.), data om fordonet applikationen körs ombord på (tåglängd, tågvikt, bromskraft, motorers effektpotential etc.), och GPS-position. [28]

C-DAS *Connected* Driver Advisory System. DAS som har en direktlänk till ett TMS och kan ta emot data för beräkning av körprofil [19]. När järnvägsföretag använder detta system kan tågklarerare planera, påverka och styra tågtrafik i nära realtid genom att pusha:a ut ny tidtabellsinformation från TMS till C-DAS-klienter. C-DAS-ombordsystemet kan även skicka data till TMS som t. ex positioneringsdata eller fordonsegenskaper (tågvikt, tåglängd, STH m.m).

S-DAS *Standalone* Driver Advisory System. Avser DAS i form av förarstödsystem som kan ge hastighetsrekommendationer, och presentera annan data men som *inte* interagerar med något TMS [12]. Hastighetsrekommendation kan beräknas t. ex. utifrån rättidighet i förhållande till tidtabell för tåget, befintlig hastighet och GPS-position [2]. Systemet kan kommunicera med och inhämta information ifrån exempelvis ett JF:s IT-tjänster och Trafikverkets öppna data. S-DAS-applikationer är vanligt i Sverige idag [2].

IM DAS-TS C-DAS Trackside System. System som etablerar kontakt mellan TMS och C-DAS-ombordsystem via en server på järnvägsföretaget [19]. Systemet skapar s.k. SFERA-meddelanden, dvs. datapaket som kommer från TMS och vidarebefordrar till C-DAS-ombordsystem. Kan även ta emot data från C-DAS-ombordsystem och skicka till TMS [19].

C-DAS-OB C-DAS On Board. Applikation som körs på digital enhet ombord på tåg och kommunicerar med RU DAS-TS [19]. Tar emot datapaket från TMS och utför beräkning av körprofil. Körprofilen presenteras för föraren för verkställande.

RU DAS-TS Railway Undertaking DAS Track Side. Järnvägsföretagets system (server-sida) som förser C-DAS-OB med data från IM DAS-TS.

IM DAS-TS Infrastructure Manager DAS Track Side. Infrastrukturförvaltarens system som tillhandahåller data från TMS åt RU DAS-TS.

Grått tåg Trafikverkets benämning på tågfärd som framförs utan verksam C-DAS och därmed inte kommunicerar med TMS/IM-DAS-TS [12, 18]. Tåg som är utrustat och framförs med C-DAS men vars förare inte följer tilldelad körprofil kan också vara ett 'grått tåg'.

SFERA Smart communications For Efficient Rail Activities. Protokoll för digital kommunikation mellan TMS och C-DAS. System som tillämpar SFERA-standarden för kommunikation mellan tågklarare och lokförare är för närvarande under införande i Sverige [12].

IM Infrastructure manager. Internationell benämning för infrastrukturförvaltare [19].

RU Railway undertaking. Internationell benämning för järnvägsföretag [19].

RTTP Real Time Traffic Plan. Den aktuella 'nu gällande' realtidstidtabellen för tågtrafiken. Jämfört med tågplanen som innehåller statisk data om tåglägen (tidtabeller) för innevarande trafikeringår kan man säga att RTTP är en dynamisk nulägesbild av tåglägen. RTTP innehåller exempelvis uppgifter om passagetider vid trafikplatser, spårval och prioritetsnivå för tågen [12, 19].

SP Segment Profile. Statisk data om terräng och infrastruktur, t. ex banors STH, lutning, kurvradie etc [19].

TC Train characteristics. Data om fordon som framförs, i synnerhet begränsningar som påverkar tågens förmåga att upprätthålla rättidighet såsom STH, adhesionsförhållanden, längd och vikt. Data:t delges IM DAS-TS av RU DAS-TS.

TP Timing Point. Geografisk målpunkt på banan (t. ex. trafikplats) som kan tillskrivas attribut med specifik tidpunkt (dvs. senaste passagetid) eller tidsfönster ett tåg ska hålla sig inom [19]. Om ett tåg ska göra ett uppehåll av en eller annan anledning listas det i TP för en viss trafikplats. TP:er används som villkor vid C-DAS-OB:s uträkning av hastighetsprofil så att de uppfylls [19].

TPE Train Path Envelope. Består av en lista av TP:er (geografiska målpunkter) med tillskrivna tidpunkter eller tidsfönster som ett tåg måste respektera. TPE skickas från TMS (via IM DAS-TS) till C-DAS-OB (via RU DAS-TS) som en del av JP [19].

JP Journey Profile. Ett specifikt tågs kapacitetsutrymme i RTTP. Datapaket som inkluderar uppehåll och spårval för ett visst tåg [19]. Innehåller en lista av TP som måste uppfyllas för att tågfärden ska kunna fullfölja sin omplanering [19]. JP är föremål för uppdatering närsomhelst under tågfärdens gång [19]. Sammantaget är JP ett informationspaket som består av: TPE, en lista av TP:er samt en lista av SP:er. Utifrån JP beräknar C-DAS-OB en körprofil. JP delges C-DAS OB via IM DAS-TS och RU DAS-TS.

Driving profile Körprofil. Den av C-DAS-OB beräknade optimala hastighetsprofilen som presenteras för lokföraren under färd för att trafikförbättring ska uppnås [7]. Driving profile baseras på realtidsdata, TPE och andra begränsande faktorer (banors egenskaper, motoreffekt, tågvtikt etc.) [7]. Anvisningar/råd kan exempelvis bestå av ‘pådrag’, ‘farthållning’, ‘frirull’ (rörelse genom momentum), ‘broms’ eller en specifik hastighet [7]. Driving profile beräknas av en algoritm som järnvägsföretaget implementerar i sin C-DAS-lösning. Om ett tåg inte kör med C-DAS i någon form (dvs grått tåg) är körprofilen den faktiska körningen så som tåget framförs [19].

2 Inledning

2.1 Bakgrund

Trafikverket vill stärka sin operativa trafikledningsförmåga genom att effektivisera samspellet mellan tågklarerare och lokförare [3]. Målet med effektiviseringen är att genom en IT-lösning förbättra trafikkapacitet, punktlighet, förmågan att hantera trafikstörningar samt minska slitaget på järnvägsfordon och infrastruktur [3, 12, 18, 2]. En nyckelfaktor i detta är att stärka tågklarerarnas förmåga i realtid kunna omplanera ett enskilt tågs tidtabell [12]. Genom att justera, effektivisera och synkronisera tågens körplaner under tågens gång kan kapaciteten på järnvägen förbättras, inbromsningar tidigareläggas och reduceras, hastigheter sänkas, effektuttag begränsas, och timing i tågmöten optimeras - utan att tågen tappar tid [3, 12, 14, 18, 19, 28].

Vidare ska tågtrafikledningssystemet nå en högre grad av precision avseende tågpositionering för att kunna leverera bättre beslutsstöd åt tågklarerare [2]. Nuvarande tågpositioneringssystem använder spårledningarna vilka kan vara upp till 10 km långa. Detta ger en låg upplösning och därmed endast en grov skattning av ett tågs faktiska position [2]. För att realisera önskad effektivisering krävs förändringar i Trafikverkets operativa ledningssystem, och en ny sluten informationslänk mellan tågklarerare och lokförare [12, 2]. Data av

olika slag måste tillhandahållas och tas emot mellan trafikledningscentralen och lokföraren enligt fastställt protokoll. När ett tåg tagit emot information från tågklararen räknar ombordutrustningen ut en körprofil som tåget följer [12]. Järnvägsföretagen ansvarar för att utrusta sina tåg eller förare med system som kan ta emot, beräkna och återge hastighetsanvisningar - antingen som inbyggd komponent i förarpanelen eller via en applikation på digital mobil enhet [12].

Trafikverket har identifierat att ytterligare trafikkapacitet på järnväg kan frigöras via en IT-lösning istället för genom stora och kostsamma infrastrukturprojekt med samma mål [18]. IT-lösningen kallas C-DAS vilket står för *connected driver advisory system*. C-DAS är en specialisering av konceptet DAS som är mer generellt och kan appliceras på tåg, bilar, lastbilar och andra transporter. Det är även genom specifikt denna typ av applikation lokförare tar emot data från en trafikledningscentral när omplanering av tidtabell gjorts [12, 7]. En standard togs fram i slutet av 2022 för att specificera ett protokoll för den här typen av datakommunikation [7]. Standarden benämns SFERA vilket är en förkortning av *Smart communication for efficient rail activities* [7]. Trafikverket vill nu implementera denna teknik så att de direkt från trafikledningscentralerna kan tillhandahålla nödvändig och önskvärd information på ett tjänligt och gynnsamt vis för lokförare att följa [3, 12, 18].

Gamification, eller spelifiering, introducerar spelmekanismer i icke-spelkontexter för att öka användarens engagemang och motivation [17, 22]. Det finns studier på när detta har tillämpats i DAS-sammanhang [22] med gott resultat [17]. I kontexten av C-DAS har införandet av gamification potential att förbättra lokförarnas interaktion med systemet genom att öka deras engagemang och lärande [17, 22].

2.2 Problemformulering

Säkerheten är alltid av högsta prioritering för en lokförare; hen måste upprätthålla ett koncentrerat fokus framåt under körning. Förutom att fokusera på banan framåt måste även tågets framförande (pådrag, rullning, broms etc.), status på ombordsystem, diverse inkommande och utgående samtal och meddelanden (från järnvägsföretagets trafikledning, Trafikverkets trafikledning samt tjänstgörande ombordpersonal) skänkas fokus och det är upp till föraren att prioritera och göra rätt beroende på vad situationen kräver. När då ytterligare ett moment som har hög prioritet tillförs bland nämnda distraktioner bör det ske på ett sådant sätt att föraren *vill* och *kan* följa de anvisningar som förordas via C-DAS. Trafikverkets pilottester har visat att förarens förståelse av kontexten för den nya angivna körplanen kan spela in i viljan att realisera den [3, 18]. I förlängningen kan detta påverka järnvägsföretagens implementeringstakt av C-DAS då en ovilja bland lokförare att använda digitala verktyg i sin körning kan sinka införandet av dylika applikationer. En skicklig förare har efter flera års yrkesutövande djuplodande kännedom om fordonet som framförs och banans särskilda egenskaper och därmed vilken körning som fordras därefter. En förare som förstår *varför* inlärdd erfarenhetsbaserad hastighetsprofil kan behöva frångå har större vilja att köra inom den mottagna anvisningen. Då realtidsjusteringarna av tidtabeller ofta berör flera tåg kommer de som inte tar emot och följer dessa anvisningar få en stor negativ inverkan på trafikflödet [12]. Dels för att det inte går att se hur tåget framförs men även att det inte kan delges ny tidtabellsinformation. Det ligger därför

i Trafikverkets intresse att så många järnvägsföretag som möjligt implementerar en C-DAS-lösning. Vidare har gamification i DAS-applikationer i vissa studier visat sig kunna stimulera motivering hos lokförare. Om gamification kan användas för att ytterligare kan skapa good-will hos lokförarna vore det relevant att studera dess integration i C-DAS-applikationer.

2.3 Frågeställning och syfte

Syftet med studien är att undersöka i vilken utsträckning fastställd digital kommunikations- och informationsutbyte mellan lokförare och tågklarerare tillgodoser lokförarens informations- och kommunikationsbehov. Utifrån detta resultat ska förbättringar av SFERA-protokollet föreslås.

För att den nya paradigmen med C-DAS/TMS ska lyckas behöver en så stor del som möjligt av tågtrafiken framföras med C-DAS. Det ligger därför i Trafikverkets intresse att järnvägsföretagen tillämpar en C-DAS-lösning i sin verksamhet. Om datautbytet mellan lokförare och tågklarerare tillämpas så att förarnas informations- och kommunikationsbehov inte tillgodoses skulle det kunna leda till lägre förtroende och en lägre grad av efterlevnad av hastighetsanvisningar hos förarna. Omvänt skulle ett tillgodosett informationsbehov med högt förtroende hos förarna i sin tur kunna leda till högre grad av efterlevnad av hastighetsanvisningar. I förlängningen skulle detta kunna leda till snabbare införandetakt av C-DAS hos järnvägsföretagen samt good-will för Trafikverket.

1. Hur ser benägenheten ut för lokförare att följa digitala hastighetsrekommendationer från en mjukvaruapplikation idag?
2. Hur väl tillgodoser befintlig standard för datautbyte inom C-DAS lokförarens informationsbehov avseende efterlevnad av hastighetsanvisningar?
3. Hur kan kommunikation- och informationsutbyte mellan lokförare och tågklarerare förbättras genom att det grundläggande protokoll Trafikverket tillämpar idag (SFERA) utökas?
4. Hur kan gamification användas för att stödja och motivera lokförare i deras användande av C-DAS-verktyg?

3 Litteraturstudie

3.1 Urval

Ett antal urvalskriterier togs fram för att nå ett relevant resultat från litteraturstudien. Valet av databaser grundade sig i att det fanns relativt lite publicerad forskning kopplat till uppsatsens område. Exempelvis saknade ACM:s databas relevant publicerad forskning och användes därför inte. Sökträffarna från IEEE:s databas täckte forskningsområdet och har därför använts. Sökning i Google scholar erhöll många sökträffar vilket utgjorde ett komplement till resultaten från IEEE:s databas. Två söksträngar användes: (*'driver advisory system' AND railway*) och (*'driver advisory systems' AND railway*).

1. Inklusionskriterium

- (a) Skriven på svenska eller engelska
- (b) Publicerad i vedertaget vetenskapligt forum
- (c) Behandlar SFERA-standarden eller annat liknande kommunikationsprotokoll mellan lokförare och tågklarare *eller* behandlar kommunikation mellan lokförare och tågklarare *eller* behandlar gamification i en DAS-kontext

2. Exklusionskriterium

- (a) Publicerad innan 2010
- (b) Berör utomeuropeisk järnväg

Urvalsprocessen innehöll fem steg. Första steget innebar att utesluta verk baserat på titel. Här sorterades även eventuella dubletter från annan databas bort. För andra steget lästes abstract och för tredje steget lästes utöver abstract sammanfattning/conclusion (motsv.). Kvarvarande artiklar lästes i sin helhet under femte steget. För samtliga steg prövades artiklarna mot inklusions- och exklusionskriterierna för eventuell uteslutning. Antal sökträffar per steg redovisas nedan i tabell 1 för IEEE:s databas samt tabell 2 för Google scholar:s databas. Utöver kvarvarande artiklar som återstod efter litteraturstudiens urvalsprocess ingick åtta dokument från Trafikverket. Sammanlagt inkluderades 18 verk i litteraturstudien. En uppställning av dessa redovisas i tabell 3.

Urvalssteg	Antal träffar
1. Initial sökning	17
2. Titel	12
3. Abstract	9
4. Slutsats	6
5. Hela artikeln	4

Tabell 1: Urvalsprocess IEEE

Urvalssteg	Antal träffar
1. Initial sökning	408
2. Titel	39
3. Abstract	18
4. Slutsats	7
5. Hela artikeln	5

Tabell 2: Urvalsprocess Google Scholar

Databas/ursprung	Antal artiklar
IEEE	4
Google Scholar	5
Trafikverket	9
Totalt	18

Tabell 3: Totala antalet artiklar

3.2 Systembeskrivning och relaterad forskning

3.2.1 C-DAS

Att som järnvägsföretag använda informationssystem för att minimera energikonsumtion och öka punktlighet blir alltmer utbrett i Europa [22, 4, 15, 17, 21, 16, 12]. Digitala förarverktyg kallas DAS (driver advisory system) och avser applikationer som ämnar

stödja lokförare i deras yrkesutövande genom att bidra med hastighetsrekommendationer och situationsmedvetenhetsstöd på ett förtroendefullt sätt. Det främsta syftet med DAS är dock att understödja lokförare i att ankomma i tid till stationer med minskad energikonsumtion [7]. Ett DAS-system beräknar en rekommenderad körprofil utifrån erhållna parametrar, exempelvis tidtabell för tåget, befintlig hastighet och GPS-position och verkar oberoende av andra aktörer och system [7]. DAS-system som inte har en koppling till infrastrukturförvaltarens kapacitetsstyrningssystem kallas S-DAS [7, 12, 3, 19]. S-DAS-system kan vara avancerade och sofistikerade i sig, det som särskiljer dem från C-DAS är avsaknaden av direktlänk till tågklarerare [7, 12, 3, 19]. Den här typen av system är vanliga i Sverige idag [2]. DAS-system som istället har en direkt koppling mellan en trafikledningscentral och C-DAS-OB kallas C-DAS och står för *connected driver advisory system* [22, 4, 15, 17, 21, 16, 12]. Dessa informationssystem kan ta emot nya tidtabeller för tåget de körs på och beräknar således körprofil utifrån uppdaterade tidtabeller erhållna direkt från tågklarerare [22, 4, 15, 17, 21, 16, 12]. Ett grafisk användargränssnitt med hastighetsrekommendationer och annan relevant information presenteras för lokförare genom en applikation i en surfplatta eller via inbyggd skärm i förarhyttens instrumentpanel [22, 4, 15, 17, 21, 16, 12, 18, 3]. Idag finns flera implementerade digitala förarverktyg men de har sina begränsningar [22]. Ofta omfattas inte kommunikation med tågklarerare eller trafikledningscentral, eller så tas inte tillräcklig hänsyn till lokförarnas informationsbehov eller situationsmedvetenhet i beaktande [22, 12, 21].

För befintliga DAS-system är tillämpningen och kommunikationsflödet olika och kan skilja sig mycket åt [15]. Systemen använder olika tillvägagångssätt för att förarnas grafiska gränssnitt, tågpositionering och kommunikationsflöde [15]. 2022 färdigställdes ett protokoll av UIC¹ specifikt för att standardisera digital kommunikation mellan tågtrafikledningssystem och lokförare i en C-DAS-kontext [12, 19, 18]. Standarden benämns *SFERA* och skapades för att underlätta och främja internationell och gränsöverskridande järnvägstrafik[7]. Protokollat definieras i dokumentet UIC IRS 90940 som förutom att ge en bakgrund till systemet och dess arkitektur och syfte även beskriver datameddelandens uppsättning i XML-format [12, 7]. Ett system som tillämpar denna standard skulle möjliggöra för tågklarerarna att direkt kunna kommunicera med lokförarna genom datameddelanden och därmed tilldela tågen nya tidtabeller i ett operativt läge [3, 12, 18, 19]. Innan SFERA fanns gjordes närmanden till standardiseringar av datakommunikation inom C-DAS-system [5, 15]. Dessa innefattade bland annat teknisk utvärdering av flera befintliga DAS-system [15] utifrån viktiga parametrar såsom hur kostsamma beräkningarna var, positioneringssystem, användargränssnitt för förare, kommunikationsflöde och var krävande logiska beräkningar gjordes [15]. En prototyp togs fram som testades med gott resultat i flera länder, bland annat Sverige [5]. Arbetet med mynnade ut i vad som sedan skulle komma att bli SFERA.

