

INTERIMSRAPPORT 2026

Införande av FRMCS

Framtidens mobilsystem för järnvägen



Trafikverket

Postadress: Röda Vägen 1, 78189 Borlänge

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: FRMCS Interimsrapport 2026

Författare: Eriksson, Hallner, Jacobsson, Malmström

Dokumentdatum: 2026-02-06

Ärendenummer: TRV 2023/51060

Kontaktperson: Mats Malmström

Innehåll

Summering	6
1 Inledning	7
2 Bakgrund	8
3 Legalitet	10
4 Förstudiens uppdrag och omfattning	11
5 Förkortningar och begrepp	13
5.1 Förkortningar	13
5.2 Begrepp.....	14
6 Introduktion till FRMCS.....	21
6.1 Konceptuellt och tekniskt	22
6.1.1 FRMCS Referensarkitektur.....	24
6.1.2 GSM-R Referensarkitektur.....	24
7 Att introducera FRMCS i Svenska Järnvägssystemet	29
7.1 Kort beskrivning av dagens järnvägssystem	29
7.2 Regelverk och standardisering klass A radiosystem	30
8 Övergång från GSM-R till FRMCS.....	32
8.1 FRMCS kommunikationstjänster.....	32
8.2 Fordonsbaserad FRMCS.....	32
8.2.1 Allmänna överväganden	32
8.2.2 Införandealternativ	35
8.2.3 Alternativ A: ERTMS/FRMCS konvertering	35
8.2.4 Alternativ B: FRMCS för Talkommunikation	35
8.2.5 Jämförande analys för fordonsbaserad FRMCS	36
8.2.6 Sammanfattning.....	36
8.3 FRMCS Marksystem.....	37
8.3.1 Inriktning och antaganden:.....	37
8.3.2 RAN Implementationsscenarier	38

8.3.3 Scenario 1: FRMCS 1900 MHz.....	39
8.3.4 Scenario 2: Publika Mobiloperatörers 5G spektrum	40
8.3.5 Scenario 3: "Kooperativt hybrid"	41
8.3.6 Jämförande analys för FRMCS marksystem.....	41
8.3.7 Sammanfattning.....	42
8.4 Andra aspekter	43
8.4.1 FRMCS-kapabel handenheter eller objekt	43
8.4.2 Taltillämpning för tågklarare.....	43
9 Införandestrategi	44
10 FRMCS testmiljö	46
11 Omvärldsbevakning	47
11.1 FRMCS implementationsplaner i Europa.....	47
11.2 Internationellt arbete.....	48
12 Slutsatser och rekommendationer	49
12.1 Allmänt	49
12.2 FRMCS operatör	49
12.3 Marksystem	50
12.4 Fordonsbaserad FRMCS.....	51
12.5 Införande Tidplan.....	52
12.6 FRMCS arbetet framåt.....	53
13 Figurförteckning	57
14 Tabellförteckning	58
15 Bilagor.....	59
Bilaga I - Preliminär implementationsplan.....	60
Bilaga II: Specifikationer	61
Bilaga III: Fördjupning i FRMCS och GSM-R	63
Begrepp.....	63
Förkortningar	65

Egenskaper	66
Delar	67
Grundparametrar	67
Grundläggande driftskompatibilitetskomponenter	67
Fordonsbaserat delsystem	68
Markbaserat delsystem.....	68
Mobil nätoperatör	68
Specifikationer, standarder och arkitektur	69
Specifikationer och standarder	69
FRMCS referensarkitektur	71
GSM-R referensarkitektur.....	71
Quality of Service (QoS) och prioritering.....	74
Prioritering i GSM-R	74
Kretskopplade tjänster	74
Paketdatatjänster.....	77
Prioritering i FRMCS.....	77
Kapacitet	77
FRMCS kommunikationstjänster	78

Summering

En pågående och accelererande digitalisering av järnvägen¹ resulterar i ett kontinuerligt ökande behov av datautbyte genom digital kommunikation och uppkoppling.

Allt fler objekt inom och längs med järnvägssystemet behöver en sammantaget allt högre kapacitet med stöd för standardiserad radioteknik som kan överföra data mellan tillämpningar.

Ett införande av FRMCS kan skapa en mer robust och över tid hållbar kommunikationsinfrastruktur med radiotäckning längs med järnvägen som en identifierat högkritisk delsektor.

Trafikverket som infrastrukturförvaltare av järnvägssystemet i Sverige tillhandahåller kommunikationstjänster i rollen som FRMCS operatör.

Det tekniskifte i form av skillnader det innebär att implementera FRMCS i förhållande till GSM-R medför behov bortom tekniken. Det handlar om att utveckla kunskaper, digital mognad och acceptans i berörda organisationer som förberedelse för en systemförmåga som överbryggar traditioner av roller och ansvar. Det är helt nödvändigt för att kunna hantera både introduktion och vidare hantering av FRMCS under sin livscykel.

En framgångsrik implementering av FRMCS förutsätter långsiktig planering, internationellt samarbete och en balanserad aktörsmodell där både offentliga och privata aktörer bidrar. Exempelvis kan positiva samverkans effekter uppnås mellan flera radiosystem oavsett om dessa radiosystem realiserar som en privat och/eller publik tillgång för samhället.

Trafikverket uppskattning är att kunna vidmakthålla GSM-R fram till 2033 till en rimlig kostnad utan att riskera driftkvalitet eller driftsäkerhet avseende kommunikationstjänster nödvändiga för tågdrift.