3.2.2 TMS

Ett system för att operativt planera och styra järnvägstrafik kallas *traffic management system* (TMS) [12]. Styrningssystemet Digital graf/STEG som utvecklas, används och förvaltas av Trafikverket är ett exempel. Användarna är av detta system är främst Trafikverkets tågklarerare. När en avvikelse eller trafikstörning uppstår kan en tågklarerare

¹Union Internationale des Chemins de fer (Internationella järnvägsunionen)

digitalt justera tågs överskådliga tidtabell för att optimera hålltider. Det kan till exempel vara att vid enkelspårdrift anpassa två mötande tågs tidtabeller så att de kan passera varandra på en mötesstation *utan* att behöva stanna att och *utan* att tappa tid. Detta trots att den ursprungliga tidtabellen kanske medger att ett av tågen ska hålla en högre hastighet fram till mötesstationen och sedan invänta sitt mötande tåg. En förutsättning är att något eller båda tågens tidtabeller innehåller effektiviseringsutrymme som tillåter lägre hastighet utan att tåget blir försenat [12]. Trafikverkets C-DAS-pilotprojekt som skedde på Malmbanan och i samarbete med godstågsföretaget Kaunis Iron visade exempelvis att väl time:ade tågmöten hade god effekt på energiförbrukningen [18]. På detta vis möjliggörs körning som är skonsammare och mer hållbar för både fordon och bana; inbromsning till stopp och acceleration tillbaka till marschfart kan exempelvis utebli för ett eller båda tåg till förmån för effektuttag. Körning i med farthållning kan annars innebära acceleration i motlut och inbromsning i medlut vilket leder till omotiverad energiförbrukning [18]. Att exempelvis som tungt lastat godståg stanna 'i onödan' i brant motlut skulle också medföra en umbärlig energiförbrukning [18]. Istället kan C-DAS-ombordssystemet rekommendera frirullning, planera för en jämnare acceleration eller föreslå en lägre hastighet utifrån det data som förses från TMS för föraren [18]. Digital graf är ännu inte fullt utrullat hos Trafikverket; systemet är fortfarande i ett utvecklingsstadium [12].

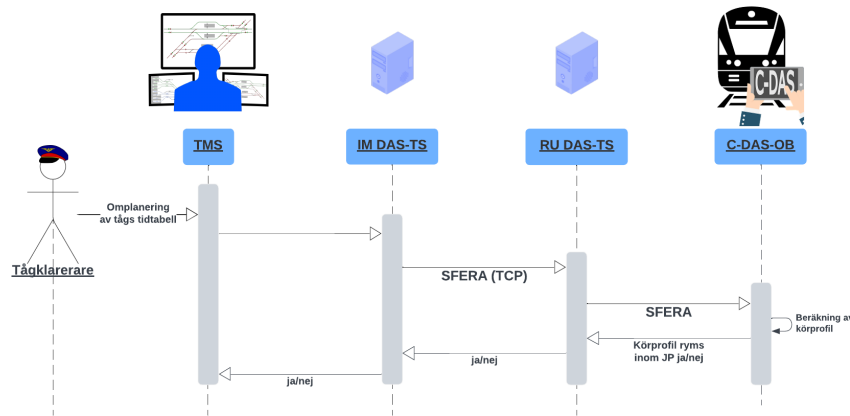
För att den nya uppdaterade körplanen ska kunna verkställas måste den som tidigare nämnt delges föraren på tåget vars körplan förändrades via ett gränssnitt. Det nuvarande systemet som används i Sverige för operativ planering och ämnas ersättas av Digital graf/STEG saknar stöd för att varken ta emot digital information från lokföraren, justera tidtabeller digitalt i realtid eller digitalt delge tåg uppdaterad körprofil [2, 12]. Nya grafer (grafiska representationer av tidtabeller) ritas istället för hand med penna och papper, och informationen delges föraren muntligen via GSM-R-telefonsamtal. C-DAS-konceptet omsluter istället hela kedjan av kommunikation från tågklararens omplanerade tidtabeller för tåg, till TMS datadistributionssystem, till berörd C-DAS-server, till C-DAS-ombordenhet, till förare tillbaka med bekräftelse från förare till tågklarare att information mottagits [7]. En förutsättning för att dessa anpassningar ska kunna verkställas utan att något tåg tappar tid och blir försenat är förekomsten av s.k. *slack* i tidtabellen. Slack betyder att ett tåg inte behöver hålla sin STH för att vara i tid till nästa uppehåll - med eller utan trafikutbyte (resenärer på/av) [18].

3.2.3 Dataflödet inom C-DAS enligt SFERA

När tågklarare utför omplanering av tidtabeller sker detta i det TMS infrastrukturförvaltaren har implementerat. När en omplanering är gjord tolkas informationen av en server som skickar vidare informationen till berört järnvägsföretags server. Infrastrukturförvaltaren och järnvägsföretagets server kallas IM DAS-TS respektive RU DAS-TS enligt SFERA [12, 7]. RU DAS-TS prenumererar på det data som förses av IM DAS-TS och när ny information emottagits vidarebefordras den till berört tåg och lokförare. RU DAS-TS kan även på förhand förse IM DAS-TS med information rörande tågets statistiska förutsättningar såsom tåglängd, tågvikt, dynamisk vikt, typ av fordon, STH², motoreffekt (hk), bromskraft och

²Största tillåtna hastighet. Tågsättets STH är den lägsta av följande hastigheter: *drivfordonets* största tillåtna hastighet, största tillåtna hastighet för det långsammaste fordonet, tillåten hastighet för den ak-

så vidare [7]. Lokföraren tar emot informationen via en applikation ombord på tåget som benämns C-DAS-OB [12, 7]. Denna applikation räknar i slutändan ut en rekommenderad hastighetsprofil baserat på flera olika datapunkter och begränsande faktorer [12, 19]. Utifrån beräkningen av körprofil gör C-DAS-OB även en prognos i hur mycket energi tåget kommer förbruka och regenerera vilket sedan återges för föraren och skickas tillbaka till tågklareraren [10]. Om tågklareraren ser att energiförbrukningen inom ett visst område blir för hög kan olika former av restriktioner skickas till C-DAS-OB [7, 12, 9]. Om körprofilen som räknas ut av C-DAS-OB ryms inom den nya tidtabellen återges den för föraren som sedan följer den [7, 11]. Om den inte ryms inom den nya tidtabellen skickas ett automatiskt svar till tågklareraren som får agera därefter [11]. Järnvägsföretagets server vidarebefordrar sedan datapaketet åt vederbörande klient ombord på ett tåg, som i sin tur beräknar en hastighetsprofil och återger för lokföraren [19, 12, 7]. Se figur 1 för visuell beskrivning av SFERA:s dataflödesmodell för C-DAS-kommunikation.



Figur 1: Sekvensdiagram som visar C-DAS dataflöde enligt SFERA-protokollet när en tågklarerare planerar om ett tågs tidtabell. Egen framställning/Wikimedia Commons Public Domain.

Kommunikationen mellan tågklarerare och lokförare sker enligt SFERA främst genom två typer av meddelanden; journey profile och status report. För kommunikation från tågklarerare till lokförare används journey profile, och för det omvända används status report. Journey profile är ett datapaket som inkluderar flera viktiga informationsdelar som krävs för att C-DAS-OB ska kunna räkna ut en körprofil. Bland annat finns en tidtabell med angivna stationer som ska passeras eller stannas vid och spårval för ett visst tåg samt information om aktuell banas egenskaper [19, 7]. Vidare finns en lista av geografiska punkter med tillskrivna tidpunkter som måste uppfyllas för att tågfärden ska kunna fullfölja sin omplanering [19]. JP är föremål för uppdatering närsomhelst under tågfärdens gång [19]. Sammantaget är JP ett informationspaket som består av: den data järnvägsföretaget har angivit för tåget, geografiska punkter med tidpunktsattribut som

tuella sträckan med hänsyn till tågsättets bromsförmåga enligt reglerna i TTJ-modul 11 (broms), tillåten hastighet med hänsyn till tågsättets axellast, tillåten hastighet med hänsyn till begränsningar i förarens utbildning, hastighet enligt säkerhetsorder om hastighetnedsättning utan signalering [24].

måste respekteras, information om banans egenskaper och förhållanden som påverkar körprofilen, adhesionsförhållanden och tillfälliga hastighetsnedsättningar eller andra restriktioner [12, 7]. Utifrån JP beräknar C-DAS-OB en körprofil. JP delges C-DAS OB via IM DAS-TS och RU DAS-TS.

Status report är ett meddelande som består av GPS-position och hastighet för tåget, senast passerade geografiska referenspunkt, aktuell JP, förändringar av de på förhand angivna fordonsuppgifterna (för kvittens), förändringar i adhesionsförhållanden, förväntad energikonsumtion inom de närmsta minuterna, samt meddelande om klart för avgång, om tåget stannat under färd och förseningsorsak(er) [7].

Adhensionsförhållanden har stor inverkan i tågens rättidighetsförmåga. Om adhesionen är låg, exempelvis vid lövhalka, regn eller isbildning krävs längre accelerations- och bromskurvor eftersom hjulen har sämre grepp [8]. Detta medför att planerad tidtabell ibland inte kan hållas. Det skulle även riskera att C-DAS-OB beräknar en körprofil som inte går att efterfölja. Därför rymmer SFERA en rapporteringsfunktion för adhesionsförhållanden som kan användas av lokförare. Lokförare kan rapportera in försämrade eller förbättrade adhesionsförhållanden under gång, vilket kommer vidarebefordras till TMS och de tågs C-DAS-OB som passerar aktuell geografiska punkt [8].

Möjligheterna med C-DAS är många:

- Stärkt operativ förmåga
 - Effektivare planering av operativ järnvägstrafik [12, 21, 7]
 - Ökad precision för positionering av tåg [2, 7]
 - Förbättrat beslutsstöd för tågklarerare [18, 21]
 - Harmoniserat trafikflöde [2]
- Förbättrad punktlighet
 - Förbättrad hantering vid trafikstörningar [3, 12, 18, 2]
 - Förbättrad punktlighet vid trafikstörningar [3, 12, 18, 2]
- Kapacitetsförbättring
 - Utökad kapacitet, utan att behöva genomföra (ofta dyra) infrastrukturprojekt [18, 19, 7]
 - Reducerat slitage på infrastruktur [3, 12, 18, 2, 19]
- Minskad energikonsumtion
 - Reducerat effektuttag från järnvägsinfrastrukturens kraftförsörjningssystem [3, 12, 18, 2, 19, 27]
 - Minskade verksamhetskostnader för järnvägsföretag till följd av minskat slitage och energikonsumtion [?]
 - Minskad miljöpåverkan till följd av lägre energikonsumtion och slitage [18]

- Förbättrad arbetssituation för förare
 - Gemensam lägesbild mellan lokförare och tågklarerare [18]
 - Förbättrad arbetsmiljö för (främst) tågklarerare, lokförare och annan ombordpersonal [2]
 - Förbättrad situationsmedvetenhet och ‘context awareness’ för lokförare [7, 22, 17]
- Övriga möjligheter
 - Ökad trafiksäkerhet till följd av lägre hastigheter samt färre antal restriktiva signaler och stoppsignaler [19]
 - Förbättrad trafikinformation till järnvägsföretagens kunder [3, 18]
 - Bättre komfort för resenärer vid lägre hastigheter [18, 2]

Om inte en tågklarerare kan jobba i ett digitalt planeringsverktyg kan inte C-DAS användas som en lösning för att förbättra trafikflöden och spara tid, energi och pengar [21]. För att minska arbetsbelastningen för tågklarerare det därför viktigt att alla systemets delar integreras väl i deras digitala miljö för att minimera arbetsbelastning [21, 12]. Att behöva göra regelbundna byten mellan fönster och applikationer kan försämra arbetsmiljön och göra att de glömmer information [21, 18]. Systemet behöver hjälpa tågklarerare att identifiera störningar och sedan hantera dem [21, 12]. En tågklarerares arbete måste och göras tillgängligt för så många intressenter som möjligt, i synnerhet lokförare och andra tågklarerare, och när en tidtabell uppdateras måste det omedelbart kommuniceras till berörd(a) lokförare [21]. När omplaneringar görs enligt SFERA distribueras den nya tidtabellen till berörd lokförare ut och C-DAS-OB räknar därefter ut om det går att skapa en körprofil som respekterar tidtabellens ramar [11]. Om detta inte går skickas ett meddelande automatiskt till tågklarerare att den nya tidtabellen (journey profile) inte kan respekteras [11] och det blir upp till TC att fatta nya beslut. Att en C-DAS/TMS-lösning omfattar informationsflöde åt båda hållen, dvs. både från tågklarerare till lokförare samt vice versa är således av stor vikt [21]. Utan dessa förutsättningar kan allt arbete med C-DAS göras obsolet [21].

Att beräkning av körprofil i C-DAS-applikationer görs med robusta algoritmer är viktigt för effektiv energibesparing och för att skapa förtroende bland lokförare [1] Med dagens teknik och internetkapacitet finns goda möjligheter att distribuera beräkningen till enheten varpå C-DAS-applikationen körs istället för att köras på en central server [1, 13]. Järnväg som transportslag har många parametrar och restriktioner som är kritiska för tågets framförande och det är viktigt att tillämpad algoritm kan hantera alla dessa [1]. Några exempel på parametrar är strömlösa sektioner, signalavstånd och -system, tågskyddssystem, fordonsegenskaper samt lutning och kurvradier längs banan [1, 13, 7, 9]. Det är även viktigt att ta hänsyn till andra tåg i närheten så att det aktuella tåget inte stör eller hindrar andra tåg [1]. Slutligen bör algoritmernas beräkningar skapa körprofiler som är lätta för förarna att realisera, annars riskeras förtroendet för den här typen av verktyg av förtroendeskäl [1, 13]. Körprofilen bör exempelvis innehålla så få förändringar som möjligt efter att den delgivits [1, 13]. Vidare bör den vara realistisk och realiserbar inom

ramarna för rådande regelverk, rymmas inom angiven tidtabell, intuitiv och konsistent med körtekniken som fordras för ett visst fordon [1, 13].

Slutsatsen som kan dras av det som ingått i litteraturstudien gör gällande att C-DAS-applikationer i allmänhet, men DAS-applikationer i synnerhet och deras tillämpning, fördelar och algoritmer för körprofilberäkning har studerats. Ämnet är förhållandevis nytt och utanför det bortre exklusionskriteriet om en högstaålder på 10 år finns inte mycket vetenskaplig forskning publicerad inom ämnet. Detta tyder på att forskning inom ämnet tagit fart de senaste åren i takt med att behoven från branschen har ökat. I publicerad forskning läggs stor vikt vid algoritmer och beräkning av optimal körprofil. Tillgång till forskning om digital kommunikation studerat från lokförarens perspektiv är något ringa och visar på ett forskningsgap. Kommunikationsprotokollet SFERA som publicerades 2022 har inte granskats och utvärderats i någon publicerad vetenskaplig forskning.

3.2.4 Gamification

Med gamification (sv. ‘spelifiering’) avses brukandet av metoder och principer från dataspelsdesign såsom dataspelsmekanik (eng. ‘game-based mechanics’), -estetik och -tänk för att engagera, motivera samt främja inlärning och problemlösning [22, 17]. Spelmekanik kan ses som den högsta nivån av abstraktion och utgörs av utmaningar slutanvändaren måste ta sig an och lösa [17]. Det kan tas i uttryck på många olika sätt, exempelvis genom att införa poängbaserade moment i existerande delar eller att omvandla en löptur till en interaktiv berättelse eller rollspelsaktiviteter motsvarande ett arbete eller en process [22].

Gamification tillämpas i form av kognitivt belöningsystem för användarna. Belöningar kan se ut på olika sätt såsom milstolpar (eng. ‘achievement’), medaljer/utmärkelser, personliga (erfarenhets-) poäng, förmågan att ‘gå upp i level’ (eng. ‘level up’) och ranking- eller topplistor [22]. Mer ingående ‘gamifying’ kan innebära framtagandet av personliga avatarer, system med interaktiv handledning och interaktiv feedback [22, 17].

Reflektion är ett viktigt koncept inom gamification. Att som användare kunna utvärdera sig själv kritiskt är viktigt och möjliggör att de lär sig av sina erfarenhet samt följa upp personlig statistik över tid [22, 17]. Även om detta innebär god möjlighet för management att följa upp lokförarnas efterlevnad av körprofiler finns det risk att sådan utvärdering får en stor negativ inverkan på arbetsmiljön om förare känner sig utvärderade eller övervakade [22]. Påståendet styrks även i uttalanden från flera respondenter i denna studies intervjuer.

Ett problem med DAS-applikationer är att de har ett fokus på exempelvis återgivning av körprofil, algoritm för beräkning av optimal körprofil, ökad komfort och minskad energikonsumtion men kan missa både lokförarnas situationsmedvetenhet (eng. ‘situational awareness’) och motivation att köra punktligt [22, 17]. Det har visat sig att gamification-element har bra tillämplighet i DAS-applikationer och kan stärka lokförarens nytta av dem. Att som lokförare kunna utvärdera sin körstil och sina handlingar med en gamifierad applikation kan hjälpa med förståelse för vad konsekvenserna blir för omkringliggande tåg [22]. Systemet bör hjälpa föraren att hitta intressanta situationer och scenarier där beslut lett till

förseningar eller andra negativa konsekvenser för självreflektion eller jämförelse med hur andra förare agerat i liknande situationer. På så vis ges god möjlighet till reflektion [22]. Beträffande motivation ses fenomenet ofta ur två perspektiv: intrinsisk eller extrinsisk (eng. ‘intrinsic/extrinsic’) motivation [17]. Motivation kan ur ett behavioristiskt perspektiv delas upp i två delar: intrinsisk och extrinsisk (eng. ‘intrinsic/extrinsic’) motivation [17]. Intrinsisk motivation upplevs av personer som blir motiverade av att utföra en handling, det vill säga att motivation kommer ur handlingen i sig [17]. Extrinsisk motivation å andra sidan kommer av att personer känner att de behöver göra betet sig på ett visst vis för att få belöning eller undvika kritik och bestraffning, det vill säga att motivation kommer utanför handlingen [17]. Dessa två perspektiv har lett till en behavioristisk syn på motivation och anses bäst stimuleras genom bestraffning och belöning [17]. Negativ stimulans (bestraffning) syftar till att göra oönskat beteende eller handlingar mindre attraktiva för mottagaren. Positiv stimulans (belöning) å andra sidan syftar till att öka önskvärdheten av rätt form av beteende hos mottagaren [17]. Båda former av stimuli påverkar människor extern och är således extrinsiska faktorer.

Även om behavioristiskt synsätt på motivation och gamification tillämpats med viss framgång i organisationer har det inte alltid visat sig räcka [17]. Det kan uppmuntra önskvärt beteende och leda till förbättring men ibland inte hos tillräckligt stor del av en målgrupp. Därför har ett annat synsätt kompletterat behavioristisk syn på motivation; kognitivistisk. Ur kognitivistisk synpunkt måste försök att påverka motivation ta i beaktande hur människor tänker, förstår och agerar [17]. En av de viktigaste principerna inom kognitivistisk motivation är self-determination theory (eng. ‘självbestämmandeteorin’, SDT) [17].