¹ [jbs-vision.pdf](#)

1 Inledning

Denna rapport är baserad på Trafikverkets förstudie² avseende införandet av FRMCS.

Förstudien är avslutad och fortsatt arbete bedrivs i programform. Programmet avser att årsvis publicera en uppdaterad rapport.

Rapporten innehåller en delmängd av begrepp definierade på engelska som inte finns officiellt översatta till svenska.

² Objekt ID VTR1082 - [Förslag till nationell plan för transportinfrastrukturen 2026–2037](#)

2 Bakgrund

Järnvägsektorn i Europa står inför ett stort teknologiskifte inom mobilkommunikation. Dagens driftsatta mobilsystem baseras på 2G (GSM-R), närmar sig slutet på sin livslängd och skall ersättas med ett nytt system som utgår från 5G (FRMCS).

Dagens mobilsystem (GSM-R) är en förutsättning för att Trafikverkets ledningscentraler, tågklarare och lokförare kan kommunicera med varandra för en säker framföring av tåg på våra järnvägar. Mobilsystemet är också en viktig del av ERTMS.

GSM-R togs i bruk år 2000 och används sedan 2006 på alla järnvägslinjer som förvaltas av Trafikverket.

Sedan 2010 har GSM-R försörjt ERTMS med datakommunikation mellan fordonsbaserad ETCS och radioblockcentral (RBC) på de banor som använder ETCS L2 eller högre. Datakommunikationen realiserar av driftskompatibilitetskomponenten Dataradio via GSM-R.

Sverige och Europa står inför en omfattande digital transformation inom järnvägssektorn där datakommunikation och databehandling för ett ökande informationsutbyte och samverkan mellan enheter spelar en allt större och viktigare roll.

Behov uppstår som en naturlig konsekvens av att fler, digitala tillämpningar för framförande av tåg eller system för bedömning av driftsäkerhet av fordon eller järnvägsnät tillförs och att det data som dessa funktioner är beroende av inte kan genereras eller kontrolleras centralt av förklarliga skäl.

Dessa digitala tillämpningar utgör ofta en del av och omfattas av reglering på europeisk nivå genom bland annat tekniska specifikationer för driftskompatibilitet (TSD)³

Järnvägsbranschen har formats under många år utifrån det 4:e⁴ järnvägspaketet som har skapat en nödvändig systemstruktur för den europeiska järnvägen och dess ekosystem baserat på definierade aktörsroller och regelverk med mera. Digitalisering av järnvägen tillsammans med introduktionen av FRMCS, kommer med stor sannolikhet innebära behov att se över och, i någon form, anpassa

³ [Technical Specifications for Interoperability \(TSIs\) | European Union Agency for Railways](#)

⁴ [Fjärde järnvägspaketet - Transportstyrelsen](#)

aktörsmodeller och regelverk. För att åstadkomma denna förflyttning krävs att järnvägsbranschen har en gemensam och förankrad vision för järnvägens framtida funktion och utveckling.

År 2023 initierade Trafikverket en förstudie som avslutades 2025. Denna rapport syftar till att ge läsaren en inledande och övergripande förståelse för kommande implementering av FRMCS i Sverige.

3 Legalitet

FRMCS utvecklas i samverkan mellan Union Internationale de Chemin de fer (UIC), Europeiska unionens järnvägsbyrå (ERA), standardiseringsorgan som ETSI och 3GPP samt nationella myndigheter med nödvändig kompetens och behörighet som berör järnvägssystemet.

För FRMCS arbetar ETSI på beställning av Europeiska kommissionen genom mandat M/603 med tillhörande beslut från ETSI att acceptera beställningen och att leverera enligt dess innehåll. De dokument som ETSI tar fram för FRMCS utgör leverabler i den beställning som ETSI arbetar med. Dokumenten genomgår innan publicering ett omröstningsförfarande där Svenska Informations- och Telekommunikationsstandardiseringen (ITS) agerar samordnande och agerande för Sveriges räkning gentemot ETSI.

ERA är genom Artikel 28 i förordning (EU) 2016/796 tilldelad rollen som systemmyndighet för ERTMS i syfte att säkerställa en samordnad utveckling av ERTMS i unionen.

Med utgångspunkt i de definitioner som återfinns i (EU) 2012/34 är Trafikverket en infrastrukturförvaltare för det svenska järnvägssystemet och ansvarar enligt (EU) 2016/797 för sin del av driftskompatibiliteten i Unionens järnvägssystem på väg mot ett gemensamt europeiskt järnvägsområde.

Trafikverket innehar också organisationskod⁵ som järnvägsföretag i olika roller enligt genomförandebeslut (EU) 2018/1614.

Som ett stöd till ovan nämnda direktiv finns kommissionens genomförandeförordningar (EU) 2019/773 och (EU) 2023/1695. Dessa förordningar identifierar tekniska krav och tillhörande harmoniserade driftregler som behöver mötas och implementeras för att kunna uppnå de syften och de värden som anges i direktiven som mål.

Internationella järnvägsunionen (UIC) koordinerar sedan några år utvecklingen av en ersättare till GSM-R. Systemet planeras vara tillräckligt moget och utprovat i lab och på testbanor så att det kan implementeras i medlemsstater i samband med utgivning av nästa utgåva av TSD Trafikstyrning och signalering. Systemet har namnet FRMCS (Future Railway Mobile Communication System) där namnet FRMCS ägs av UIC.

⁵ [TAF TAP Search Test](#)

4 Förstudiens uppdrag och omfattning

För att kunna realisera kraven i samband med förflyttning från GSM-R till FRMCS genomförde Trafikverket en förstudie under perioden 2023–2025.

Förstudien innefattade följande områden:

Område	Beskrivning	Referens
Användarfall	Kartläggning av tillämpningar för järnvägen i samråd med järnvägsekosystemet	Kapitel 8.1
FRMCS ombordutrustning	Utvärdering av tekniska lösningar och hanteringsaspekter kring Ombordutrustningen	Beskrivs kortfattat i rapporten kapitel 8.2
Radio Access Nät	Teknisk utvärdering av radio 1900 MHz och anskaffning av radioplaneringsverktyg för FRMCS	Ingår delvis i kapitel 8.3
Test (Proof of Concept)	Uppbyggnad av FRMCS liknande testmiljö för tester i form av Proof of concept.	kapitel 10
FRMCS core	Utvärdering av 5G core och MCX lösningar samt bidragit till upphandlingsunderlag för 5G SA core	Beskrivs kortfattat i rapporten kapitel 8.3
RadioSiter	Studerat olika alternativ till radiositelösningar	Beskrivs kortfattat i rapporten

		kapitel 8.3
Införande projekt	Projektplan för införandet av FRMCS inklusive första version av utredningsplan	Beskrivs kortfattat i kapitel 7,8 och 11
Business Case	Framtagande av kostnadsestimat och nyttokalkyl	Se TRV nationell Plan
Internationellt arbete	Deltagande i olika projekt och arbetsgrupper inom UIC, EU-RAIL, SNS-JU, ETSI, EIM för att medverka till utformningen av FRMCS specifikationer och standarder.	
MNO Utredning	Utvärdering av nyttjande av publika mobiloperatörers radionät för FRMCS	Beskrivs kortfattat i rapporten kapitel 8.3

Tabell 1: Förstudie utredningsområden

5 Förkortningar och begrepp

5.1 Förkortningar

Förkortning **Betydelse**

3GPP	3rd Generation Partnership Project
ATO	Automatic Train Operation
DKK	driftskompatibilitetskomponent
DMI	Driver Machine Interface
ETCS	European Train Control System
ETSI	European Telecommunication Standardisation Institute
FRMCS	Future Railway Mobile Communication System
GPRS	General Packet Radio Service
GSM-R	Global System for Mobile communication (Railway)
IETF	Internet Engineering Task Force
ISDN	Integrated Services Digital Network
ITU	International Telecommunication Union
MNO	Mobile Network Operator
MSISDN	Mobile Subscriber Integrated Services Directory Number
PBX	Private Branch eXchange
PLMN	Public Land Mobile Network
PSTN	Public Switched Telephone Network
PTS	Post och TeleStyrelsen

RBC	Radio Block Centre (RadioBlockCentral)
RFC	Request For Comments
RMR	Railway Mobile Radio
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
TSD	Teknisk Specifikation för Driftskompatibilitet
TSI	Technical Specification for Interoperability
UIC	Union Internationale de Chemin de fer

5.2 Begrepp

Begrepp	Förklaring	Alias
5G Core	<i>“a mandatory component of the FRMCS domain in the Transport Stratum. 5G Core system architecture and functions are defined in 3GPP, specifying how mobile core network should evolve to support the needs of 5G New Radio [ETSI TR 103 791].⁶ Ingår i 5GS.</i>	5GC [ETSI TR 103 791]
5GS	<i>“a 5th Generation System that represents a network architecture encompassing 5G Core, Next-Generation Radio Access Network (NG-RAN) and User</i>	

⁶ [TR 103 791 - V1.1.1 - Rail Telecommunications \(RT\); Future Railway Mobile Communication System \(FRMCS\); Terminology for FRMCS specifications](#)

	<i>Equipment (UE)</i> ". [ETSI TR 103 791]	
Dataradio via GSM-R	Driftskompatibilitetskomponent i det fordonsbaserade delsystemet för trafikstyrning och signalering. Definieras och kravställs via tabell 5.1 i genomförandeförordning (EU) 2023/1695	EDOR (ETCS Data Only Radio)
Delsystem	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som <i>"de strukturella eller funktionella delarna av unionens järnvägssystem, såsom anges i bilaga II"</i>	
Driftskompatibilitet	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som "egenskapen hos ett järnvägssystem att erbjuda säker tågtrafik utan driftsavbrott samtidigt som erfordrade prestandakrav uppfylls."	Interoperabilitet
Driftskompatibilitetskomponenter	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som <i>"alla grundläggande komponenter, grupper av komponenter, underenheter eller kompletta enheter av materiel som har införlivats eller avses att införlivas i ett delsystem och som</i>	

	<i>driftskompatibiliteten hos järnvägssystemet är direkt eller indirekt beroende av, inbegripet såväl materiella föremål som immateriella föremål</i>	
Driftsäkerhet	Enligt definition i avsnitt 2.7 av SS-EN 13306:2017	
Fordon	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som ”ett järnvägsfordon som är lämpligt för trafikering av järnvägslinjer på hjul, med eller utan dragkraft; ett fordon består av ett eller flera strukturella och funktionella delsystem”	
Fordonsbaserad FRMCS	Driftskompatibilitetskomponent i det fordonsbaserade delsystemet för trafikstyrning och signalering. Definieras och kravställs via tabell 5.1 i genomförandeförordning (EU) 2023/1695	On-Board FRMCS, TOBA
FRMCS kärnnät	5G Core och FRMCS service server. [ETSI TR 103 791]	
FRMCS operatör	<i>“Railway infrastructure manager, or an operator delegated by a railway infrastructure manager, who manages the FRMCS transport domain and/or FRMCS service domain for which FRMCS policies and FRMCS user</i>	FRMCS operator