SDT grundar sig i att alla människor oavsett bakgrund, yrke eller utbildning drivs av en vilja att utveckla sig själva och sina relationer [17]. SDT argumenterar för att motivation inte bara handlar om externa belöningar eller interna nöjen, utan snarare om hur dessa drivkrafter integreras inom individens kognitiva struktur och värdesystem [17]. Det kan ses som en skala som går från avsaknad av motivation och lågt självbestämmande som kommer av lågt eller inget incitament eller påverkan till instrinsisk motivation och hög grad av självbestämmande. I mitten finns olika former av reglering och extrinsisk motivation där individens motivation gradvis blir mer internaliserad och självbestämd. Med reglering avses hur beteenden stimuleras eller initieras och riktas. SDT säger att ju mer beteende regleras av självbestämmande och autonomi, desto effektivare blir motivationen [17]. SDT-skalan visar hur motivation kan utvecklas från att vara beroende av yttre faktorer till att bli en inre drivkraft, där individens autonomi, kompetensprövning och samhörighet tillgodoses. Genom att gå från extern påverkan till instrinsisk motivation, illustrerar skalan en progression mot högre självbestämmande och hur extrinsisk och instrinsisk motivation kan samverka och internaliseras inom individen. Detta understryker vikten av att främja en miljö som stödjer interna drivkrafter för att uppnå långvarig motivation och personlig tillväxt vilket är något som kan tänkas vara önskvärt i en DAS-applikation. Villkoret för internalisering av ett önskat beteende är att det mänskliga behovet för kompetensprövning, samhörighet och autonomi tillgodoses för det system vari engagemang önskas stärkas [17]. Med kompetensprövning avses exempelvis utmaningar i färdigheter eller arbete, förmågan att uppnå mål; med samhörighet avses känslan av att vara delaktig i ett socialt sammanhang eller samhälle; med autonomi avses känslan av kontroll och ansvar för sitt beteende

och handlingar. Det är bara genom att tillgodose dessa tre behov intrinsisk motivation kan uppnås i ett system eller sammanhang [17]. När så sker kan goda resultat uppnås vilket gjorts inom utbildning, sport, sjukvård, transport och medarbetarmotivation [17].

Fem huvudsakliga element utgör det som kallas dynamik inom gamification. Begränsningar; exempelvis ramar som begränsar användaren eller tvingande avvägningar [17]. Känslor; avsiktliga och av spelet framkommande känslor såsom nyfikenhet, (avsiktlig) frustration, lycka och så vidare [17]. Narrativ; upplevelsen av en pågående berättelse [17]. Progression; användarens utveckling [17]. Relationer; sociala interaktioner som skapar en känsla av exempelvis kamratskap, altruism eller status [17].

Tio spelmekaniker finns som generellt sett accepterats som vedertagna. Utmaningar; pussel, uppgifter eller uppdrag som ska lösas, ibland med progression där svårighetsgraden ökar allteftersom [17]. Chans; händelser som baseras på slump [17]. Tävling; ställa användare eller grupper av spelare mot varandra [17]. Samarbete; användare måste samarbeta för att uppnå ett gemensamt mål [17]. Återkoppling; information och status rörande hur det går för användaren [17]. Resursförvärv; förmågan att kunna intjäna och spara föremål, resurser eller belöningar [17]. Transaktioner; handel mellan användare eller inom systemet [17]. Turer; turbaserat deltagande där spelarna inte har handlingsutrymme samtidigt utan i sekvens- och turordning [17]. Vinnarläge; ett 'avslut' där vinnare koras utifrån uppdragsslutförande [17].

Under dynamik och spelmekanik ligger komponenter som är de grundläggande element vilka slutligen möjliggör gamification. Några viktiga dylika är prestationsmilstopar (eng. 'achievements') som är tydligt uppsatta mål [17]. Avatrarer; visuella representationer av användarens karaktär i spelet [17]. Pokaler; visuella representationer av prestationsmilstoppar som erhålls när uppsatta mål träffas [17]. 'Boss fights' (oöversättbart); särskilt svår utmaning, ofta vid slutet av en svårighetsnivå eller prestationsmilstolpe [17]. Samlingar; kollektion av pokaler som även visar vilka pokaler som ej ännu erhållits [17]. Vidare finns många andra komponenter såsom progressionsbaserat upplåsbart innehåll (eng. 'unlockable content'), topplistor, poäng, uppdrag, sociala grupper/team, kosmetiska variationer för avatrarer (skins), virtuellt gods och så vidare [22, 17].

4 Metod och etisk analys

4.1 Metodbeskrivning

4.1.1 Design-scienceforskning

För att besvara forskningsfrågorna har Hevners ramverk för design-scienceforskning (DS-forskning) tillämpats [6]. Ramverket beskriver hur man på systematiskt vis skapa en innovativ IT-artefakt som effektivt löser ett tydligt verksamhetsproblem [6]. Artefakten utvärderas och förbättras iterativt under studiens gång för att uppnå optimalt resultat [6]. Det iterativa förhållningssättet kan innefatta artefaktens skapande, tillämpning eller utvärdering. Utöver att leda till förbättring av befintliga verktyg, system eller pro-

cesser leder metoden även till djupare förståelse för det problemområde artefakten tar sikte på att förbättra [6]. Ramverket har ett tydligt fokus på praktisk problemlösning [6].

En nyckelfaktor med Hevners ramverk är vikten av att forskningen är både relevant och strikt [6]. Med *relevans* avses vikten av att adressera ett verkligt problem som faktiskt finns någonstans, exempelvis i en organisation. Målet ska vara att ta fram en teknisk lösning som på ett betydelsefullt och effektivt sätt löser problemet [6]. En dåligt förankrad IT-artefakt kan exempelvis verka bra men i slutändan vara en lösning på problem som inte finns. Med *strikt* avses stringens i tillämpningens alla delar för artefakten. Genom att tillämpa och noggrant följa befintliga teorier och metoder säkerställs trovärdighet. Detta gäller allt från design och planering till själva framtagandet av lösningen [6].

En uppsättning riktlinjer listas som kan följas i samband med både forskningen för att underlätta processen att uppnå relevans och trovärdighet [6]. Dessa riktlinjer är snarare vägledning än något som måste följas till punkt och pricka. Däremot kan de vara ett stöd i att en forskningsstudie bedrivs metodiskt och systematiskt samt att IT-artefakten effektivt löser det identifierade problemet. Vidare kan riktlinjerna hjälpa författaren med genomförandedelen i framtagandet av IT-artefakten.

Riktlinjerna är:

1. IT-artefakt

Design-science research måste i slutändan producera en IT-artefakt som är faktiskt användbar. Det kan vara en modell, ett konstrukt, en metod eller en instans.

2. Relevans

Målet med design-science forskning är att utveckla en IT-lösning för verkliga och relevanta verksamhetsproblem.

3. Utvärdering

Nyttan, kvaliteten och potentialen av en IT-artefakt måste noggrant styrkas genom strikta utvärderingsmetoder.

4. Forskningsvärde

DS-forskning måste bidra med tydliga och verifierbara bidrag till forskningsområdet avseende artefaktens design, designgrunder och/eller designmetodologi.

5. Trovärdighet

DS-forskning ska innefatta tillämpandet av strikta vetenskapliga metoder för både framtagandet och designen av IT-artefakten.

6. Design som sökprocess

Nyttjandet av tillgängliga medel i framtagandet av IT-artefakten uppmuntras för att forma lösningar som inte bara uppfyller ett specifikt mål utan också rymmer väl med verksamhetsproblemets kontext.

7. Kommunikation

Presentationen av forskningen ska anpassas så att den kan förstås lika bra av såväl tekniknära som ledningsorienterade personer.

4.1.2 Tillämpning

Ramverket har tillämpats genom analys av funna dokument vilka har kunnat styrka problemrelevansen i en faktisk organisation, något som motsvaras av riktlinje 2 om relevans. En kartläggning av lokförarens kommunikations- och informationsbehov inom ramen för C-DAS har tagits fram genom kvalitativ datainsamling i form av semi-strukturerade intervjuer. En jämförelse har sedan gjorts där lokförarnas behov har ställts mot gällande dataprotokoll. Efter jämförelsen har en IT-artefakt tagits fram i form av en förfinad version av dagens protokoll som kunde förbättras med resultatet från datainsamlingarna (intervjuer och dokument). Att studien resulterar i en konkret IT-artefakt som ger ett tydligt svar på problemställningen svarar mot riktlinje 1 och 6 i design-science research. IT-artefaktens design tillämpar metodens syn på strikthet så tillvida att den har tagits fram systematiskt vilket motsvaras av riktlinje 5. I en strävan att uppfylla riktlinje 7 om kommunikation har språknivån i resultat-, analys- och diskussionsdelen anpassats för såväl tekniskt bevandrade personer som individer med lägre tekniskt kunnande. Vidare finns ett gediget begrepps- och förkortningsavsnitt i kapitel 1 som avses introducera och rusta läsaren till ämnet.

Forskningsfråga 1 besvarades genom ovan nämnda intervjuer. Frågan berör lokförarnas benägenhet att följa hastighetsrekommendationer från en mjukvaruapplikation, oavsett om det är S-DAS eller C-DAS. Att undersöka syftade till att ge en fingervisning om lokförarkårens allmänna inställning till att digitala verktyg får en betydligt större roll i deras yrkesvardag. Frågan är direkt kopplad till syftet med studien som delvis är kopplat till Trafikverkets mål att göra det attraktivt för JF att införa C-DAS i sin verksamhet. En förståelse för lokförarnas erfarenheter och åsikter om befintliga system och vad de kan ha haft för brister eller tillgångar ansågs relevant och bedömdes vara relevant att studera i en intervju. Om dessa kan identifieras skulle det kunna tas i beaktande vid framtagandet av IT-artefakten.

Forskningsfråga 2 berör hur väl SFERA tillgodoser lokförarnas informationsbehov avseende efterlevnad av hastighetsanvisningar från ett C-DAS-system. För att besvara detta tidigare nämnda intervjuer återigen använts där frågorna anpassats till att ge en bild av hur lokförarnas informations- och kommunikationsbehov i allmänhet ser ut. Genom en kartläggning av den vid tidpunkten för studien gällande versionen av protokollet (SFERA) utifrån dokumentanalys av verk från Trafikverket har sedan en jämförelse kunnat göras mellan SFERA och lokförarnas behov. Gällande protokoll för datautbyte mellan TMS och C-DAS kunde kartläggas av dokumentanalys av det material Trafikverket bistått med och

som ingått i litteraturstudien. Utifrån detta kunde sedan en jämförelse mellan SFERA och lokförarnas behov som undersökts genom intervju.

För att besvara forskningsfråga 3 har intervjuer, litteraturstudie samt dokumentanalys genomförts. Frågan berör hur dagens gällande protokoll kan utökas i förhållande hur det ser ut idag. Att genom intervjuer undersöka förarnas åsikter i frågan var relevant för att undvika att lösa problem som inte finns, eller tillföra onödig kommunikation (s.k. ‘over-engineering’) genom lösningar som exempelvis kunde störa förarnas uppmärksamhetsförmåga. Vidare kunde den kommunikation från protokoll som redogjorts i artiklar i litteraturstudie tas med som förbättringsförslag när de var tillämpliga och relevanta. Ett annat mål inom ramen för frågan var att identifiera eventuell lågt hängande frukt som med enkla medel kunde tillämpas inom ramen för C-DAS-kommunikation, i synnerhet från C-DAS-OB till TMS.

Resultatet från de två intervjuomgångarna, litteraturstudien och dokumentanalysen sammanställdes och utifrån detta kunde en IT-artefakt tas fram. I klartext är IT-artefakten de datamodeller som antingen är nya eller utgått ifrån SFERA men justerats för att täcka lokförarnas informations- och kommunikationsbehov. Dessa datamodeller har sedan presenterats i en andra intervjuomgång för samma respondenter som första intervjuerna i valideringssyfte. Frågor ställdes kring IT-artefaktens tjänlighet och jämfördes med SFERA för att fastställa konsekvensen av de implementerade förbättringarna. Resultatet mynnade ut i den IT-artefakt Hevner förordar ska skapas när DS-forskning tillämpas.

Forskningsfråga 4 har besvarats genom analys av resultaten från litteraturstudien. Frågan berör vilken inverkan gamification kan ha på lokförarnas benägenhet eller motivation gentemot att följa en angiven körprofil. Genom att undersöka befintlig forskning och teorier inom området har insikter erhållits om hur gamification-element kan integreras i C-DAS-system för att påverka förarnas beteende och engagemang positivt.

4.1.3 Urval av intervjuobjekt

Det finns olika tekniker för urval av intervjuobjekt, vilka kan vara sannolikhetsbaserade eller icke-sannolikhetsbaserade [20]. De sannolikhetsbaserade teknikerna innefattar olika metoder att tillgripa när möjligheten finns att få ett för sammanhanget representativt urval [20]. De icke-probabilistiska teknikerna används när det bedöms vara svårt att få representativt urval, eller om ett handplockat urval önskas eller krävs [20]. För studien tillämpades ett bekvämlighetsurval (eng. ‘convenience sampling’). Denna typ av urval är tillämplig när vissa individuella respondenter är lättare att tillgå för forskaren och behovet av representativt urval är lägre [20]. Det är dock viktigt att inte *enbart* bygga urvalet på bekvämlighet utan även inkludera någon annan ytterligare parameter [20]. För studien söktes därför ett urval av förare med längre arbetslivserfarenhet och intresse för sitt yrke för att få bra förutsättningar till förståelse. Motiveringen för valet av urvalsstrategi (bekvämlighetsurval) var studiens omfattning samt den nära tillgången till individer för författaren. Författaren hade vid tidpunkten för studien drygt åtta års yrkeserfarenhet som lokförare och därigenom ett brett kontaktnät av lokförare på olika företag med olika arbetsuppgifter.

I fallet för studien har fem förare av både gods- och persontåg valts ut för intervju. Fyra av lokförarna var förare av persontåg, och en (1) var förare av godståg. Det ansågs viktigt att få in perspektiv från godstågsförare då förutsättningarna mellan behov, körstil och -teknik skiljer sig åt mellan gods- och persontågsförare. Tre av intervjuobjekten är eller har varit instruktörer, vilket innebär att de har hållit utbildning och fortbildning av lokförare och därmed besitter djupare kompetens och sakkunnighet för rollen och därmed kan anses ge högre förtroende i sina svar än ordinarie förare. Hänsyn till ålder intervjusubjekten emellan samt mellan intervjusubjekt och frågeställare togs därför inte; något som annars kan påverka respondentens känsla av förtroende för intervjuaren [20]. Andra faktorer som etnicitet, kön, social bakgrund och så vidare har ej heller tagits hänsyn till då det ej bedömts tillföra värde utöver det som redan erbjödits av aktuellt urval.

4.1.4 Datainsamling

Insamling av data har skett i form av dokument samt semi-strukturerade intervjuer med fem lokförare. Fyra av lokförarna var förare av persontåg, och en (1) var förare av godståg. Det ansågs viktigt att få in perspektiv från godstågsförare då förutsättningarna mellan behov, körstil och -teknik skiljer sig åt mellan gods- och persontågsförare.

Med intervjuer finns möjligheter att få mer ingående, djuplodande och komplexa svar än med frågeformulär, som ofta är mer kategoriska och statiska i sitt utförande [20]. Genom att inte vara strikt i ordningsföljden av intervjufrågor kan ytterligare känsla av öppenhet och avslappning nås vilket kan gynna datainsamlingen [20]. Vidare kan intervjuer ge en klarare bild av känslor, upplevelser och förståelse än frågeformulär [20] och med utgångspunkt i detta fattades beslutet av att tillämpa semi-strukturerade intervjuer som tillvägagångssätt för datainsamling. Observationsmetoder för datainsamling kan ge en rik och detaljerad bild av ett visst beteende, tankar eller känslor [20]. Denna form av datainsamling ratades då den vore för omfattande för studiens ramar samt att observation av lokförarens arbetssituation skulle vara svårt att få till stånd.

Fyra frågor togs fram på förhand som presenterades för respondenterna efter en presentation av studiens syfte och mål samt en introduktion till ämnet. För att inte ge intervjuobjekten något bias utelämnades information och förklaringar om SFERA helt för att göra samtalet förutsättningslöst då det annars kunde påverkat tillförlitligheten i deras svar. Det är viktigt att eftersträva opartiskhet i frågeställningen för att få så objektiva svar som möjligt [20]. Frågorna framställdes därför i en strävan att vara öppna och inbjudande snarare än kategoriska och ledande. Vidare lades vikt vid att inte formulera ja/nej-frågor samt frågor med korta svar för att istället försöka få en djupare förståelse respondentens svar. Utsikten för att få mer djuplodande och ingående svar kan stärkas ytterligare genom att förrätta intervjuerna semi-strukturerat. Det innebär att frågorna tas fram på förhand men inte nödvändigtvis ställs i en bestämd ordningsföljd utan sekvensen kan anpassas efter hur samtalet går [20]. Fler frågor än de som förberetts på förhand får ställas [20]. Frågorna ställdes därför inte alltid i den ordning de ställdes upp i, och följdfrågor förekom ofta. Spontana tankar och synpunkter från respondenterna tilläts och uppmuntrades när de förekom. Samtalen spelades in om samtycke kunde inhämtas, vilket gjordes i samtliga

fall. Under intervjuernas gång fördes anteckningar som sedan sammanfattades och skickades till intervjuobjekten för att säkerställa att alla svar och andra yttringar var korrekt uppfattade.

Datainsamlingen innefattade utöver intervjuer insamling av dokument från Trafikverket samt delar ur litteraturstudiens resultat. Dokument kan ses som en källa för inhämtning av data [20] och delas in i två typer; funna dokument (eng. ‘found documents’) och forskningsgenererade dokument (eng. ‘researcher-generated documents’) [20]. Den förstnämnda avser dokument som vanligtvis finns i verksamheter, såsom bokföring, ekonomirapporter, arbetsbeskrivningar och så vidare [20]. Den sistnämnda avser dokument som tas fram i samband med studien. Det kan röra sig om en forskare som i en etnografisk studie tar bilder och för anteckningar under studiens gång [20]. Vetenskapliga publikationer ses även som forskningsgenererade dokument och är relevant underlag för datainsamling för systematisk litteraturstudie [20]. Funna dokument i form av rapporter och interna dokument från Trafikverket kunde användas som källa för det faktiska datautbytesprotokoll mot vilket lokförarnas subjektiva uppfattningar om informations- och kommunikationsbehov ställdes. Vidare gav dokumenten en bra källa till fördjupning i forskningsområdet och var relevant för formuleringen av studiens problem- och frågeställning.

4.2 DS-forskning (Hevner) kontra andra metoder

Valet av metod grundade sig i att DS-forskning vilar på en innovativ grund, och paradigmen med järnvägstrafik med C-DAS-stöd är ung och på många ställen ej ännu införd. Innovationsfokuset skulle kunna lämpa sig väl för kontexten C-DAS då det inte är säkert att de mest optimala lösningar ännu framtagits eller täcks av befintlig teknik. Design-science research drivs av relevans och trovärdighet vilket passar problem- och frågeställningen bra. Relevansen fastställs i att verksamhetsproblemet är tydligt utstakat och väl förankrat i verkligheten. Trovärdigheten täcks av att datautbytesprotokollet utvärderas, valideras och förfinas.

En fallstudie såsom definierat enligt Oates lämpar sig väl för djuplodande analys av särskilt specifika problem [20]. Kvalitativ datainsamling i form av semi-strukturella intervjuer samt dokumentanalys såsom de tillämpats inom ramarna för denna studie skulle kunna lämpa sig väl även i en fallstudie. Problemet är att en fallstudie normalt tar fasta på redan existerande system eller fenomen. C-DAS är inte fullt utrullat i många länder idag vilket skulle kunna ses som mindre gynnsamma förutsättningar för att genomföra en fallstudie. En fallstudie skulle inte nödvändigtvis mynna ut i innovativa förslag på framtagande eller, i fallet för den här studien, förbättringspotential av det innevarande protokoll från lokförarens perspektiv.