	<i>subscriptions are applicable.” [ETSI TR 103 791]</i>	
FRMCS radionät	Del av 5GS	NG-RAN (Next-Generation Radio Access Network)
FRMCS service client	<i>“client that enables the use of the communication services and/or complementary services for the railway applications.” [ETSI TR 103 791]</i>	MCX klient (svenska), MC client (engelska)
FRMCS service server	<i>“server application functions acting as counterparts to FRMCS service clients”. [ETSI TR 103 791]</i>	MCX server, MC server
FRMCS system	<i>“telecommunication system conforming to FRMCS specifications, consisting of transport stratum and service stratum.” [ETSI TR 103 791]</i>	
FRMCS-Profil	Driftskompatibilitetskomponent i det fordonsbaserade delsystemet för trafikstyrning och signalering. Definieras och kravställs via tabell 5.1 i genomförandeförordning (EU) 2023/1695	FRMCS-Tjänst. Avser konfigurationsparametrar för bibehållande av driftskompatibilitet.

GSM-R, SIM-kort	Driftskompatibilitetskomponent i det fordonsbaserade delsystemet för trafikstyrning och signalering. Definieras och kravställs via tabell 5.1 I genomförandeförordning (EU) 2023/1695	GSM-R abonnemang. Avser konfigurationsparametrar för bibehållande av driftskompatibilitet.
GSM-R-hytttradio för talkommunikation	Driftskompatibilitetskomponent i det fordonsbaserade delsystemet för trafikstyrning och signalering. Definieras och kravställs via tabell 5.1 I genomförandeförordning (EU) 2023/1695	GSM-R Cab-radio
Infrastrukturförvaltare	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 och vidare genom Artikel 3.2 i direktiv (EU) 2012/34 som <i>"varje organ eller företag som ansvarar för drift, underhåll och modernisering av järnvägsinfrastruktur på ett nät, samt för deltagande i dess utveckling, i enlighet med regler som medlemsstaten fastställer inom ramen för sin allmänna politik avseende utveckling och finansiering av infrastruktur"</i>	
Järnvägsföretag	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 och vidare	

	<p>genom Artikel 3.1 i direktiv (EU) 2012/34 som <i>"varje offentligt eller privat företag med tillstånd i enlighet med detta direktiv vars huvudsakliga verksamhet består i att tillhandahålla tjänster för transport av gods och/eller passagerare på järnväg med kravet att företaget måste tillhandahålla dragkraft; detta gäller även företag som endast tillhandahåller dragkraft"</i></p>	
Järnvägsnät	<p>Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 och detaljeras ytterligare i dess Bilaga I</p>	
Krävd funktion	<p>Enligt definition i avsnitt 2.6 av SS-EN 13306:2017</p>	
Produkt	<p>Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som <i>"en produkt som framställs genom en tillverkningsprocess, inbegripet driftskompatibilitetskomponenter och delsystem"</i></p>	
Taltillämpning för fordonsbaserad FRMCS	<p>Driftskompatibilitetskomponent i det fordonsbaserade delsystemet för trafikstyrning och signalering. Definieras och kravställs via tabell 5.1 I</p>	FRMCS Cab-radio

	förordningen (EU) 2023/1695	
Teknisk specifikation för driftskom patibilitet	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som ” <i>en specifikation som antagits i enlighet med detta direktiv, som varje delsystem eller del av ett sådant omfattas av för att de väsentliga kraven ska uppfyllas och driftskompatibilitet inom unionens järnvägssystem säkerställas</i> ”	TSI (engelska), TSD (svenska)
Unionens järnvägssy stem	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som ” <i>de delar som förtecknas i bilaga I</i> ”	

6 Introduktion till FRMCS

Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) är det delsystem inom European Rail Traffic Management System (ERTMS) som skall kunna ersätta GSM-R. GSM-R har, som en del av EIRENE (European Integrated Railway Enhanced Network), under mer än två decennier utgjort standarden för driftskompatibel kommunikation inom järnvägssystemet i Europa.

FRMCS baseras på internationella standarder definierade av 3GPP och/eller ETSI, vilket ger följande positiva effekter:

Teknikneutralitet avseende radioteknik: Avser att göra systemet framtidssäkert med skalbar förmåga och kapacitet genom att:

- 1) underlätta införandet av nyare radioteknologier
- 2) förenkla avveckling av äldre radioteknologier

Stöd för reglering inom cybersäkerhetsområdet: Ger stärkt förmåga att hantera cybersäkerhetsaspekter genom att ställa konkreta krav som kan implementeras och verifieras i produkter som marknadsförs och säljs.

Konfigurerbart och flexibelt: Modulär och funktionsbaserad arkitektur minskar beroendet mellan hårdvara, mjukvara och kommunikationsutrustning. Arkitekturen möjliggör förenklade förfaranden vid implementering och framtida uppdateringar. Det kan leda till lägre investerings- och driftskostnader på sikt samtidigt som inlåsnings effekter i försörjningskedjor kan minska.

Flera tillämpningar via flera vägar samtidigt:

Kan hantera flera kommunikationstjänster (röst, data, video) samtidigt. FRMCS kommer att kunna möjliggöra simultan användning av flera radionät såsom publika eller privata radionät via olika tekniker för radioåtkomst som 5G, satellit (NTN) och WiFi.

Syftet med FRMCS är att tillhandahålla ett modernt, tryggt, flexibelt och över tid hållbart kommunikationssystem med stöd för röstkommunikation och moderna tillämpningar för databehandling och datahantering. Dessa tillämpningar är efterfrågade av järnvägssektorn och har bedömts som nödvändiga för järnvägssystemets utveckling. Se vidare punkterna (5) till och med (13) i TSD trafikstyrning och signalering.

Introduktion av FRMCS handlar till en liten del om teknik som hårdvara med mjukvara och till en större del om:

- a) en transformation av befintliga relationer,
- b) en utveckling av nya relationer mellan aktörer i värde och leveranskedjor,
- c) ett skapande av nya förmågor i ekosystemet;

Ovanstående punkter är nödvändiga för att kunna realisera och vidareutveckla krävd funktionalitet som kan realiseras genom FRMCS. Se vidare i TSD drift och trafikledning⁷, paragraferna 4.2.3.4.4 Driftskvalitet och 4.2.3.5 Registrering av data

En introduktion av en ny arkitektur för kommunikation i järnvägssystemet av byggstenar från ETSI eller 3GPP innebär att nya specifikationer och en enhetlig systemstandard upprättas. Det leder till en kvalitetssäkrad katalog av FRMCS systemkomponenter som kan installeras i järnvägssystemet som godkända enheter i en mängd av samverkande produkter.

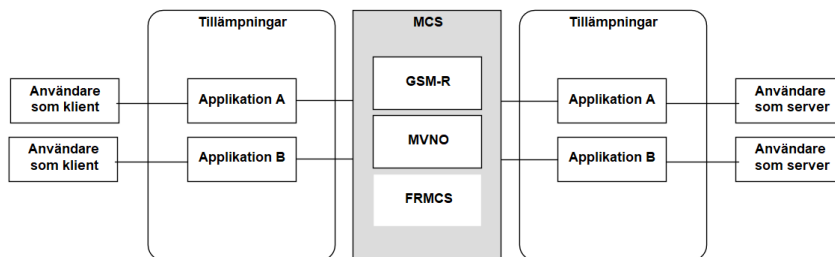
Med utgångspunkt i en katalog innehållande godkända produkter kan även en katalog över FRMCS kommunikationstjänster för tillämpningar tas fram, förvaltas och vidareutvecklas som en tillgång.

6.1 Konceptuellt och tekniskt

Syftet med MCS är att tillhandahålla driftsäker radiobaserad kommunikation som abonnerad tjänst för tillämpningar och dess användare som del av transportsystemet.

Figur 1 illustrerar mobila kommunikationssystem som Trafikverket ansvarar för som mobil nätoperatör. FRMCS åskådliggörs i figuren som det system som kan realisera en kontinuitet avseende det syftet för järnvägssystemet i Sverige.

⁷ [Kommissionens genomförandeförordning \(EU\) 2019/773 av den 16 maj 2019 om teknisk specifikation för driftskompatibilitet avseende delsystemen Drift och trafikledning i järnvägssystemet i Europeiska unionen och om upphävande av beslut 2012/757/EU](#)



Figur 1 Mobila kommunikationssystem (MCS) i Trafikverket

Med mobil nätoperatör avses här:

- a) att inneha och förvalta mobil nätverkskod (MNC) genom tilldelning från post- och telestyrelsen (PTS)
- b) att inneha och förvalta nummerutrymme (MSISDN) för mobila tjänster genom tilldelning från post- och telestyrelsen (PTS). Detta avser tjänster som kan adresseras med abonnentnummer som följer internationell rekommendation ITU-T E.164.

Formellt beslut inom Trafikverket avseende MNC och eventuellt MSISDN nummerutrymme för FRMCS med påföljande ansökningsförfarande hos PTS saknas i dagsläget.

Trafikverket är idag mobil nätoperatör för två system, MVNO och GSM-R. GSM-R har även den nationella benämningen och nätverksnamnet MobiSIR.

GSM-R tillhandahåller tal- och datakommunikationstjänster som är kritiska för järnvägssystemets driftsäkerhet.

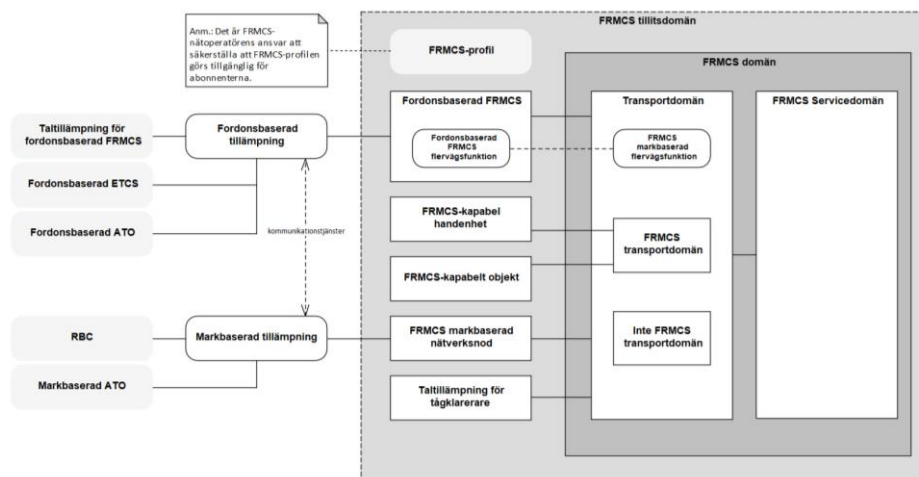
MVNO tillhandahåller datakommunikationstjänster i första hand till tillämpningar i vägsystemet som kan vara väsentliga för vägsystemets driftsäkerhet.