4.3 Etisk analys

I detta avsnitt analyseras de tekniska systemen och forskningsmetoderna i studien ur ett etiskt perspektiv. Analysen syftar till att identifiera och diskutera potentiella etiska frågeställningar som kan uppstå genom implementering och användning av C-DAS och SFERA inom järnvägsindustrin.

Med införandet av digitala förarverktyg som C-DAS, är det viktigt att adressera frågor kring datasekretess och integritet. Systemen hanterar stora mängder data som potentiellt kan vara av intresse för otillbörliga aktörer att använda sig av i illvilligt syfte, däribland känslig information om lokförare och trafikflöden. Det är därför viktigt att dessa system följer lagar och regler som GDPR för att säkerställa att individens integritet skyddas samt att upprätthålla en robust och stark informationssäkerhetsprocess.

Införandet av nya tekniska lösningar inverkar direkt på lokförarnas dagliga arbete. Det finns en risk att dessa system påverkar arbetsbelastning, stressnivåer och arbetsrutiner för lokförarna som redan arbetar under stort ansvar. Frågor som uppkommer inkluderar huruvida teknologin faktiskt underlättar lokförarnas arbete eller om den ökar komplexiteten i deras arbetsmiljö diskuteras i valideringen av resultatet under avsnitt 6.4. Det finns en risk att ökad automatisering kan leda till en känsla av minskad kontroll över arbetsprocesserna, vilket kan påverka arbetstillfredsställelse och arbetsprestation. Den här typen av utsagor framkommer även från intervjuobjekten i datainsamlingen och presenteras i avsnitt 5.2.

En annan viktig aspekt är teknologins användbarhet och hur väl den accepteras av användarna. Studien har försökt ta höjd för att utvärdera lokförarnas acceptans av systemen som finns idag. En av intervjufrågorna syftar till att utvärdera respondenternas attityder till teknologins påverkan på deras säkerhet och effektivitet. Det är avgörande att teknologin designas med användarnas behov i åtanke för att försäkra att den bidrar positivt till deras arbetsmiljö, särskilt inom ramen för detta system som ämnas implementeras på bred front på järnvägar i många länder i Europa.

Införandet av C-DAS och SFERA kan skapa eller förstärka ojämlikheter inom arbetskraften. Specifikt bör hänsyn tas till om alla lokförare har samma tillgång till utbildning och resurser för att kunna använda de nya systemen effektivt, eller om vissa grupper missgynnas. Personal kan exkluderas och ha svårare att tillämpa digitala verktyg i så stor utsträckning som C-DAS fordrar. Det kan röra sig om äldre personer som inte har lika lätt att arbeta i digitala system eller andra personer med lägre teknologisk fallenhet. Detta perspektiv går att koppla direkt till forskningsfråga 1 samt intervjufråga 1 och studien problematiserar kring frågan i diskussionsavsnittet.

Slutligen har ett etiskt förhållningssätt tillämpats avseende den del av datainsamlingen som omfattade intervjuer. Detta inkluderade att säkerställa att alla forskningsdeltagare har givit sitt informerade samtycke, att de är fullt medvetna om hur deras data kommer att användas, och hur deras integritet skyddas under forskningsprocessen. Vid starten för varje intervju ställdes frågan om respondenten fortfarande ville medverka samt ifall denne medgav till att samtalet spelades in. Respondenten försäkrades att denne skulle vara anonym och att inspelning samt transkription skulle raderas efter studiens avslutande.

Genom denna analys visas vilka etiska resonemang och överväganden som har gjorts under studiens gång samt att etiken har funnits med som en röd tråd i arbetet med studien i syfte att producera ett trovärdigare resultat.

5 Datainsamling

5.1 Dokumentanalys: SFERA och gamification

För att fastställa SFERA-protokollets tekniska uppsättning har en sammanställning gjorts utifrån de verk från litteraturstudien som berörde detta. För att ge en introduktion till gamification och hur det har tillämpats i DAS-applikationer har en sammanfattning gjorts.

5.1.1 SFERA-kommunikation

Kommunikationsprotokollet som används inom C-DAS kallas SFERA och är som nämnt tidigare i avsnitt 3.2.1 av UIC för att stärka järnvägsbranschens genom teknisk vägledning i hur datautbyte i detta sammanhang bör se ut [7]. Syftet är att energieffektivisera tågkörning, förbättra punktlighet, och förenkla internationell järnvägstrafik [7]. DAS-verktyg är en nyckelfaktor i effektiviseringsprocessen som dessutom inte kostar stora summor pengar i investeringskostnader [7]. Så mycket som 5–15% energi kan sparas in med DAS-verktyg [7, 16] vilket är påfallande då energikostnaden kan uppgå till 10% av ett järnvägsföretags totala kostnader [17]. Vidare spår C-DAS och SFERA bidra till förbättringar inom energibesparing, punktlighet, kapacitet, kraftförsörjning, trafikstörningshantering, trafiksäkerhet och koldioxidutsläpp [7].

5.1.2 SFERA:s avgränsning

SFERA sträcker sig bortom datautbyte men avhandlar exempelvis inte presentation av data för lokförare, återgivningen hastighetsrekommendationer eller information för lokförare, lokförarens beteende eller handlingar, algoritmer för beräkning av körprofil och så vidare [7]. Istället tar SFERA sikte på att definiera data längst bak i informationskedjan så att andra infrastrukturförvaltare och järnvägsföretag får så bra beslutsunderlag som möjligt [7].

5.1.3 SFERA:s datauppställning

Mycket av kommunikationen mellan TMS och C-DAS-OB består av journey profile och status reports. Det är detta som i praktiken skiljer S-DAS från C-DAS - det standardiserade kommunikationsprotokollet samt möjligheten att utöva det [7]. Journey profile innehåller alla data som krävs för att C-DAS-OB ska kunna beräkna en bra körprofil [7]. Status reports är kommunikation på andra håller där information om tågets framförande [7]. En annan typ av kommunikation är related train information, som delges C-DAS-OB från IM DAS-TS om innehåller positioner och hastigheter för kringliggande tåg på samma bana [7]. C-DAS-OB kan då använda denna information för att räkna ut ny körprofil [7]. Informationen kan även presenteras för föraren för att stärka dennes context awareness. Vidare är en följd av related train information good-will hos förarna [7] som har visat starkt intresse för denna typ av data. Datameddelanden inom SFERA är överlag designade att vara så små som möjligt för att öka flexibiliteten [7].

En journey profile (se tabell 4) består av flera delar; tågferdens unika referens-ID³ och information om tågets fysiska egenskaper (train characteristics, TC). Se beskrivning av TC i tabell (se tabell 7). Den innehåller även statisk och dynamisk data om tågferdens innehåll. Statisk data benämns segment profile (se tabell 6) och är bland annat trafikplatser, lutningsförhållanden, kurvradier, ID för aktuella bana/banor, hastighetsbegränsningar, referenspunkter för C-DAS-OB:s positioneringssystem), signal- och balisplaceringar och mycket mer. Dynamisk data är inte en egen datamodell men kan röra sig om information tillfälliga hastighetsnedsättningar eller dåliga adhesionsförhållanden inom ett visst område. Vidare innehåller JP tidskorridoren ett tåg måste hålla sig inom för att upprätthålla sin rättidighet. Status report (se tabell 5) är sättet på vilket C-DAS-OB kan skicka information

Journey profile
- Unikt ID för berörd tågferd
- Tidskorridor
- Train characteristics
- Segment profile (lista av)
- Dynamisk data

Tabell 4: Datamodell, journey profile

till TMS[7]. Det består av tågets position i förhållande till referenspunkter från tilldelad SP (som del av JP), innevarande hastighet, senast passerade trafikplats och prognos för ankomst till nästa trafikplats, aktuell JP, förväntad energikonsumtion och -återmatning (elbroms) för kommande minuter samt statusmeddelanden[7]. Lokförare kan även rapportera in om förändringar i adhesionsförhållanden [7]. Detta kommer skickas till TSM som sedan delger andra C-DAS-OB om detta via related train information. Statusmeddelanden kan användas som notis om klart för avgång, om tågferden avbryts och förseningsorsaker.

5.1.4 Gamification och DAS

Detta avsnitt är kopplat till forskningsfråga 4 som lyder *‘Hur kan gamification användas för att stödja och motivera lokförare i deras användande av C-DAS-verktyg?’*. Det finns exempel på när gamification tillämpats i DAS-applikationer, men de är få till antalet [22,

³Ett för det innevarande trafikdygnet unikt nummer mellan en och sex siffror.

Status report
- Position
- Hastighet
- ID för aktuell JP
- Ändringar av TC
- Förväntad energikonsumtion och -återmatning
- Förändrade adhesionsförhållanden
- Statusmeddelanden

Tabell 5: Datamodell, status report

Segment profile		
- Unikt ID - Version - Längd		
SP-punkter	SP-karaktäristik	SP-områden
- Trafikplats - Uppehåll ⁴ - Signalplacering - Balisplacering - Referenspunkt (kilometer) - Övervakad plankorsning	- Banans STH för ett visst segment - Unikt ID för aktuell bana - Kurvradie, lutning - Kontaktledningsspänning - Infrastruktur begränsningar - Tillgänglig(a) tågskyddssystem	- Station, plattform - Tunnel - Strömlös sektion - Tillåten axellast

Tabell 6: Datamodell, segment profile

Train characteristics
Obligatoriskt: - Unikt ID - Version - Järnvägsföretags unika ID
Valfritt: - Typ av tågfärd ⁵ - STH - Motoreffekt (kW) - Typ av tågskyddssystem ⁶ - Tågvikt - Dynamisk tågvikt - Tåglängd - Maximal accelerationspotential - Komfortmässig accelerationspotential - Bromskraft - Tillsättnings tid för bromssystem

Tabell 7: Datamodell, train characteristics

17]. Två studier har berörda två olika digitala lokförarverktyg som tagits fram. Den ena är en applikation för ett stort polskt regionalt järnvägsföretag implementerade ett eco driving⁷-verktyg i sin verksamhet 2018 [17], och den andra en prototyp som har tagits fram i Norge för att främja lokförarnas situationsmedvetenhet [22].

För den polska applikationen introducerades poängbaserade gamification-element stegvis i fyra olika faser med 2–3 månaders mellanrum så att förarna inte skulle bli överväldigade och lära sig systemet i en god takt. Syftet var som tidigare nämnt att förbättra förarnas eco driving. Alla faser har haft internalisering som mål och har därför behövt tillgodose förarnas behov av autonomi, kompetensprövning och känsla av att vara i ett sammanhang (sambhörighet). För samtliga faser har användandet av verktyget varit frivilligt för att säkerställa täckning för autonomibehovet.

Den första fasen syftade till att synliggöra för förarna hur energieffektivt de körde genom att mäta hur mycket effekt från kontaktledningen som använts och återge detta så snabbt som möjligt. Meningen var inte att det skulle jämföras mot andra förare eller uppnå ett särskilt mål, utan snarare att skapa en ‘placebo-effekt’ genom att göra dem uppmärksamma på att deras effektivitet mättes och sparades. Enkom genom detta sjönk energiförbrukningen med 8% på en av linjerna där pilottester kördes [17]. Att den data som presenterades var korrekt visade sig vara avgörande för lokförarnas förtroende för systemet; engagemanget sjönk avsevärt när förarna inte trodde att deras angivna förbrukning inte stämde överens med verkligheten. Denna gamification-komponent är i linje med vad SDT säger om autonomi och motivation då deltagande var frivilligt och inga negativa konsekvenser följde av att inte delta. Belöningar kopplade till användning tillämpades för att stimulera kompetensprövning. Känslan av sambhörighet influerades genom att informera om att alla förare fanns med i systemet, även om deltagandet var frivilligt och information om andra förars prestationer inte fanns tillgängligt.

Andra fasen syftade till att introducera gamification-moment där förarna kunde jämföra sig med varandra. Individuella prestationer publicerades för alla att se och uppdrag och utmaningar gjordes tillgängliga. Typiska diton kunde vara att spara 100 kWh på en vecka, förbättra sin genomsnittliga energikonsumtion eller minska konsumtionen på en viss bana med 5% [17]. Belöningar för de högst presterande förarna under en given period gavs och istället för att belönas för användande eller prestation gavs de istället för att köra en särskild bana på effektivast vis. Deltagande var fortfarande frivilligt, och val av utmaningar eller uppdrag likaså för att hedra förarnas autonomi. Sambhörigheten närmades genom att visa individuell statistik jämfört med genomsnittsföraren samt publicera de bäst presterande förarna och deras statistik. Kompetensprövning stimulerades genom känslan av progression när uppdrag och utmaningar klarades av och blev svårare.

I tredje fasen låg fokus på att stärka förarnas intrinsiska motivation genom laganda och samarbete. Förarna tävlade tillsammans i grupper som utsågs av instruktörer för att nå specifika lagorienterade mål såsom att spara 10 000 kWh på en månad. Tävlingsmoment

⁷Energieffektiv körstil som även sparar in på fordons- och infrastrukturslitage.

och kompetensprövning riktades istället mot andra grupper samt att gruppernas poängställning offentliggjordes på en topplista. Genom att gå från individuella tävlingar till grupptävlingar tillgodosågs samhörighetsbehovet.

För fjärde och sista fasen låg fokus på att aktivera de bästa förarna på ett sätt så att de skulle få ett fortsatt intresse av att fortsätta använda systemet. Lösningen var att dem att hjälpa andra förare att bli bättre på att använda verktygen och i förlängningen eco driving och stimulera båda parter samhörighetskänsla. Istället för att kompetensprövningen låg direkt i systemet skedde det indirekt genom kunskapsöverföring utanför verktyget. De kunde även skänka 'altruismpoäng' till andra förare för att behålla deras incitament att fortsätta att tjäna in poäng.

För den norska prototypen var syftet att stärka lokförarnas situationsmedvetenhet. Ett poängsystem nämns inte uttryckligen men är underförstått som ett sätt att mäta prestationer i form av exempelvis punktlighet eller effektiv körstil. För detta implementerades en systemkomponent som visuellt kunde återge visualisera trafiken i tågets närområde. Verktygets kärna låg i jämförelsen med kollegor där förarna kunde se hur deras handlingar påverkat deras punktlighet och prestation, samt hur andra förare tenderat att agera i liknande situationer. Reflektion var en viktig del där verktyget stöttade individen i att utvärdera den egna körstilen i en strävan att förbättra den. Situationer kunde då spelas upp i efterhand för analys av beslut och eventuella förbättringar. Systemet skulle vara engagerande och interaktivt för att stimulera intresset och uppmärksamheten av verktyget utan att störa förarens uppmärksamhet.

Båda projekten har olika syften och utvecklades oberoende av varandra men visar på gemensamma lärdomar och strategier. Exempelvis har båda systemen tagits fram med gamification som primärt fokus få att uppnå sitt mål, vare sig det varit eco driving eller ökad situationsmedvetenhet [22, 17]. Båda studierna nämner vikten av feedback, och att förarna får god möjlighet att utvärdera sig själv på ett autonomt sätt [22, 17]. Att gamification-elementen är sömlöst integrerade och inte stör lokförarens dagliga arbete, blir ett irritationsmoment eller skapar onödig distraktion har i båda fallen visat sig vara av stor vikt [22, 17]. Vidare har tillämpningen i båda projekten delvis vilat på beteendevetenskapliga teorier om motivation och hur den bäst främjas för långvarighet och att lokförarna inte ska 'tröttna' på verktyget efterhand [22, 17]. I båda studier framhålls vikten av att tillgodosätta tre mänskliga behov enligt självbestämmandeteorin för att säkerställa den bästa formen av motivation; autonomi, känslan av samhörighet samt kompetensprövning. Slutsatserna från båda studier visar två gemensamma punkter. Gamification *kan* användas i digitala verktyg för lokförare för att effektivt motivera dem och öka deras prestation [22, 17]. Faktumet att det visat sig vara effektivt tyder på att det finns fog att undersöka ämnet vidare och att det finns potential för bredare tillämpning i järnvägsbranschen [22, 17]. I båda studier konstateras även att gamification i DAS-system för lokförare är svårt. Det fordrar mycket god domänkunskap, tydliga och noggrant avvägda begränsningar i komponenter för att anpassa systemet efter verksamheten samt vidmakthållandet av förarnas förtroende [22, 17].

5.2 Intervjuer med lokförare

För beskrivning av datainsamlingsmetoden, se avsnitt 4.1.4. En sammanställning av frågor och svar för intervjuerna i avsnitt finns i bilaga A. Innan intervjuerna påbörjades gavs en introduktion till ämnet genom ett på förhand förberett manus som lästes innantill för varje respondent.

5.2.1 Intervjufråga 1: Lokförare och DAS-verktyg

Den första intervjufrågan lyder *‘Vilka erfarenheter har du av DAS-applikationer idag?’*, och är direkt till forskningsfråga 1 som lyder *‘Hur ser benägenheten ut för lokförare att följa hastighetsrekommendationer från en DAS-applikation idag?’*. Frågan syftade till att försöka bilda en uppfattning om hur stor kännedom lokförare idag har av digitala förarverktyg som stöttar denne i tågets framförande. Samtliga respondenter hade erfarenhet av S-DAS-applikationer, och fyra av dem använde en DAS-applikation i deras dagliga arbete. Verktyget, vilket det än må vara uppgavs vara väldigt uppskattat. Särskilt uppskattade funktioner uppgavs i synnerhet vara (nära) realtidsuppdaterad operativ omlägesbild med framför- och bakomvarande tåg samt möjlighet till körorderuttag⁸. För att kunna planera sin körning krävdes enligt en respondent i första hand linjekännedom⁹ och att beslut om hastigheter eller inbromsningar borde fattas av förare själva, men att digitala verktyg kunde bistå föraren i detta. Några uppgav att eco driving-funktionalitet som rekommenderade en viss hastighet fungerade dåligt och därmed inte följdes. Information om banans STH, tillfälliga hastighetsnedsättningar, hastighetsnedsättningar kopplat till fordon har inte varit tillgängligt för dessa system och de har därför kunnat uppges hastigheter som är för höga och inte går att följa. Andra funktioner kunde vara kontaktuppgifter, dokument, fordonsomlopp och personligt schema. Respondenten som var godstågsförare uppgav att denne kört med DAS-verktyg på LIA¹⁰, men att det var ovanligt på hans företag att lokförare körde med förarverktyg överhuvudtaget. Tågorder och körplan skrevs ut vid orderläsning¹¹. Godstågsföraren nämnde vidare att han förmodade att flera av hans kollegor förmodligen skulle svarat med *‘Vad ska det där vara bra för?’* på påståendet att deras JF skulle besluta att införa en C-DAS-applikation. Några hade deltagit i pilotstudien som Trafikverket genomförde på Södra Stambanan och därmed fått testa C-DAS. Dessa uppgav att det sällan fungerade, och att de hade svårt att förstå syftet med systemet.