Delsektorerna Järnvägstransport och Vägtransport som del av sektorn Transport identifieras i Bilaga I av (EU) 2022/2555 (NIS2) som högkritiska.

FRMCS kan anses vara en digital infrastruktur som del av sektor transport. Inom digital infrastruktur identifieras tillhandahållare av betrodda tjänster i Bilaga I av (EU) 2022/2555 (NIS2) som högkritisk.

6.1.1 FRMCS Referensarkitektur

Figur 2 nedan illustrerar referensarkitektur för FRMCS tillsammans med driftskompatibilitetskomponenter enligt TSD Trafikstyrning och signalering.



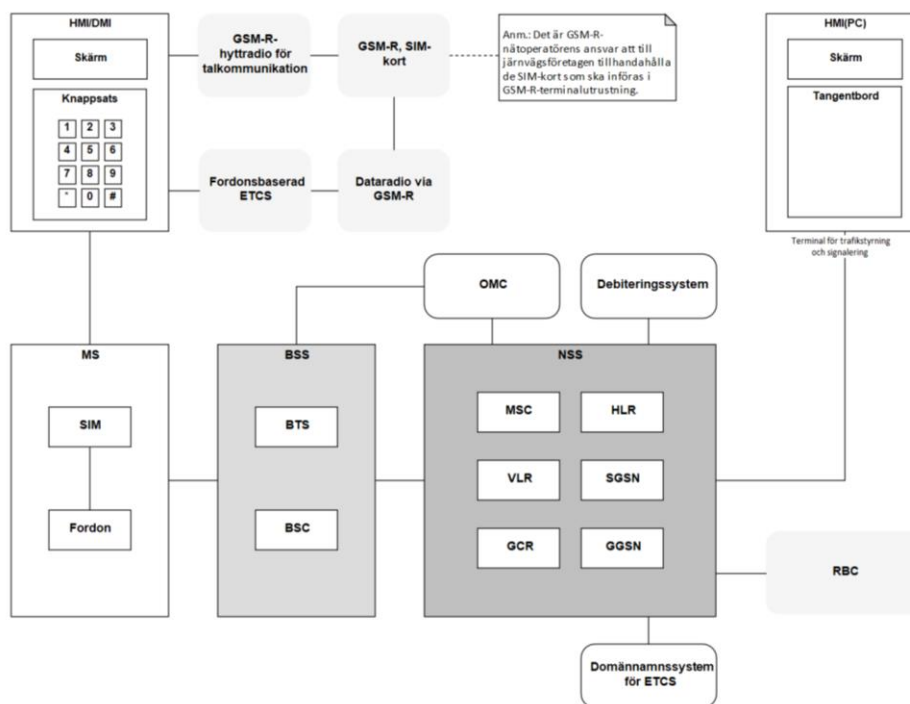
Figur 2 Referensarkitektur för fristående FRMCS domän⁸

6.1.2 GSM-R Referensarkitektur

Figur 3 nedan illustrerar referensarkitektur för GSM-R som en jämförelse med FRMCS. Den visar omfattningen av enheter avseende GSM-R systemet som med utgångspunkt i TSD trafikstyrning och signalering måste livscykelhanteras ur ett användarfallsperspektiv.

Klivet från GSM-R, som baseras på EIRENE specifikationer, till FRMCS, som baseras på 3GPP standardteknologi av långt senare versioner och generationer, innebär stora skillnader både konceptuellt och tekniskt.

⁸ Figuren är inspirerad av kapitel 4.3.3 i ETSI TS 103 764 V1.1.1 med tillägg av grundläggande driftskompatibilitetskomponenter i delsystem för trafikstyrning och signalering enligt tabell 5.1 och tabell 5.2 i kommissionens genomförandeförordning (EU) 2023/1695 som är relaterade till FRMCS.



Figur 3 Arkitekturöversikt för GSM-R⁹

En specifik skillnad mellan GSM-R och FRMCS är vad som står som anmärkning i Tabell 5.1 i TSD Trafikstyrning och signalering för GSM-R SIM-kort respektive FRMCS-profil. Dessa anmärkningar återges i Figur 2 Referensarkitektur för fristående FRMCS domän och Figur 3 Arkitekturöversikt för GSM-R.

GSM-R är ett system utformat, specificerat och anpassat för mobil telefoni och så kallad kretskopplad data. Genom tilläggfunktioner kan en begränsad paketdatatjänst (GPRS) med låg hastighet och meddelandetjänst (SMS) erbjudas.

Med utgångspunkt i dagens behov av tillämpningar med ökning i antal och dataförbrukning räcker systemet inte till för att samtidigt kunna säkerställa nödvändig kapacitet för krävd funktion enligt regelverk.

FRMCS är kravställt och specificerat med utgångspunkt i moderna miljöer avseende teknisk utrustning för databehandling och telekommunikation och kommer att kunna följa med i fortsatt teknisk utveckling inom IT och telekommunikation. Detta förutsatt att nödvändig organisation för drift och underhåll planeras och etableras från början.