Överlag var intervjuobjekten positivt inställda till DAS-verktyg, någon uttryckte att det var *‘framtiden’*, att järnvägen självklart skulle gå i bräsch för hållbar transport och hoppades på ett snart införande. Någon uttryckte en oro över att yrkesrollen skulle förändras till att vara en *‘DAS-vakt’* och ta bort *‘hantverket’* om DAS-verktyg fick för stor inverkan på arbetsutövandet istället för att lokföraren kör tåg på sättet denne själv anser bäst.

⁸En körorder består av lokförarens tågorder och körplan och är ett villkor för att genomföra tågfärd [24]. Körorderuttag är hämtandet av tågorder och sker i form av hämtning direkt från Trafikverkets API eller som PDF från körordersystemet.

⁹Kännedom om en banas egenskaper såsom driftplatsers geografiska lägen, signalplaceringar, lutningsförhållanden eller andra särskilda egenskaper för en viss bana eller driftplats.

¹⁰Lärande i arbete, vanligt förekommande på yrkeshögskolor.

¹¹Arbetsmoment där lokföraren läser in sig om särskilda trafiksäkerhetsförhållanden som gäller för dagen och om uppdateringar av regler förekommit sedan senaste arbetspasset

5.2.2 Intervjufråga 2: Kommunikations- och informationsbehov

Den andra intervjufrågan lyder ‘... vilken information är viktig/krävs för dig som förare för att du ska följa en hastighetsanvisning?’. Frågan är kopplad till forskningsfråga 2 som lyder ‘Hur väl tillgodoser befintlig standard för datautbyte inom C-DAS (SFERA) lokförarens informationsbehov avseende efterlevnad av hastighetsanvisningar?’. Flera respondenter tryckte på att förtroendet för systemet påverkas mycket av hur stabilt och välfungerande det är, exempelvis att körprofilen är rimlig. Med rimlig avsågs ‘inte för kontrollerande’, så att lokföraren bara tittar på en siffra, utan ges utrymme för ‘hantverk’ samt att den var realistisk och inte skulle ange hastigheter som inte går att hålla eller ens är tillåtna. Ett annat liknande exempel som nämndes var om att omplanering av tidtabell¹² gjorts i syfte att uppnå ett ‘flygande möte’¹³ så måste och det flygande mötet faktiskt realiseras. Systemet skulle ‘helt enkelt bara funka’. En respondent nämnde även att det vore bra om statistik på efterlevnad av körprofil inte användes i uppföljningssyfte, åtminstone på personligt plan. Detta skulle då kunna upplevas som att körningen och yrkesutövandet är konstant övervakat och skapa en känsla av obehag eller olust. Vikten av gedigen utbildning om C-DAS, SFERA, dess syfte, ursprung och omfattning nämndes som särskilt viktigt för att upprätta ett starkt förtroende bland lokförarkåren. En försäkran att ett JP fortfarande gäller nämndes som förtroendeingivande. Att följa information som är utdaterad skulle enligt respondenten påverka förtroendet för C-DAS negativt och om detta kan förhindras vore det bra. En försäkran att informationen är aktuell vore därför önskvärt. En hög frekvens av JP-utskick skulle också kunna ha en negativ inverkan på lokförarnas motivation för C-DAS enligt två respondenter. En av dessa önskade att fjärren skulle följa devisen ‘lagd plan ligger’ och endast sparsamt skicka ut nya JP:er tätt inpå varandra. Det skulle leda till känslan av att det inte spelar någon roll hur man kör om det ändå skulle komma en ny uppdatering av JP strax efter. Godstågsföraren nämnde särskilt att en körprofil sannolikt inte skulle vara tillämpligt att följa i vissa situationer. Det förekom tåg med väldigt tung last, eller låg STH (70) som skulle medföra små och utmanade möjligheter till efterlevnad av körprofil. En annan faktor godstågsföraren nämnde var vikten av att systemet fungerade effektivt även när tågen var 5–10 timmar sena eller tidiga. Några nämnvärda citat var: ‘Förståelsen för nyttan måste trumfa mina egna erfarenheter’, ‘Lokförare är individer som är tränade att följa regelverk’, ‘Mitt jobb kan omöjligt gå ut på att sitta och läsa information i en platta’. En punkt respondenterna angav som synnerligen viktig var information om kontext vid omplanering. Järnvägens operativa drift nämndes som ett samspel mellan lokförare och tågklarerare där höga krav ställs på båda parter och i synnerhet deras kommunikation. Att få ett kort meddelande om varför en viss omplanering gjorts och eventuellt någon information om vilka andra tåg som berör och om det är kopplat till någon trafikstörning vore därför önskvärt enligt samtliga respondenter.

¹²Nytt utskick av JP.

¹³Tågmöte vid enkelspårsdrift där inget tåg behöver stanna. Det är annars vanligt att tågmöten sker sekventiellt på grund av att ett tåg först anländer till stationen och sedan måste vänta på att nästa tåg ankommer innan det kan avgå.

5.2.3 Intervjufråga 3: Utmaningar

Den tredje intervjufrågan lyder *‘Vilka förhållanden skulle kunna begränsa din förmåga att efterleva en hastighetsanvisning?’*. Frågan är kopplad till forskningsfråga 3 och tog sikte på att identifiera information som vanligtvis kommuniceras från lokförare till tågklarare avseende begränsad förmåga att framföra tåget enligt fastställd körplan. Kommunikation av detta slag finns som tidigare nämnt i SFERA idag i begränsad utsträckning. För några av respondenterna presenterades efter den ursprungliga frågan en parafrasering i stil med *Vad skulle kunna föranleda att du ringer till fjärren¹⁴ för att meddela att du kör med sådan förutsättningar att du inte kan köra enligt din körplan?* för att komma till kärnan av frågan som var att identifiera kommunikation som är relevant för C-DAS. Den vanligast förekommande anledningen var att tågfärden på något sätt fått sänkt STH som är lägre än den som ansökts om inför den årliga tågplanen. Som orsaker nämndes flera exempel, bland annat fordonsfel (bromsfel, dåliga gångegenskaper, avsaknad av korglutning), balisinformationsfel¹⁵, och adhesionsförhållanden¹⁶. Bromsfel kan komma av att bromsar som av någon anledning måste stängas av och slutligen gör att tåget inte längre för köra enligt fastställd STH. Dåliga gångegenskaper kan komma av att tåget vibrerar eller skakar mycket i vissa hastigheter och därför kör långsammare (av komfortskäl). Korglutning avser X2000-tågens förmåga att luta inåt i kurvor som en motorcykel. När denna funktion inte är i drift resulterar det i att komforten försämras avsevärt om inte tåget kör långsammare. Vidare nämndes specifikt av godstågsföraren även specialtransporter som högst relevant för frågan. Vissa typer av vagnar, last och drivfordon kan ha påtaglig inverkan på förmågan att upprätthålla planerlig STH. Respondenten påpekade dock att frågor om tågets sammansättning som innebär påverkad STH eller rättidighetsförmåga fordrar samtal och kanske inte gör sig bäst i en digital lösning. Även multar¹⁷ nämndes då särskilt långa tåg (såsom två X2000-tåg eller tre Öresundståg) kunde få problem med huvudbrytarfrånslag vilket kunde blocka traktionsmotorer om det hände för många gånger på kort tid. Detta i sin tur kunde leta till att föraren tvingades köra med lägre hastighet. Flera förare uppgav att de vid ett flertal av här nämnda anledningar inte rapporterade försämrade rättidighetsförmåga till fjärren då de ansåg att det var för lågt prioriterat för att ringa och ‘störa’ fjärren med den typen av information som inte är direkt trafiksäkerhetsrelaterad.

5.2.4 Intervjufråga 4: Övriga tillägg

En sista forskningsfråga ställdes som syftade till att fånga upp eventuella tankar, känslor eller åsikter respondenten potentiellt önskade men inte fått ge uttryck för. Den löd *‘Har du något övrigt du vill tillägga?’*. En förare nämnde vikten av att få tågläget presenterat för sig i så nära realtid det går. Detta för att kunna planera sin körning och fatta mycket bättre beslut än utan den typen av information. Annars hade samtal till fjärren fördrats för att bilda sig en uppfattning om lämplig körstrategi utifrån trafikläget, men att lokförare

¹⁴Fjärren’ är benämning på Trafikverkets driftledningscentral(er).

¹⁵Mjukvarufel i tågets hastighetsövervakningssystem som kan resultera i begränsad STH under som mest ca 3 km framåt

¹⁶Avser hjulets kontakt med rälsen. Adhensionsförhållanden påverkas negativt vid spårhalka som kan föranledas av exempelvis lövsav, vatten (regn) eller is och innebär att tåget slirar vid acceleration och kan ha svårt att öka eller hålla hastighet.

¹⁷Multipelkopplat tåg. När två eller flera motorvagnar sammankopplas och bildar ett längre tåg.

drar sig från att kontakta fjärren i triviala frågor till förmån för trafiksäkerhetsrelaterade frågor. En annan förare nämnde att den här typen av digitalisering i lokförarens vardag var ett gyllene tillfälle att attrahera den nya generationen lokförare som inte är särskilt lik äldre lokförargenerationer. Förr var det enligt respondenten oftare frågan om 'ett kall i livet' eller ett yrke som gick i arv. Idag blir folk lokförare för att de är trötta på sina andra jobb eller har hört att det är kort utbildning och bra lön, enligt respondenten. En förare uttryckte behovet av extra plattformstid för persontåg. Det kunde exempelvis röra sig om avvisningar av resenär, rullstolsresenär eller toalettbehov. 'Om det kunde kommuniceras på förhand skulle fjärren ha möjlighet att planera utefter det eftersom trafikutbytet¹⁸ kommer ta lika lång tid oavsett', uppgav respondenten. Godstågsföraren uttryckte sin oro över att det kunde bli ett *för* stort informationsflöde, som potentiellt skulle kunna innebära att tågets säkra framförande fick stå till sidan för att 'sitta och titta på en platta'.

6 Resultat och analys

6.1 Lokförarnas behov och SFERA-protokollet

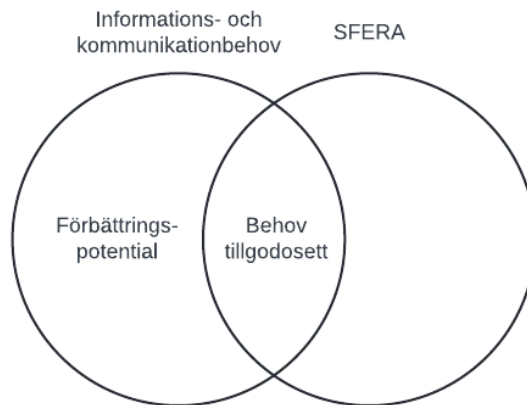
Jämförelsen mellan lokförarnas informations- och kommunikationsbehov och SFERA-protokollet tyder på god förbättringspotential för SFERA som kan nås med enkla medel. Potentialen ligger främst i kommunikation från lokförare till tågklarerare men även i det omvända. SFERA erbjuder dock ett fundamentalt kommunikationsprotokoll där en lokförare grundläggande kommunikationsbehov tillgodoses. Trots detta finns förbättringsmöjligheter som med små förändringar i SFERA-protokollet kan leda till stor nytta och 'quality of life'-förbättringar för lokförare i deras arbetsvardag. Att flertalet förbättringspotential kunde utrönas tyder på att SFERA inte fullt ut täcker lokförarnas kommunikations- och informationsbehov. Om förbättringarna leder till att förarna får större förtroende och en god bild av digitala verktyg skulle det kunna leda till en brantare införandetakt av C-DAS hos järnvägsföretagen.

Vikten av smidig kommunikation ska inte underskattas; digitala förarverktyg ska inte lösa problem som bäst avhjälpas med andra medel. Den största avvägningen i sammanhanget är huruvida datakommunikation faktiskt trumfar GSM-R-samtal. Detta visade sig vara fallet för något av förbättringsförslagen vilket redovisas i 6.4. Den bästa kommunikationsformen är kort, koncis och tydlig. För lokförare saknas därför möjligheten att kommunicera i fritext både i SFERA och studiens förbättringsförslag; det skulle leda till en försämring av innevarande kommunikationsmedel (GSM-R-telefonsamtal). Vidare har lokföraren många arbets- och distraktionsmoment som alla måste dela på förarens begränsade uppmärksamhetskvot. Det finns emellertid många små korta samtal som äger rum idag vilka med enkelhet kan effektiviseras bort med datameddelanden i ett förbättrat SFERA-protokoll. Att sträva efter enkel och smidig kommunikation har därför varit avgörande i framtagandet av förbättringsförslaget.

¹⁸På- och avstigande resenärer kallas trafikutbyte.

6.2 Förbättringsförslag som resultat av intervjuer

Genom att studera SFERA-protokollets datauppsättning (avsnitt 5.1) och lokförarnas kommunikations- och informationsbehov (avsnitt 5.2) har de kunnat jämföras med varandra. De överlapp som finns argumenterar för att dessa delar från lokförarnas behov täcks upp av SFERA. För de delar i intervjuerna som uppdragats rörande lokförarnas nämnda behov men som inte täcks av SFERA har ett utökningsförslag av SFERA tagits fram. En illustration av detta ges i figur 2.



Figur 2: Venndiagram som illustrerar förbättringspotential utifrån jämförelsen mellan datainsamlingsresultat och SFERA:s datauppsättning. Egen framställning.

6.2.1 Kommunikation från TMS till C-DAS-OB

Följande förbättringsförslag ges som går utöver SFERA-protokollet för kommunikation från tågklarare till lokförare.

Journey profile JP består idag av train characteristics (data om fordon), en lista över segment profile:r (data om aktuell(a) bana/banors egenskaper) samt avgångs- och ankomsttider för dessa och tillfälliga begränsningar (exempelvis pådrag). För att bättre möta lokförarnas behov inkluderas utöver nämnda data försenings- eller omplaneringsorsak(er), avsändare av JP - vilken bandel och driftledningscentral meddelandet kommer från samt telefonnummer till denne. Försenings- och omplaneringsinformation eller -orsak(er) efterfrågas uttryckligen av flera förare under intervju-sessioner. Att exempelvis veta var ett tåg ska gå om ett annat eller gå in på sidan på en driftplats för att släppa förbi ett tåg är ett gynnsamt sätt att bygga förtroende sett till respondenternas utsagor. Rent tekniskt kan meddelandet läggas som en del av journey package så att denna information medföljer varje gång ny JP skickas ut. Förbättringsförslaget illustreras i tabell 8 och den nya datamodellen illustreras i tabell 9.

Blankettförberedelse Före muntlig ordergivning måste blanketter förberedas som lokföraren är ålagd att medtaga under tågfärd. Ordergivning genom diktamen sker genom att lokföraren upprepar vad tågklararen säger samtidigt som denne noterar på en blankett

Journey profile
- Unikt ID för berörd tågfärd
- Tidskorridor
- Train characteristics
- Segment profile (lista av)
- Dynamisk data
- Omplaneringsorsak

Tabell 8: Datamodell, journey profile (förbättringsförslag). Tillägg markerat med blå text.

Omplaneringsorsak	Datatyp
- Unikt ID för omplaneringsorsak	sträng
- Orsak	sträng
- Telefonnummer till avsändare	sträng
- Avsändares bandel	sträng
- Avsändares trafikledningscentral	sträng

Tabell 9: Datamodell, omplaneringskontext samt kontaktuppgifter till avsändare.

vilken information som tas emot. Om tågklararen enkelt kan uppmana en enskild eller grupp av lokförare i ett område att förbereda en specifik blankett för ordergivning kan många korta samtal potentiellt sett sparas in. Därför läggs en typ av meddelanden till i SFERA-protokollet som ska skickas från TMS via TS-servrar till C-DAS-OB när en fjärrtågklarare vill uppmana lokförare att förbereda en specifik blankett. Idag finns inget lämpligt meddelande som blankettförberedelse kan rymmas inom då all kommunikation från TMS till C-DAS-OB sker genom JP, och JP skickas ut endast vid start av färd eller omplanering av tidtabell. Detta innebär att en ny meddelandetyp tas fram som kallas *TMS message*, varuti blankettförberedelse kan rymmas.

Kontaktuppgifter Att veta vilket telefonnummer som går till aktuellt driftledningsområde kan vara fördelaktigt att ha lättillgängligt. I synnerhet vid körning utomlands där det kan vara svårare att snabbt hitta rätt information. Därför kompletteras datauppsättningen för segment profile med telefonnummer till aktuell bandels tågklarare.

Trafikstörningar Idag kan information om trafikstörningar gå en lång omväg från en driftledningscentralens trafikinformatorer innan den når lokföraren. Om lokföraren får information direkt från ursprungskällan med plats, tid, påverkan och prognos för trafikstörningar kan information istället ges snabbt till kunder. Ett TMS message kan skickas till många tåg inom ett avgränsat område. Denna funktionalitet införs därför som en ny form av meddelande. Trafikstörningar kan läggas till i segment profile för en aktuellt geografisk punkt.

Meddelande om uppdaterad tåglängd Enligt utsagor från intervjuobjekten kan tvära kast i fordonsplanering som innebär förändring av tåglängd förekomma, av flera olika skäl. Det vore därför av intresse för förarna att kunna se vilken tåglängd tågklararna tror att en viss tågfärd har. Om detta visar sig inte överensstämma med verkligheten kan

Segment profile		
- Unikt ID - Version - Längd		
SP-punkter - Trafikplats - etc... - Trafikstörningar - Telefonnummer	SP-karaktäristik - Banans STH för ett visst segment - etc...	SP-områden - Station, plattform - etc...

Tabell 10: Datamodell, segment profile. För att se originalet i sin helhet, se tabell 6.

lokföraren kontakta tågklareraren med GMS-R-telefonsamtal och delge korrekt information. Det framgår inte helt av analyserad dokumentation om lokförarna direkt kan skicka information om förändringar i tåglängd. Informationen finns i TC, men om C-DAS-OB kan skicka förändringar i TC genom status report är inte helt tydligt. Om så är fallet kan korrekt tåglängd delges direkt till TMS.

TMS message	Datatyp
- Unikt ID för berörd tågfärd	sträng
- Uppmaning, blankettförberedelse (blankettnummer)	sträng
- Aktuell tåglängd	integer
- Avsändares trafikledningscentral	sträng

Tabell 11: Datamodell, blankettförberedelse eller återgivning av inrapporterad tåglängd.

6.2.2 Kommunikation från C-DAS-OB till TMS

Följande förbättringsförslag ges som går utöver SFERA-protokollet för kommunikation från lokförare till tågklarerare. I figurerna visas förbättringsförslaget i blå text. Om överskriften är i blått är hela figuren ett förbättringsförslag.

Kvittens av JP När ett JP skickas ut bör det göras tydligt för föraren att ny tidtabell är aktuell. Denna kan då bekräftas eller avvisas om föraren uppenbart märker att tågklarerarens plan inte kommer att kunna realiseras i praktiken. Det är värt att notera att om C-DAS-OB:s resulterande körprofilberäkning ej ryms inom delgiven JP kommer detta ett meddelande automatiskt att skickas tillbaka till TMS. Det kan dock vara så att det finns parametrar, begränsningar, villkor eller andra omständigheter C-DAS-OB inte känner till som gör att tidtabellen ej kommer kunna realiseras. För lokföraren kan det även vara önskvärt att det blir tydligt när en ny JP har delgivits, och då kan både en positiv och negativ kvittens vara av värde. Positiv kvittens bekräftar att lokföraren har uppfattat att ny JP delgivits och att denne ska vara observant på ny körprofil. Negativ kvittens tar höjd för att föraren fångar upp en förutsättning som medför att tidtabellen inte kan respekteras.