⁹ Bilden är inspirerad av kapitel 1.4.2 i EUROPEAN INTEGRATED RAILWAY RADIO ENHANCED NETWORK (EIRENE) System Requirements Specification Version 16.1.0 med tillägg av grundläggande driftskompatibilitetskomponenter i

FRMCS definierar ett applikationskoncept för tillämpningar som leder mot en förflyttning av funktionalitet från dedikerad och leverantörsspecifik mjukvara anpassad för specifik hårdvara till generisk och standardiserad mjukvara för generell hårdvara. Det lägger en bra grund för ökad skalbarhet och att mer kostnadseffektivt kunna anpassa system och dess tjänster efter behov.

Det innebär också en möjlighet till mer effektiv och snabbare utveckling när behov tillkommer eller förändras. Detta genom gränssnitt för integrationer och datautbyten som tillkommit i och med ökad standardisering på europeisk och global nivå.

Applikationer och deras utveckling blir mer oberoende av hårdvara och kommunikationsutrustning och erbjuder en möjlighet att följa med i och skapa nytta genom den utveckling som sker generellt i samhället förutsatt att systemegenskaper som driftsäkerhet i förhållande till krävd funktion bibehålls kontinuerligt.

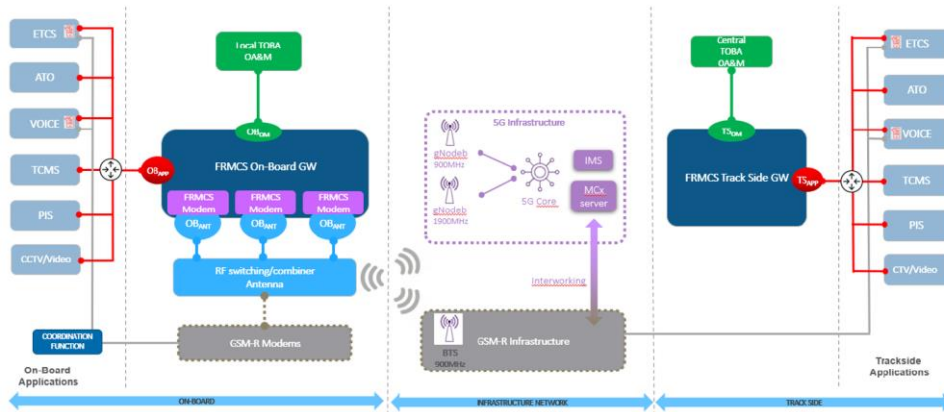
Nya applikationer kan introduceras utan att nödvändigtvis påverka befintliga applikationer eller systemgodkännanden. Ytterligare fördelar ur ett drift- och underhållsperspektiv är:

- Hög grad av konfiguration och parameterstyrning.
- Applikationer och deras användning av kommunikationsresurser kan övervakas, loggas och vid behov, åtgärdas oberoende av varandra.
- Tillförlitligare och effektivare drift och underhåll.

Viktiga faktorer för att uppnå fördelarna är:

- Teknikoberoende (av radioaccessteknologier) - ger mer framtidssäkra applikationer.
- Mer Commercial off the Shelf (COTS), mindre Modified off the Shelf (MOTS) tillsammans med enheter som kan hantera flera applikationer – ger lägre implementations-, drifts- och underhållskostnader.
- Hög nivå av mjukvarumodularitet och öppna gränssnitt – förkortar utvecklingstid och ger lägre implementationskostnader.
- Standardiserade, utprovade, allmänt kända och allmänt använda kommunikationsprotokoll – förenklar underhåll och kan generera nödvändig förmåga och takt för förändring (resiliens) avseende resurs och kompetensförsörjning.

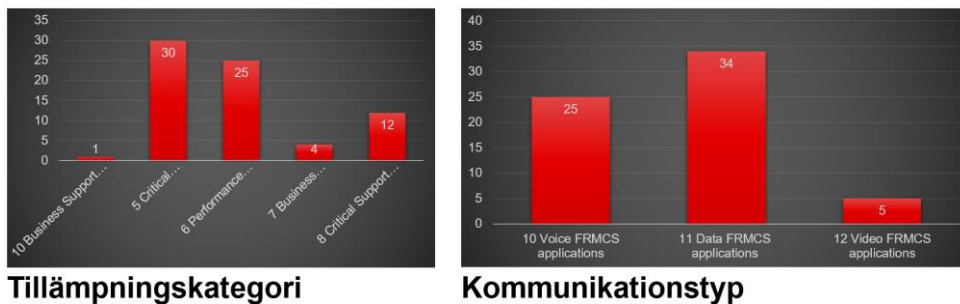
Figur 4 nedan visar en förenklad arkitektur för FRMCS ombord med dess komponenter och möjligheten att ansluta olika applikationer till FRMCS kommunikationsutrustning (FRMCS On-board GW) vilket illustrerar applikationskonceptet i Fordonsbaserad FRMCS.



Figur 4 FRMCS architecture overview. Bildkälla: 5G Rail, TOBA architecture report¹⁰

Figur 5 nedan illustrerar det ekosystem av tillämpningar som finns definierade för att kunna tillhandahållas som kommunikationstjänster via FRMCS som databärare.