Rapportering av balisinformationsfel När balisinformationsfel¹⁹ inträffar ska lokföraren delge tågklarerare om var det inträffat, vilka konsekvenser som gavs samt vilken felkod som presenterades. Förarna uppgav i intervjuer att det kan vara svårt att veta exakt var det inträffade och vilken balisgrupp som avses. En del förare uppgav också att de och deras kollegor ibland slarvar med att rapportera in balisinformationsfel till driftledningscentralen. Längden STH begränsas kan vara upp till 3800 m *plus* tågsättets längd, vilket skulle kunna innebära måttlig påverkan en tågfärds rättidighetsförmåga. Om lokföraren inte rapporterat detta till driftledningscentralen kan tågklareraren fatta beslut baserat på felaktigt informationsunderlag. För att underlätta för både lokförare och tågklarerare införs därför ett meddelande där lokföraren kan skicka GPS-position, ja/nej för driftbroms och släcka indikatorer samt felkod. Tågklareraren kan då snabbt få reda på att ett tågs STH begränsas, frekvensen av inrapportering kan öka och inrapportering kan bli en enklare process för lokföraren.

BF message	Datotyp
- Balisinformationsfel typ 1	bool
- Driftbroms och 80- eller 40-övervakning	bool
- Felkod	sträng
- GPS-position	sträng

Tabell 12: Datamodell, inrapportering av balisinformationsfel.

Plattformsbehov För persontåg kan det vara aktuellt med särskilt behov av plattform vid antingen höger eller vänster sida av tåget. Det kan röra sig om ett större antal avstängda in- och avstigningsdörrar på ena sidan eller om en dörr är avstängd vid en handikapplift. Om detta på enkelt vis kan meddelas i god tid till tågklareraren kan det leda till snabbare trafikutbyte. Datamodellen för plattformsbehovsmeddelande illustreras i figur 13 som del av meddelandet Train message.

Plattformsbehov	Datotyp
- Driftplats	sträng
- Höger eller vänster	sträng
- Tid	integer

Tabell 13: Datamodell, äskande om särskild sida för trafikutbyte eller extra plattformstid.

Meddelande om plötsligt stopp Ibland uppstår fordonsfel som kan leda till att ett tåg gör ett oplanerat stopp. Det händer enligt respondenterna att driftledningscentralen inte svarar direkt när man ringer. Vid ett akut fordonsfel kan det vara stressande att vänta på att någon svarar, men om inte fjärran delges information kommer de bli stressade av

¹⁹Baliser är signalsystemets gränssnitt för informationsöverföring från signalsystem till tågets hastighetsövervakningssystem. De tar emot information banutrustningen och strömsätts när ett tåg passerar dem, varpå information kan överföras till tågen. Om information tåget emottager inte är fullständig 'vet inte' längre tågets skyddssystem vilken information som gäller och kommer begränsa tågets STH till 80 km/h eller 40 km/h beroende på var tåget befinner sig, och lokföraren måste köra under restriktioner[24].

utebliven information från ett stillastående tåg ute på banan. En funktion som meddelar driftledningscentralen att ett tåg har fått ett stoppande fel är sannolikt av intresse för en tågklarare då de skulle kunna vidta somliga åtgärder utan muntlig kontakt. Meddelandet skulle möjliggöra för en lokförare att snabbt kunna meddela tågklarare att tåget står still samt ge en preliminär prognos för sedan direkt påbörja felsökning och åtgärd utan att först behöva ringa och delge information muntligen. Informationen skickas till TMS som del av Train message (figur 14) och kan kompletteras muntligen i efterhand via GSM-R-samtal.

Meddelande om signal i stopp Under intervjuerna framgick det att förarna var av åsikten att bra järnvägstrafik var konsekvensen av ett bra samspel mellan lokförare och tågklarare. Det fanns en förståelse för att båda parter är människor och ibland gör fel. Att tågklarare ibland glömmer bort tåg för en kort period föreföll oundvikligt, och då kunde det hända att tåg blir ståendes vid röda signaler som visar stopp. Då kunde förarna känna sig påträngande eller onödigt ivriga vid samtal i dessa lägen då orsaken kanske var enkel eller kortvarig. Om förarna å andra sidan avstod från att ringa i dessa lägen kanske det skulle leda till att de stod i dessa lägen onödigt länge ifall tågklararen faktiskt glömde bort tåget. Ett meddelande med en notis om att ett tåg håller för stopp vid en viss signal införs därför. Meddelandet kan besvaras med mottagningsbekräftelse med eventuell orsak och prognos vid händelser av lägre dignitet såsom korsande tågväg. Informationen skickas som del av train message (fig. 14).

Meddelande till SOS Från en respondent som suttit i samrådsmöten med räddningstjänst, ambulans och polis framgick det att den här typen av samhällsfunktioner har svårt att identifiera exakt position för tåg de ska undsätta, i synnerhet för poliser. Är det tågstopp kan många tåg befinna sig nära varandra vilket kan försvåra lokalisering. Därför föreslås en funktion där C-DAS-OB kan delge GPS-position till SOS Alarm direkt eller via IM DAS-TS. I dagsläget passerar informationen i många led muntligen från lokförare till operativ blåljuspersonal med flera led emellan vilket potentiellt kan leda till att information tappas på vägen. Det har enligt respondenten visat sig hänt flera gånger i verkligheten samtidigt som nämnda samhällsfunktioner efterfrågan denna typ av funktionalitet. Detta förslag går eventuellt utanför studiens omfattning, men oavsett är det tågklararna som idag kontaktar SOS Alarm muntligen. Om systemet möjliggör distribution av GPS-information skulle denna information potentiellt kunna vara av intresse för polis, ambulans och räddningstjänst. Då denna kommunikation går utanför SFERA-protokollet illustreras det ej.

Meddelande om att samtal önskas Det framgick under intervjuerna att lokförare ibland behöver kontakta tågklarare, men i ärenden som inte är akuta. När de då ringer driftledningscentralen i dessa ärenden kan det ibland gå så lång tid att föraren väljer att lägga på och istället försöka senare. Respondenten tillade att detta inte är något konstigt i sig, utan att tågklararen förmodligen är upptagen. Att då kunna skicka ett meddelande om att samtal önskas kan avlasta tågklararens uppmärksamhet. Informationen skickas som del av train message (fig. 14).

Reducerad dragkraft Information om dragkraft görs tillgängligt för TMS via RU DAS-TS innan avfärd men C-DAS-OB förefaller inte ha någon möjlighet att skicka detta direkt till TMS i status report. Därför läggs denna meddelandetyp till och består av en andelsangivelse i förhållande till den fulla potential som finns i fordon enligt train characteristics. Man kan också tänka sig att effekten anges i kW, men det skulle kunna vara svårt för föraren att avgöra. Ofta rör det sig om att en motor slutar fungera helt och då är det lättare att räkna bort den andelen från det totala antalet motorer.

Train message	Datotyp
- Dragkraft (%)	integer
- Stopp, felsökning pågår (prognos, minuter)	integer
- Signal i stopp (signalbeteckning)	sträng
- Samtal önskas (önskat telefonnummer)	sträng
- JP-kvittens	bool
- Plattformsbehov	-

Tabell 14: Datamodell, inrapportering av balisinformationsfel.

6.3 Tillgodosedda behov

Några av de förbättringsförslag som kom fram under datainsamlingen togs inte upp då de redan tillgodoses av SFERA. En begränsande faktor flera respondentert nämnde var dåliga eller försämrade adhesionsförhållanden. Detta tillgodoses av SFERA idag och går dessutom utöver behovet från lokförarna då andra förars inrapporterade adhesionsförhållanden görs tillgängligt via TMS. Detta skulle därmed kunna ses som en ‘delighter’ och ge extra goodwill för förarna. Vidare uppgav respondenterna väldigt många olika skäl till förändrad (försämrad) STH. Skälen för dessa kan vara mer eller mindre relevanta, då det viktiga ur rättidighetsperspektiv är att kommunicera att STH är försämrad och inte *varför*. Det viktiga för tågklararen är att veta att en tågfärd inte längre har den STH som denne fått information om på förhand. En annan viktig punkt som efterfrågas av samtliga respondenter är operativ omlägesbild. Eftersom IM DAS-TS har information om samtliga tågs GPS-position är detta enkelt att tillhandahålla för C-DAS-OB. Detta är något som uppges vara mycket uppskattat och eftersökt av lokförarna.

6.4 Validering av förbättringsförslag

Förbättringsförslagen från avsnitt 6.2 utvärderades i en andra omgång intervjuer med scenariobeskrivningar för att validera de nya datamodellernas faktiska värde. En sammanställning av scenariobeskrivningar och svar för intervjuerna i avsnitt finns i bilaga B.

Journey profile Att komplettera JP med information om störningar samt kontaktuppgifter till avsändare (tågklarare) uppfattades generellt som positiv förbättring. Två respondenter var skeptiska till ifall det var nödvändigt med information om avsändare.

Blankettförberedelse Detta förbättringsförslag mottogs väl av samtliga respondenter. Det skulle med enkla medel effektivt frigöra tid från tågklarerarna så att de kunde lägga tid på andra uppgifter då blanketthantering är mödosamt, tyckte någon. En respondent tyckte det var viktigt att signalbeteckning inte togs med som informationspunkt eftersom detta kunde ha negativ trafiksäkerhetsmässig inverkan.

Kontaktuppgifter Kontaktuppgifter till aktuell driftledningscentral samt bandel var intressant för förarna och föreföll mer intressant när det nämndes i kontexten tåγκörning i utlandet. Att sitta och leta information var enligt respondenterna umbärligt även om man visste var man skulle hitta informationen. ‘Bra om det finns en knapptryckning bort’, uppgav en respondent.

Trafikstörningar Att få information från ursprungskällan uppfattas som åtråvärt för samtliga respondenter. Särskilt intressant *när* händelsen inträffade enligt en respondent. Någon respondent trodde att det skulle vara bra ut servicesynpunkt då resenärer och kunder skulle kunna få information snabbare istället för att det skulle gå ut via järnvägsföretaget som får det av Trafikverkets trafikinformatorer.

Kvittens av JP Responsen på denna punkt var generellt god, men några undrade om det var nödvändigt då ett avvisande av tilldelad JP ändå skulle leda till ett GSM-R-telefonsamtal. En notis att ny JP mottagits nämndes dock som potentiellt nyttigt för att göras uppmärksam på att läget i trafiken kan ha förändrats. En respondent tyckte dock att det var naturligt för att undvika envägs kommunikation, även tågklarerarens ‘order’ gäller.

Rapportering av balisinformationsfel Denna punkt uppfattades som positiv men många hade invändningar att det inte fick påverka lokförarens uppmärksamhetsförmåga då ett balisinformationsfel ofta leder till en kraftig inbromsning och därför kräver förarens fulla uppmärksamhet. En respondent var negativt inställt till detta och föredrog att notera berörd information på ett fysiskt pappersark för att inte bli störd. Förslaget säger inget om interaktionsdesignen, bara vad meddelandet ska bestå av. Flera uppgav dock att de trodde att rapporteringsfrekvensen skulle öka markant om detta infördes, i synnerhet av balisinformationsfel typ 1 som inte resulterar i inbromsning utan endast talar om att det uppstod ett fel i informationsöverföringen från en viss balis.

Plattformsbehov Respondenten som var godstågsförare reserverade sig för denna funktionalitet. Övriga var positivt inställda och gillade konceptet att jobba proaktivt för att minska onödig kommunikation. Om informationen kan göras tillgänglig för tågets egenskaper istället för att det kommuniceras till varje tågklarerare på varje driftplats vore det ännu bättre enligt en respondent.

Meddelande om plötsligt stopp Detta förslag fick generellt god respons då förarna potentiellt skulle slippa att lägga onödig tid på att stå i telefonkö när felsökning av fordon krävs. Någon uppgav att det utöver vad som stod i scenariot var bra att driftledningscentralen vet att föraren inte är tillgänglig på tågets GSM-R-telefon. I sådant fall kunde

meddelandet kompletteras med telefonnummer till arbetstelefon enligt en respondent. En annan uppgav att detta skulle kunna resultera i att kommunikation *sker* när det kanske annars inte skulle göra det. Detta skulle avse när lokförare väljer att felsöka och åtgärda direkt istället för att först ringa och meddela att tåget står stilla.

Meddelande om signal i stopp Samtliga respondenter uppskattade detta förslag. Någon jämförde det med ‘den berömda, telefonstyrda signalen’ vilket avser när tågklararen får ett samtal, ser att tåget står vid en stoppsignal och därför väljer att lägga körbesked i signalen istället för att ens svara. En respondent föreslog att tågklararen skulle kunna bekräfta meddelandet med en prognos på hur lång tid tåget skulle hålla för stopp. En förare uppgav att kommunikationen skulle öka på grund av detta då vissa förare drar sig för att ringa till driftledningscentralen i detta läge då de är rädda för att störa tågklararen med den typen av information.

Meddelande om extra tidsbehov vid plattform Denna funktion var uppskattad och en förare nämnde att det kanske kunde ske vid orderläsningen redan innan tåget hade avgått. En förare uppgav att tågen med platsbokning har väldigt god kännedom om var resenärer med rullstol kommer gå av och på. En annan förare uppskattade funktionen då det skulle möjliggöra ett toalettbesök om ingen annan prioritering trumfades förfrågan. En annan förare uppgav att det var ett bra sätt att förhindra att förare inte skulle hedra sin körprofil på grund av någon anledning som kräver plattformstid.

Meddelande till SOS Denna funktion var uppskattad av respondenterna av vilka flera hade varit med om att polis och räddningstjänst hade problem att lokalisera deras tåg. En förare insisterade på att denna funktionalitet skulle få sån effekt att det borde gå att mäta hur enkelt som helst och uppskattas mycket av polisen. En förare var lite mer försiktig inställd och undrade om inte driftledningscentralen redan hade denna information

Meddelande om uppdaterad tåglängd Detta förslag var generellt sett accepterat som bra men en förare reserverade sig och uppgav denne trodde mer på samtalskommunikation i frågor om tågets egenskaper. De andra förarna var positivt inställda och uppgav att man ibland blev uppringd och fick frågan ‘Hur lång är du (ditt tåg) idag?’. En respondent var skeptiskt till att tågklararna blev klokare av att veta tåglängder för vissa tåg då hen inte visste vilken kunskap eller information de hade tillgängligt om plattformslängder. Särskilt uppskattat var de av två förare som körde X2000 respektive X31 och det innebär stor skillnad i hur många motorvagnsenheter tåget kör med. En X2000-förare uppgav att hen ringde till varje driftplats där hen hade uppehåll för att meddela tågklararen om att hen körde med ‘mult’.

Meddelande om att samtal önskas Förslaget mottogs positivt av alla respondenter. Som tidigare nämnt i ett annat scenario uppgav en respondent att förare inte vill vara till besvär för tågklararna och kanske därför avstår samtal. Särskilt uppskattat när man har något att säga men som inte är akut uppgav en respondent.

6.5 Gamification

Studien innefattar inte någon praktisk instans av gamification utan reflekterar snarare kring dess tillämpning i en C-DAS-OB-applikation och vad som är viktigt kopplat till gamification ur lokförarens perspektiv. Detta i enlighet med studiens syfte, omfattning och forskningsfrågor. Tillämpandet av gamification och intrinsisk motivation utanför spelvärlden är en relativt ny trend och sett till det förvånansvärt passionerade engagemang dataspel frambringar kan potentialen mycket väl vara stor vid rätt utförande. Gamification är dock komplext och kräver djuplodande kunskaper i såväl beteendevetenskap som datavetenskap och inte minst domänkunskap för slutanvändare och det system varuti det är tänkt att implementeras.

Även om C-DAS med gamification-attribut ger god möjlighet för management att följa upp lokförarnas efterlevnad av körprofiler finns det risk att detta får en stor negativ inverkan på arbetsmiljön om förare känner sig utvärderade eller övervakade [22]. Det är bättre om management tar ett steg tillbaka beträffande feedback för att istället låta medarbetaren själv utvärdera sig och hitta förbättringsmöjligheter [17]. Det gäller i synnerhet negativ feedback men även positiv dito då all form av uppföljning skulle kunna leda till känslan av att vara övervakad. Påståendet styrk både i litteraturstudien och i uttalanden från flera respondenter i denna studies intervjuer. Däremot kan andra potentiella nyckelfaktorer skönjas ur ett gamificationperspektiv kopplat till DAS-applikationer. Exempelvis självreflektion och möjligheten att utvärdera egna handlingar kopplat till tågets framförande såsom punktlighet och energiförbrukning samt jämförelsen med andra lokförare eller handlingar vid en viss situation [22, 17]. Det kan exempelvis röra sig om att skapa egna 'grupper' där medlemmar tävlar individuellt eller i grupp om högst följsamhet av körprofil, bäst punktlighet eller lägst energikonsumtion [22]. Att analysera förarnas agerande i olika situationer kan också vara bra underlag för utbildningsmaterial. Det är som tidigare nämnt viktigt att management inte använder statistiken för att följa upp eller mäta lokförarnas färdigheter. Det är också viktigt att eventuell följsamhetsspårning är korrekt implementerad och mäter efterlevnad av körprofil mycket precist och med högt förtroende. Tillämpning av gamification kan också innebära en stor arbetsbörda för utvecklingsteamet som arbetar med att ta fram C-DAS-applikationen och dess system. Som tidigare nämnt är SFERA en ny företeelse och innan gamification kan integreras in måste ett stabilt och robust system byggas som har hög driftsäkerhet och stabil funktionalitet.

7 Diskussion

7.1 C-DAS/SFERA

Under intervjuer med lokförare framkom det att enkel, tydlig och tillförlitlig kommunikation samt kontext som både är tydlig och relevant är central för deras vilja att följa hastighetsanvisningar från C-DAS-OB och annan kommunikation från TMS. Det är därför viktigt att SFERA-protokollet fortsätter att utvecklas och att lokförarens perspektiv är med som en röd tråd i utvecklingsarbetet för att tillgodose de behov som finns. Att utbildning ges för att säkerställa att alla lokförare förstår och kan utnyttja systemets fulla potential. Bara under intervjuerna märktes en tydlig skillnad i respondenternas inställning

till SFERA och C-DAS i takt med att de fick en större förståelse.

Trots de positiva resultaten är det viktigt att ifrågasätta och granska vissa aspekter av implementeringen. Exempelvis framkom det under valideringssessionen att vissa meddelanden var onödiga och gängse kommunikation med GSM-R-telefonsamtal hade varit *enklare* än vissa av de delar som presenteras i analysdelens avsnitt 6.2. Ett återkommande tema under intervjuerna var lokförarnas oro för att det nya systemet skulle kunna öka deras arbetsbörda, särskilt under stressiga förhållanden. Detta belyser behovet av att noggrant övervaka och utvärdera arbetsmiljöpåverkan under systemets införande, i synnerhet när kommunikationen byggs ut. Vidare forskning bör undersöka långsiktiga effekter av C-DAS och SFERA på lokförarens arbetsmiljö och stressnivåer samt exakt hur kommunikationen går till när alla system är i reguljär drift.

Trafikverket borde ta fram utbildningsmaterial om C-DAS och SFERA som behandlar dess syfte, bakgrund, ursprung, omfattning, vilka problem de ämnar lösa och hur tekniken fungerar. Materialet bör vara anpassat för lokförarnas tekniska kompetens och förankras väl i deras vardagliga arbete för att skapa ett så gott intresse som möjligt. Utbildningsmaterial och eventuella verktyg kan sedan ges ut till järnvägsföretagen som ansvarar för att utbilda sin personal. Om inte detta görs och ansvaret istället läggs på järnvägsföretagen riskerar utbildning på området bli spretig och kvaliteten kan skilja sig från företag till företag. Att Trafikverket tar fram en C-DAS-applikation som fungerar enligt SFERA-protokollet är också en idé som framförallt skulle gynna de företag som kör utan digitala förarverktyg idag.

7.1.1 Begränsningar

Det kan finnas begränsningar i studien. Analys har baserats på underlag från intervjuer och om urvalet inte varit optimalt kan fel slutsatser dragits. Exempelvis fanns bara en (1) godstågsförare av fem respondenter. Större representation och insikter från annat än persontågsförare vore önskvärt för att uppnå en jämnare fördelning mellan de två. Det kan även vara så att de förare som intervjuats har en mer positiv bild av digitala verktyg än lokförarkåren i stort. Detta beslut togs dock för att få ett större och säkrare datainsamlingsunderlag med djupare samtal och tankegångarna då respondenterna var kända sedan tidigare av författaren. Insikter från andra branscheexperter såsom utvecklare eller praktiker som har erfarenhet av C-DAS eller SFERA skulle kunnat öka förtroendet för studien, även om målet var att studera lokförarens perspektiv i dessa system. Vidare är SFERA som tidigare nämnt relativt nytt och i viss mån fortfarande under utveckling, även om ett färdigt protokoll funnits sedan 2022. Detta kan betyda att alla dess funktioner inte är fullständigt integrerade eller presenterade och därför kan det vara svårt för respondenterna att fullt ut förstå tekniken. Slutligen finns tidsaspekten. Studien har fokuserat på korttidsresultat, och för att undersöka teknikens långsiktiga påverkan på ett mer övergripande plan krävs ytterligare forskning på effekter, arbetsmiljö och andra faktorer som tekniken studien fokuserar på innebär.

Även om C-DAS och SFERA inte är tvingande för varken infrastrukturförvaltare eller järnvägsföretag att implementera kommer det sannolikt att få väldigt stor inverkan i

järnvägsbranschen och hur trafiken bedrivs. Om dessa digitala system skulle bli obligatoriska kommer kraven på högkvalitativa och robusta system att bli större vilken skulle kräva ytterligare forskning inom ämnet och hur det på bästa vis tillämpas.

7.2 Gamification och C-DAS

I denna studie har även integreringen av gamification i C-DAS-system som metod att öka lokförarnas motivation och förbättra deras prestationer undersökts. Tidigare forskning visar att gamification kan leda till ökad användarengagemang och förbättrad inläring, vilket är relevant för DAS-system där målet är att förbättra körstilen och följsamheten hos lokförare. Ett av de identifierade problemen med DAS-applikationer är att de kan upplevas som övervakande, vilket kan påverka arbetsmiljön negativt. Det är därför viktigt att implementeringen av gamification sker på ett sätt som inte känns påträngande för lokförarna. Istället bör fokus ligga på självutvärdering och personlig utveckling, där lokförarna kan reflektera över sin egen prestation och jämföra sig med kollegor i en icke-dömande miljö. Ett framgångsrikt gamification-initiativ i C-DAS skulle kunna innefatta poängsystem, utmärkelser och andra incitament som belönar effektiv och punktlig körning. Det är dock viktigt att dessa verktyg utformas med en djup förståelse för lokförarnas arbetsmiljö och behov, så att de motiveras till förbättring utan att skapa stress eller känsla av övervakning.

Lokförarkåren är inte den mest teknologiskt mogna yrkeskategorin och även om digitala verktyg blir vanligare och vanligare finns det fortfarande många järnvägsföretag som kör utan DAS-applikationer - i synnerhet godstågsföretag. Att då introducera abstrakta koncept i digitala verktyg som gamification bör göras med stor försiktighet, fingertoppkänsla och omsorg samt med gedigen utbildningssatsning för att inte skapa onödig ovilja. Det pågår ett generationsbyte och förnyring av Sveriges lokförare och det kan finnas goda möjligheter att attrahera den yngre generationen med den digitala tekniken välintegrerad i det dagliga arbetet.

8 Slutsatser och vidare forskning

8.1 SFERA

Studien presenterar en IT-artefakt i form av en uppsättning datamodeller som förbättringsförslag för SFERA-protokollet utifrån intervjuer med lokförare. IT-artefaken togs fram genom Hevners ramverk för design scienceforskning. Förbättringsförslagen baserades på dokumentanalys av för ämnet relevanta dokument samt semistrukturerade intervjuer med fem lokförare. Förbättringsförslagen valideras i en andra intervjuomgång av de fem respondenter som deltagit i den första intervjuomgången. Sammanfattningsvis säger studien att SFERA erbjuder ett fundamentalt protokoll som täcker lokförarnas grundläggande informations- och kommunikationsmen men att det med små och enkla medel går att göra förändringar som avsevärt förbättrar lokförarnas vardag. Observationer och forskning på praktisk tillämpning av SFERA saknas i publicerad vetenskaplig forskning i dag då protokollet, sannolikt då protokollet är publicerat relativt nyligen.

8.2 Gamification

De goda resultat från den något ringa forskning som bedrivits om gamification i digitala lokförarverktyg banar väg för mer djuplodande forskning i samarbete med branschen och speciellt järnvägsföretag som använder DAS- eller i synnerhet C-DAS-system. Vikten av att lokförare följer sin körprofil är avgörande för att det digitaliseringen inom operativ järnvägsstyrning och lämpar sig väl för integration av gamificationprinciper. Dock saknas praktiska tillämpningsexempel på gamification i C-DAS-sammanhang i forskningen. Detta borde undersökas för att stödja järnvägsföretagen i deras tillämpning av gamification inom C-DAS. Att utforska och dokumentera praktiska tillämpningar av gamification kan erbjuda betydande stöd till järnvägsföretag som vill integrera dessa principer i sina C-DAS-system för att förbättra användarupplevelsen och effektiviteten.

Referenser

- [1] T. Albrecht, C. Gassel, A. Binder, and J. van Luipen. Dealing with operational constraints in energy efficient driving. In *IET Conference on Railway Traction Systems (RTS 2010)*, pages 1–7, 2010.
- [2] T. Angel. Preliminär systemdefinition enligt CSM-RA för Åtgärd digital järnväg, Pilot C-DAS.
- [3] T. Angel. Operativt beslutsstöd i realtid - pilot C-DAS. *Järnvägsbranschens samverkansforum*, 2020.
- [4] K. Dušan. Traffic management system in terms of data exchange. *Acta Polytechnica CTU Proceedings*, 5:26–28, Sep. 2016.
- [5] E. Quaglietta et. al. The on-time real-time railway traffic management framework: A proof-of-concept using a scalable standardised data communication architecture. *Transportation Research part C*, pages 23–50, Dec. 2015.
- [6] Alan R. Hevner, Salvatore T. March, Jinsoo Park, and Sudha Ram. Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1):75–105, 2004.
- [7] UIC International union of railways. Data exchange with driver advisory systems (DAS) following the SFERA protocol. UIC IRS 90940, International Union of Railways, Paris, Frankrike, Augusti 2022.
- [8] UIC International union of railways. Sfera adherence use cases. Presentation slides, August 2022. Appendix to Technical Report UIC IRS 90940: Data exchange with driver advisory systems (DAS) following the SFERA protocol.
- [9] UIC International union of railways. Sfera messages. Presentation slides, August 2022. Appendix to Technical Report UIC IRS 90940: Data exchange with driver advisory systems (DAS) following the SFERA protocol.
- [10] UIC International union of railways. Sfera power use cases. Presentation slides, August 2022. Appendix to Technical Report UIC IRS 90940: Data exchange with driver advisory systems (DAS) following the SFERA protocol.
- [11] UIC International union of railways. Sfera use cases. Presentation slides, August 2022. Appendix to Technical Report UIC IRS 90940: Data exchange with driver advisory systems (DAS) following the SFERA protocol.
- [12] M. Joborn. FoI-områden relaterade till C-DAS och TMS. *Forskningsprogram Kapacitet i järnvägstrafiken (KAJT) (TRV 2021/106714)*, Aug 2023.
- [13] T. Albrecht K. Rahn, C. Bode. Energy-efficient driving in the context of a communications-based train control system (cbtc). *Intersections in Simulation and Gaming*, 2013.
- [14] Ketch. *Connected Driver Advisory System (C-DAS) Strategy Paper*. Rail Operations (UK) Limited, Preston, UK, 2022.

- [15] P. Konstantinos. Railway driver advice systems: Evaluation of methods, tools and systems. 3:155–162, Jan. 2013.
- [16] P. Leander L. Yang, T. Lidén. Achieving energy-efficiency and on-time performance with driver advisory systems. In *2013 IEEE International Conference on Intelligent Rail Transportation Proceedings*, pages 13–18, 2013.
- [17] W. Bartnik M. Cwil. Supporting energy efficient train operation by using gamification to motivate train drivers. In *Intersections in Simulation and Gaming: 21st Annual Simulation Technology and Training Conference, SimTecT 2016, and 47th International Simulation and Gaming Association Conference, ISAGA 2016, Held as Part of the First Australasian Simulation Congress, ASC 2016, Melbourne, VIC, Australia, September 26-29, 2016, Revised Selected Papers 47*, pages 239–253. Springer, 2018.
- [18] J. Lindmark m.fl. Godspilot C-DAS kaunis iron - Trafikverket. *Järnvägsbranschens Samverkansforum*, 2022.
- [19] P. Olsson m.fl. Requirements for the deployment of TMS linked with ATO/C-DAS. *European Rail Network and Mobility Management*, 2023.
- [20] J. Oates. *Researching Information Systems and Computing*. SAGE Publications, 2005.
- [21] B. Sandblad S. Tschirner, A.W. Andersson. Improved railway service by shared traffic information design concepts for traffic control and driver advisory systems.
- [22] M. Bae Skomsøy. Situation awareness and gamification for driver assistance on railways. Master’s thesis, Norwegian University of Science and Technology, 2014.
- [23] Malux solutions. Vad är GSM-R? <https://www.malux.se/kunskapsbank/vad-ar-gsm-r>. Tillgänglig: 2024-02-07.
- [24] Trafikverket. Trafikverkets trafikbestämmelser för järnväg. <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Arbetsmiljo-och-sakerhet/sakerhet-pa-jarnvag/trafikbestammelser-for-jarnvag-ttj/>, 2015. Tillgänglig: 2024-02-06.
- [25] Transportstyrelsen. Infrastrukturförvaltare. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/jarnvag/till-dig-i-branschen/infrastrukturforvaltare/>. Tillgänglig: 2024-02-08.
- [26] Transportstyrelsen. Järnvägsföretag. <https://transportstyrelsen.se/sv/jarnvag/till-dig-i-branschen/jarnvagsforetag/>. Tillgänglig: 2024-02-07.
- [27] R. Zon V. Verstappen, E. Pikaar. Assessing the impact of driver advisory systems on train driver workload, attention allocation and safety performance. *Applied Ergonomics*, 100, 2022.
- [28] L. Yang Z. Yu X. Guo W. Zhang Z. Yao, X. Sun. Driver advisory system for freight train based on energy-saving operation optimization. *2022 China Automation Congress (CAC), Automation Congress (CAC), 2022 China*, pages 1532 – 1537, 2022.

Bilagor

A Intervjufrågor

Respondenternas svar redovisas individuellt per intervjufråga. Varje respondent har blivit tilldelad en siffra mellan 1 och 5.

Fråga 1: Vilka erfarenheter har du av DAS-applikationer idag?

1. Respondent 1 hade erfarenhet av flera olika S-DAS-applikationer, både som förare och verksamhetsutvecklare och var mycket nöjd med dem. Särskilt nämndes nyttan av att se fordon omkring sig samt att kunna planera sin körning därefter. Respondenten tänkte att C-DAS var framtiden och hoppas på ett krafttag från Trafikverket och branschen i frågan för att gå i bränschen för miljön.
2. Respondent 2 hade erfarenhet av två olika S-DAS-applikationer men använde inte dem så mycket i sitt vardagliga arbete. Detta berodde på att förtroendet för applikationerna var lågt då de ibland kunde visa hastigheter som inte gick att följa.
3. Respondent 3 hade erfarenhet av två olika S-DAS-applikationer men upplevde varken att de hjälpt eller stjälpt denne i sin yrkesroll. Respondenten uppgav att det fanns goda intentioner och såg fram emot att det skulle bli bättre med tiden.
4. Respondent 4 hade mångårig erfarenhet av främst ett företags S-DAS-applikation. Hen hade varit med i en pilotstudie om C-DAS men trots det aldrig riktigt förstått hur det fungerade. Respondenten påtalade att det just nu skedde ett generationsbyte bland lokförarkåren och att det kunde medföra att individerna lättare tar till sig den nya tekniken. Dock tryckte respondenten också på vikten av gedigen utbildningsinsats för den här typen av system för att alla skulle få en förståelse för vad systemet faktiskt var och vilket problem det skulle lösa. Respondenten pratade om olika nivåer av funktionalitet för att göra inlärningskurvan flackare där lägre funktionalitet knaske kunde vara lättare att omfamna.
5. Respondent 5 hade ringa erfarenhet av DAS-applikationer. Hen hade ingen applikation eller liknande på sin arbetsplats (godståg), men däremot från en LIA (praktik) på ett persontågsföretag. Av denna anledning hade respondenten en egen privat prenumeration på en publik S-DAS-applikation. På frågan om vad den generella inställningen till digitala förarverktyg på godstågsföretaget var 'Vad ska det vara bra för?'. Däremot såg hen värdet i att så kallat *digitalisera bort* GSM-R-telefonsamtal då det var citat: 'ett jäkla ringande', samt att omplaneringsorsaker vid omplaneringar hade varit väldigt bra i ett C-DAS-system.

Fråga 2: Nu när du vet hur C-DAS fungerar i praktiken, vilken information är viktig/krävs för dig som förare för att du ska följa en hastighetsanvisning?

1. Respondenten ansåg att det viktigaste var att kunna lita på verktyget snarare än vilken information som kommuniceras. Ett citat var: 'varje tillfälle med flygande möten som fungerar inget förtroende'. Respondenten nämnde att det kunde vara nyttigt att få upp tågmöten, om man kan långsamma tåg framför sig etc. Om missvisande

information på något sätt skulle delges kan körningen ändå planeras så länge man ser sin omvärld. Om körprofilen som beräknas skulle ändras ofta eller återge hastighetsrekommendationer som inte går att förverkliga skulle det sänka förtroendet för den här typen av system. Respondenten trodde på utbildning och att det var centralt, i synnerhet med tanke på lokförarkårens ovilja att ta till sig nya digitala tekniker.

2. Respondenten tryckte på att det var viktiga att första *varför* en omplanering görs. Bakgrundsinformation med orsak och förklaring skulle vara bra och förtroendeingivande, särskilt om man skulle prioriteras ned och lämna företräde för andra tåg. Respondenten nämnde att förtroendet för digitala system på järnvägen är lågt på grund av hur det sett ut med dylika och andra system som fungerat dåligt. Vidare uttryckte responderten att det var viktigt att det fanns ett syfte och en faktisk förbättringspotential så att nya system inte införs utan anledning. Respondenten uttryckte en önskan om context awareness, det vill säga en lokal omlägesbild för omkringliggande tåg i hens närområde, men att det kanske inte var nödvändigt att ta med *samtliga* tåg utan att en filtrering skulle kunna göras. Respondenten eftersökte ett system för att påtala att det fanns behov för extra tid vid uppehåll på station för resandeutbyte.
3. Respondenten uppgav att det var viktigt att visa mer än bara en hastighetsanvisning. Orsak och anledning till varje omplanering uppgavs vara viktigt så att förarens egna linjekännedom och erfarenhet skulle ta över. Att inte konstant bli uppdaterad med nya anvisningar nämndes också som viktigt. Respondenten uttryckte en önskan om context awareness, det vill säga en lokal omlägesbild för omkringliggande tåg i hens närområde. Hen betonade också vikten av att inte gå från ATC-vakt till C-DAS-vakt, och med detta avses att det fortfarande måste finnas något hantverk kvar i yrket. Respondenten uttryckte en vilja att kunna meddela när det fanns goda chanser att köra igen tid då denna information ofta var uppenbar för en lokförare men kanske inte för en tågklarerare på samma sätt. Vidare uttryckte responderten att det var viktigt att systemet skulle trumfa förarens egna erfarenheter för att vara till nytta och framförallt förtroendeingivande.
4. Respondenten uppgav att 'för varje anvisning; en anledning', och tryckte på att människor kan göra fel och att det finns en förståelse för detta för båda parter men att lokförare fortfarande är tränade att följa regelverk. Med detta menades att varje tidtabellsjustering eller kapacitetsomplanering skulle kräva en relevant anledning för att kunna vara förtroendeingivande. Kommunikation i fritext skulle helst undvikas - både från lokförare och från tågklarerare, på grund av hur stressigt och distraherande den typen av arbetsuppgift skulle kunna vara. Respondenten efterfrågade en grafisk återgivning av den graf tågklareraren tagit fram för tåget samt andra kringliggande tågs STH. Vidare talade responderten om att ingen kommunikation i fritext borde ske, i så fall bara från tågklarerare till lokförare. Citat: 'Mitt jobb kan omöjligt gå ut på att sitta och läsa information'. Respondenten efterfrågade en funktion för att säkerställa att ett journey package fortfarande var aktuellt i tron att det skulle kunna uppstå en situation där det skulle vara utdaterat men inte uppdaterat. Respondent 4 tyckte även att viss kommunikation nog var bättre att föra

muntligen istället för digitalt, men att vissa meddelanden lämpade sig väldigt väl för digital kommunikation. Om uppdateringsfrekvensen i körprofil eller tidtabeller var för regelbunden trodde respondenten att det fanns en stor risk att förtroendet skulle rasa för C-DAS. Särskilt eftersom en lokförare alltid måste prioritera och sälla information som flödar in. Respondenten uttryckte en önskan om context awareness, det vill säga en lokal omlägesbild för omkringliggande tåg i hens närområde.

5. Respondenten uppgav att hen hade lågt förtroende för dylika system och att hen som godstågsförare hellre hade velat få en uppmaning om vid vilken tidpunkt eller tidsfönster tågfärden skulle infinna sig vid en viss driftplats snarare än en körprofil. Detta med anledning av att det finns otroligt många parametrar i ett godstågs fordonssammansättning som har stor inverkan i förmågan att framföra fordonet. Exempelvis kunde särskilt tungt lastade tåg kanske inte köra fortare än 70 km/h oavsett vad tågläget eller körplanen medgav. Lutningar på banan var också en parameter som nämnades som medförde en svårighet vars påverkan var svår att bedöma och skulle skilja sig mycket beroende på fordonssammansättningen. För tomt lastade timmertåg gällde samma sak då vinddraget från ‘pinnarna’ som pekar upp och stockarna ligger mellan gjorde att det i princip inte gick att köra fortare än 70–80 km/h. Respondenten uttryckte en önskan om context awareness, det vill säga en lokal omlägesbild för omkringliggande tåg i hens närområde. Respondenten uttryckte en oro att alla dessa parametrar skulle ombesörjas i ett system som ska räkna ut en körprofil och att det kunde leda till att tågklarerarna inte får en realistisk bild av vilka kapacitetsmöjligheter som finns. Vidare trodde respondenten att det nog skulle vara enklare att överlåta beräkning av optimal körprofil till människan som framför tåget. Respondenten uttryckte även att det var väldigt viktigt att systemet kunde hantera tåg som var 4–5 timmar tidigare då detta enligt hen var väldigt vanligt förekommande. Respondenten tryckte även på vikten av rigorös utbildning, i synnerhet för godstågsförare då den typen av lokförare om något var mer ‘praktiska och hantverksmässiga’ i sitt yrkesutövande än persontågsförare och kanske även mer ovilliga att ta in nya digitala förarverktyg i sin arbetsvardag. Utan förståelse för dessa digitala system trodde respondenten att det skulle vara svårt att få kollegorna att använda och tycka om en C-DAS-applikation.

I övrigt beträffande för respondenten viktigt kommunicé nämnades vikten av att kunna avvisa en delgiven journey package/ny tidtabell som uppenbart inte skulle gå att realiseras samt att kommunikationen behövde vara enkel och smidigt åt båda hållen. Respondenten tyckte att ikoner och knappar var ett bra sätt att kommunicera för att rapportera in diverse förhållanden som kunde vara av intresse för tågklarerare relaterat till tågfärdens rättidighetsförmåga. Respondenten uttryckte även en önskan om lågfrekventa omplaneringar för sitt tåg och att tågklarerarna skulle arbeta efter devisen ‘lagd plan ligger’ och att förtroendet annars kunde sjunka. Hen hade även en fundering i just detta sammanhang om att det muntliga samtalet trumfades digital kommunikation. Respondenten efterfrågade kontaktuppgifter till avsändare av all inkommande kommunikation genom C-DAS samt funktionen ‘blankettförberedelse’.

Fråga 3: Vilka förhållanden skulle kunna begränsa din förmåga att efterleva en hastighetsanvisning?

1. Respondenten uppgav att de vanligaste orsakerna till begränsad rättidighetsförmåga var dåliga gångegenskaper, avstängda traktionsmotorer, balisinformationsfel, avstängda bromsar eller en av någon annan anledning sänkt STH. Hen uppgav även att man drar sig för att ringa till fjärren av dessa orsaker och att det tyvärr kan leda till att tågklarerarna planerar kapaciteten på felaktiga premisser och att det var en avvägning när man skulle ringa in och anmäla detta eller ej.
2. Respondenten uppgav halka, dörrfel, stoppbehov, fordonsfel, korglutningsfel, ATC-fel, balisinformationsfel och toalettbehov som anledning att inte kunde hålla tidtabell.
3. Respondenten uppgav väderlek, adhesion, tillfälliga hastighetsnedsättningar, balisinformationsfel och försämrad STH som främsta anledningar att inte kunna hålla tidtabell.
4. Respondenten uppgav väderlek, nödbroms, balisinformationsfel, sjukdom hos resenär.
5. Respondenten spårhalka, traktionsbortfall, balisinformationsfel och fordonsfel.

Fråga 4: Har du något övrigt du vill tillägga?

1. Respondent 1 eftersökte ett meddelande som går direkt till SOS Alarm vid olyckor som exempelvis brand, personolycka eller evakuering. Hen hade nyss kommit från en konferens med blåljuspersonal där det påtalades att detta var ett stort problem. Personen hade själv erfarenhet av problemet att polis och räddningstjänst inte har hittat till hans tåg när hen varit med om en olycka och fick vänta i 40 minuter när det egentligen skulle tagit enstaka minuter. Problemet är att blåljuspersonal inte vet den exakta positionen för tåget, i synnerhet när många stillastående tåg befinner sig på liten yta.
2. Respondent 2 respondenten hade inget att tillägga.
3. Respondent 3 nämnde att vikten av att inte helt ersätta direktkommunikation via GSM-R-samtal med automatiserade system. Balansen mellan teknik och traditionell kommunikation är central, och det betonades att system som C-DAS bör komplettera men inte ersätta den personliga kontakten mellan operatörer och lokförare enligt respondenten. Respondenten lyfte också fram vikten av att ha en effektiv tvåvägskommunikation som är inbyggd på ett "smart sätt" i systemet. Ett exempel från Danmark gavs där lokförare med tre enkla knapptryck kunde rapportera problem såsom en stoppsignal och att detta var föredömligt system som bidrar till snabbare och säkrare tågföring. Det föreslogs att liknande färdiga knapptryckningar för vanliga scenarion bör integreras i C-DAS, vilket respondenten tänkte kunde öka effektiviteten och minska riskerna associerade med missförstånd eller fördröjningar i kritiska situationer.

4. Respondent 4 hade inget övrigt att tillägga.
5. Respondenten var också något oroad över att kommunikationsvolymen skulle bli så pass stor att det skulle störa det dagliga arbetet.

B Validering

Respondenternas svar redovisas individuellt per förbättringsförslag. Varje respondent har blivit tilldelad en siffra mellan 1 och 5. Individernas siffra är samma som datainsamlingsintervjun. Ett bildspel på 17 sidor med scenariobeskrivningar och förslag på meddelandehåll presenterades för respondenterna. Kontakta författaren för att tillgång detta material.

1.1 Utökad innehåll av JP

1. Respondenten ansåg att avsändare var bra och att notis om att ny JP delgivits var bra för att slippa sitta och leta ny information.
2. Respondenten ansåg att innehållet var bra och tackte mycket av det samtalen i föregående intervju hade berört men att det var något överflödigt med avsändare, Respondenten ansåg dock att telefonnummer var uppskattat, särskilt i utlandet, där kan det också vara intressant att koppla ihop det med bandel/strækning (DK).
3. Respondenten tyckte att förslaget såg bra ut men tryckte på att det var viktigt att säkerställa frekvens. Respondenten ansåg det vara onödigt att meddela nyutgiven JP och hade hellre önskat att det skulle vara en sömlös upplevelse.
4. Respondenten tyckte att det såg bra ut och att det innehöll mycket av det från samtalen i första intervjun.
5. Respondenten tyckte att förslaget såg rimlig ut, men undrade om fjärren verkligen skulle veta de exakta behoven av godståg.

1.2 Blankettförberedelse

1. Respondenten tyckte att förslaget var bra och att det hade förenklat både fjärrens och lokförarens hantering av blankettförberedelse.
2. Respondenten var försiktigt positiv till förslaget och tryckte på att det var bra om föraren kunde ta till sig informationen utanför 'kritisk fas'²⁰. Respondenten föreslog att meddelandet skulle innehålla en uppmaning att söka kontakt med fjärren vid en viss angiven signal.
3. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt positivt och att det skulle spara in mycket tid, särskilt för TKL. Respondenten tyckte det var bra att man som förare kunde ställa in sig på att något skulle hända längre fram samt att det skulle förenkla delgivning av information till resenärer. Respondenten efterfrågade orsak i meddelandet.
4. Respondenten tyckte att förslaget var bra och tillade att ju mer information och proaktiv en lokförare är, desto bättre blir arbetsmiljön för både LF henom och TKL.

²⁰Tillstånd där fullständig uppsyn och fokus krävs av föraren. Exempelvis vid inbromsning, växling, siktfart eller körning utan ATC-besked.

5. Respondenten tyckte att förslaget var bra men föreslog liksom respondent #2 att det skulle kunna ingå som frivillig del i meddelandet att kontakta TKL vid en specifik signal.

1.3 Kontaktuppgifter till tågklarerare

1. Respondenten tyckte att det var ett bra och nyttigt förslag som skulle underlätta när en förare behöver kontakta en specifik tågklarerare.
2. Respondenten tyckte att förslaget var bra, särskilt om det var blott en knapptryckning bort.
3. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt bra och att det skulle spara tid för LF som annars skulle behöva söka information bland dokumentation - något som är mödosamt i vissa fall (särskilt i utlandet).
4. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt bra, framförallt om man kunde få fram vilket GSM-R-telefonnummer man skulle ringa. Respondenten tillade att han verkade för att fler personer skulle använda sig av GSM-R-telefonen istället för tjänstemobiltelefon och att detta skulle främja GSM-R.
5. Respondenten tyckte att förslaget var bra.

1.4 Trafikinformation

1. Respondenten tyckte att förslaget var bra.
2. Respondenten tyckte att förslaget var bra, särskilt eftersom det var information som ofta eftersöks och att det skulle komma från ursprungskällan.
3. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt bra och att det gärna fick innehålla exakt när situationen skett. Respondenten trodde att det skulle kapa informationens väg vilket var en bra sak och att det skulle spara in samtal och förbättra informationsflödet till resenärer.
4. Respondenten tyckte att trafikinformation var synnerligen eftertraktat och att förslaget var bra eftersom informationen idag går en omväg via JF och potentiellt flera steg där inom.
5. Respondenten uppskattade tanken av att erhålla trafikstörningsinformation från TKL direkt till sin läsplatta.

1.5 Tåglägesbild

1. Respondenten tyckte att förslaget såg bra ut och att hen gärna dessutom hade velat se spårbilder. Exempelvis vilket spår man skulle till på en driftplats så att man hade vetat vilka växlar man skulle passera och därmed vilken hastighet som skulle gälla.
2. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt uppskattat. Det skulle medföra att man kunde planera och anpassa sin körning efter omkringläget samt kunna 'se' om en JP skulle stämma eller inte.
3. Respondenten tyckte att förslaget var bra och skulle möjliggöra att man kunde anpassa och planera sin körning samt spara in samtal.
4. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt bra.
5. Respondenten tyckte att förslaget var bra men uppgav att det inte spelade någon roll för honom varifrån informationen kom.

2.1 Kvittens av JP

1. Respondenten ansåg att förslaget var avgörande för att undvika envägskommunikation och tryckte på att hela järnvägen var ett samarbete och att man då måste kunna säga ifrån om en plan inte kommer funka.
2. Respondenten tyckte att det var väldigt viktigt att kunna avvisa en JP som inte skulle kunna gå att realisera. Vid vissa förhållanden skulle exempelvis dålig adhesion innebära att en tidtabell som fungerar i vanliga fall skulle bli omöjlig och att det då vore bättre att LF och TKL tillsammans diskuterar fram en plan.
3. Respondenten tyckte att förslaget var positivt men att det skulle överföra ansvar på LF att vara noga med kvittering av JP då uteblivande av detta skulle vara lika illa som att inte följa sin JP. Respondenten undrade om inte det skulle vara bättre att bara ringa direkt vid ett sånt här läge.
4. Respondenten tyckte att förslaget var bra då det skulle främja kommunikationen mellan LF och TKL. Respondenten befarade dock att det kanske inte skulle vara så vanligt förekommande och därför inte behöva en särskild kommunikationsväg utan att återkoppling istället helt enkelt kunde ske genom samtal. I övrigt tyckte respondenten att det var bra med direkt feedback och att det kunde leda till lägre samtalsbelastning för TKL vilket skulle effektivisera kommunikationen.
5. Respondenten såg inte att det skulle ge någon mening att bekräfta JP, och att en orealiserbar JP ändå skulle leda till telefonsamtal med TKL.

2.2 Rapportering balisinformationsfel

1. Respondenten var negativt inställd till förslaget och menade att det skulle stjäla för mycket fokus från arbetet och att hen hade bättre saker för sig under färd än att trycka på en platta. *Författarens anmärkning: förslaget säger ingenting om hur rapporteringsprocessen går till utan bara hur meddelandet ser ut.*
2. Respondenten tyckte att förslaget var bra och att det vore bra om man direkt vid inträffande kunde trycka på en knapp för att rapportera att det hänt för att vid ett senare tillfälle komplettera med ytterligare information. Respondenten funderade på om GPS skulle kunna gå att använda för att automatiskt kategorisera nivån av balisinformationsfel till de rådande tre nivåerna.
3. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt bra och trodde att det skulle öka inrapporteringen av balisinformationsfel avsevärt, i synnerhet för balisinformationsfel nivå 1.
4. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt bra och att informationen i meddelandet även kunde kompletteras muntligen om den inte var heltäckande.
5. Respondenten var positivt inställd till förslaget och uppgav att det nog hade lett till fler inrapporteringar samt att det skulle förenkla förfarandet effektivt.

2.3 Plattformsbehov, höger/vänster

1. Respondenten tyckte att förslaget kunde vara bra för persontåg men att det saknade värde för godståg.
2. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt bra. Respondenten tyckte att det skulle möjliggöra proaktivt arbete och önskade att det skulle gå att skicka till flera driftplatser på samma gång, exempelvis 'Hela vägen till Stockholm behöver jag plattform på vänster sida.', och att det gärna skulle kunna besvaras med en enkel bekräftelse om ja/nej.
3. Respondenten tyckte att förslaget var bra då det skulle säkerställa att rätt TKL alltid nås av informationen.
4. Respondenten tyckte att förslaget var bra och trodde att det skulle leda till att samtal mellan LF och TKL sparas in. Respondenten tryckte på att det var viktigt att TKL inte missar informationen och att en bekräftelse på mottagande är viktigt.
5. Respondenten tyckte att förslaget var bra men tryckte på att bekräftelse på att informationen mottagits av TKL var avgörande och annars ändå skulle resultera i ett samtal.

2.4 Oplanerat stopp, felsökning pågår

1. Respondenten tyckte att förslaget var bra och att det potentiellt kunde innebära att kommunikation som inte skulle ske i dagens läge (men som *bör* ske) förmodligen skulle göra det.
2. Respondenten tyckte att förslaget var bra eftersom den här typen av skeenden inte rapporteras och därför ofta leder till att TKL får en felaktig lägesbild. Respondenten tyckte även att det var bra för fjärren att veta att föraren inte skulle besvara eventuellt GSM-R-telefonsamtal. Respondenten ansåg att meddelandet borde innehålla information om eventuell prognos.
3. Respondenten tyckte att förslaget var bra eftersom det sannolikt skulle innebära bättre och större informationsflöde från LF till TKL då förare ibland inte ringer direkt vid dessa situationer utan påbörjar felsökning direkt.
4. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt bra och uppgav att det ibland kan ta flera minuter för TKL att svara i telefon och att den tiden inte finns tillgänglig för LF vid stoppande fordonsfel.
5. Respondenten tyckte att förslaget var bra men nämnde att det var bättre att kontakta fjärren via GSM-R-telefonsamtal *om möjligt*.

2.5 Oplanerat stopp vid stoppsignal

1. Respondenten tyckte att förslaget var bra och att det kunde kompletteras med en bekräftelse på att tågklararen mottagit informationen samt preliminär prognos (minuter).
2. Respondenten uttryckte ett behov av en 'ping-funktion' och var positivt inställd till förslaget. Respondenten berättade att förare ibland avstår att ringa TKL för att inte 'vara till besvär' vid den här typen av situationer då läget inte är akut men kontakt än fordras. Respondenten trodde att detta skulle förebygga förseningar, speciellt för nya förare.
3. Respondenten var försiktigt positiv till förslaget och trodde att det skulle 'spara in samtal med ett enkelt knapptryck'. Respondenten uttryckte dock att GSM-R-samtal kanske trots allt skulle vara smidigare.
4. Respondenten tyckte att förslaget var bra och att det liknade det danska förfarandet med 'mangler signal' som var väldigt uppskattat när det fanns. *Författarens anmärkning: i Danmark fanns denna funktion och kunde skickas som textmeddelande över GSM-R-nätet men togs bort när tekniken moderniserades ca 2016.*
5. Respondenten tyckte att förslaget var bra.

2.6 Plattformsbehov, extra uppehållstid

1. Respondenten tyckte att förslaget var bra.
2. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt bra. Exempelvis om man visserligen skulle ha av/på rullstol eller skulle avvisa resenär.
3. Respondenten tyckte att förslaget var bra då det skulle medföra att förare inte avsiktligt avviker från sin körprofil för att spara in tid vid plattform när det behövs, liksom idag. Respondenten uppgav att man ibland kunde vara tio minuter tidigare till en driftplats om behovet skulle föreligga.
4. Respondenten tyckte att förslaget var bra och eftertraktat.
5. Respondenten tyckte att förslaget var bra.

2.7 GPS-position till SOS Alarm

1. Respondenten tyckte att förslaget var bra.
2. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt bra då vederbörande hade erfarenhet från när räddningstjänsten inte hittade hans tåg i en allvarlig situation.
3. Respondenten uppgav att räddningstjänsten ibland lade citat 'otroligt mycket onödig tid på att hitta tågen' och att detta då kunde undvikas samt att kommunikationsledningen kunde kapas med 4–5 steg. En anledning till detta uppgavs var räddningstjänstens låga orientering och domänkunskap om järnväg. Respondenten trodde att denna förändring i tid som läggs på att hitta skulle vara tydligt mätbar. Respondenten uppgav ett alternativ där LF kunde uppskatta sin position och skicka det istället för GPS-position.
4. Respondenten tyckte att förslaget var bra och önskade att detta skulle funnits för längesedan.
5. Respondenten tyckte att förslaget var redundant och undrade om inte fjärran redan skulle ha denna information genom C-DAS eftersom det är en del av SFERA.

2.8 Uppdatering, tåglängd

1. Respondenten tyckte att förslaget var bra för att säkerställa att fjärrans och järnvägsföretagets information överensstämmer.
2. Respondenten tyckte att förslaget var bra och att hen hade erfarenhet från när fjärran svarat 'Oj, vad bra att du ringde!' när den här typen av information påtalas efter akuta förändringar. Respondenten ansåg att det var viktigt att kunna se vilken tåglängd TKL tror att ens tåg har och att det skulle medföra att man undviker att göra förändringar i sent läge.

3. Respondenten tyckte att förslaget var bra, men visste inget om hur pass viktigt det var för fjärren att ha denna information. Respondenten uttryckte dock att det viktiga var att LF kunde se vilken TKL hade information om att ens tåg hade.
4. Respondenten tyckte att förslaget var särskilt bra och att det vore bra att bekräfta detta vid turstart eller innan avgång. *Författarens anmärkning: det sistnämnda med bekräftelserutin för tåglängd vid uppstart finns idag enligt SFERA.*
5. Respondenten tyckte att förslaget var OK men uttryckte en viss skepsis och tillade att röstsamtal trumfar digital kommunikation samt att dagens system otvivelaktigen måste förbättras.

2.9 Samtal önskas

1. Respondenten tyckte att förslaget var bra men uttryckte att det omvända också vore värdefullt, dvs att TKL kan meddela att de önskar bli uppringda när tid finns.
2. Respondenten tyckte att förslaget var bra och sade att det idag inte fanns något sätt att erhålla informationen annat än att testa att ringa och se ifall de svarade och att förslaget därför skulle vara ett bra komplement till verkligheten. Dessutom nämnde respondenten att det idag ibland hände att man hamnade hos fel fjärr vid uppringning via GSM-R-telefonen.
3. Respondenten tyckte att förslaget var bra då situationen ibland uppstår att en LF 'har' något att säga men det inte är akut och man kan vänta fem minuter med att meddela det.
4. Respondenten tyckte att förslaget var bra.
5. Respondenten tyckte att förslaget var bra.

C Scenarier

Kontakta författaren för att erhålla det scenariometerial som presenterades för intervju-subjekten under valideringsintervjun.