Applikationer som kan förmedlas via FRMCS som databärare



Figur 5 Applikationer (baseras på data från UIC/ERA)¹¹

Tillämpningar för FRMCS kommunikationstjänster är kategoriserade¹² i:

¹⁰ [Deliverable D2.1](#)

¹¹ [Microsoft Word - FU-7120-2.1.0 cl](#) och [Microsoft Word - FU-7100-5.0.0](#)

¹² FRMCS User Requirements Specification UIC FU-7100

- **Kritiska** kommunikationstillämpningar (Eng. Critical communication applications): Tillämpningar som är nödvändiga för tågrörelser, trafiksäkerhet eller följsamhet till förordning eller lagstiftning, gällande nödkommunikation, rangering, underhåll vid spåret, ETCS etc.
- **Prestanda** kommunikationstillämpningar (Eng. Performance communication applications): Tillämpningar som hjälper till att förbättra prestandan för järnvägsdrift, såsom tågavgångar, telemetri etc.
- **Affärsrelaterade** kommunikationstillämpningar (Eng. Business communication applications): Tillämpningar som kan stödja järnvägsverksamheten i allmänhet avseende passagerartrafik och godstrafik.

Trafikverket som FRMCS operatör behöver kunna bära ansvaret för tjänsteleveransen av högkritiska kommunikationstjänster i FRMCS systemet. Det ansvaret måste också hanteras vid eventuell delegering av vissa delar till andra leverantörer i en sammanhållen leveranskedja.

FRMCS operatörens rådighet över FRMCS slutanvändarutrustningen blir avgörande för levererad kvalitet på kommunikationstjänsterna. I praktiken innebär det att FRMCS operatören, som tjänsteleverantör, konfigurerar kommunikationstjänsten för en tillämpning i slutanvändarutrustningen, exempelvis taltillämpning för fordonsbaserad FRMCS.

Trafikverket kommer att, i samråd med branschen, utreda möjligheten för att erbjuda branschöverskridande kommunikationstjänster för prestandatillämpningar över FRMCS för att bidra till en snabbare, homogen och mer kontrollerbar digitalisering av järnvägen.

7 Att introducera FRMCS i Svenska Järnvägssystemet

7.1 Kort beskrivning av dagens järnvägssystem

Det järnvägssystem som Trafikverket förvaltar består idag av drygt 14 000 km järnvägsspår och 178 tunnlar. Dagligen trafikeras järnvägssystemet av 3200 persontågsturer och 500 godstågsturer. Trafiken omfattar sammanlagt per dag ca 500 000 passagerare och 200 000 ton gods.

Trafikstyrning och signalering av järnvägssystemet sker via talkommunikation i kombination av olika signalsystem. Kommunikation mellan användare ombord på fordon och användare anslutna till marksystem sker med stöd av ett mobilt kommunikationssystem som baseras på GSM-R.

ERTMS(ETCS) marksystem är implementerat på cirka 5% av järnvägssystemet. Övriga delen har ATC där talkommunikation är nödvändig för trafikstyrning.

Gällande dagens kommunikationsutrustning på fordon så finns det idag tekniska krav på tre olika produkter som också definieras som DKK.

- GSM-R-hytradio för talkommunikation, så kallad Cabradio inklusive CRM (Cabradio Modem)
- Dataradio via GSM-R, så kallad EDOR (ETCS Data Only Radio)
- GSM-R SIM-kort med anpassad konfiguration för tillämpning som antingen GSM-R-hytradio för talkommunikation (SIM-kort i CRM) eller som Dataradio via GSM-R (SIM-kort i EDOR).

Krav finns på att alla fordon ska ha en Cabradio som trafikerar banor där Trafikverket är infrastrukturhållare¹³.

För de banor som i Sverige är utrustade med ERTMS marksystem för ETCS L2, finns också krav på Dataradio via GSM-R. Dataradio via GSM-R tillhandahålls oftast som en integrerad del i Fordonsbaserad ETCS.

Det finns idag nästan 3000 fordon i Sverige varav runt 400 fordon är utrustade med ETCS ombordutrustning. Större andelen av dessa fordon kommer att behöva uppdateras med nya antenner och fordonsbaserad

¹³ [Järnvägsnätsbeskrivningen \(JNB\) - Bransch](#)

FRMCS, taltillämpning för fordonsbaserad FRMCS (tågradio för talkommunikation) och fordonsbaserad ETCS (ETCS datakommunikation).

GSM-R handterminaler som idag används av bland annat tillsyningsman kommer att ersättas (se kapitel 7.4)

Trafikverkets mobilnät (GSM-R), bestående av drygt 1400 radiomaster, tillhandhåller tillförlitliga tal- och datakommunikationstjänster för trafikstyrning och signalering (ERTMS) till totalt drygt 8000 användare.

GSM-R används i nuläget huvudsakligen för:

- ETCS datakommunikation (relaterat till ERTMS)
- Talkommunikation mellan tågförare och trafikledning
- Datakommunikation till och från funktionsobjekt eller terminaler i järnvägsanläggningen
- Talkommunikation för nödläge avseende trafiksäkerhet eller trygghet

Fördelade enligt följande:

Abonnemang	Antal (aktiverade SIM-kort)
Lokradio	Cirka 3500
ETCS	Cirka 600
GSM-R handterminaler	Cirka 3000
Övriga	Cirka 1100

Tabell 2: GSM-R abonnemang

Antalet samtal har ökat med 134 % sedan 2019.

7.2 Regelverk och standardisering klass A radiosystem

Enligt kommissionens genomförandeförordning (EU) 2023/1695 skall medlemsstaterna planera utbyggnaden av FRMCS utifrån radiospektrum för mobil radio för järnväg (RMR, Railway Mobile Radio): 900 MHz och 1900 MHz.

Det bör tilläggas att det pågår europeiskt specifikations och standardisering arbete¹⁴ som kan möjliggöra att publika mobiloperatörers 5G frekvensband kan nyttjas för FRMCS vilket skulle medföra större flexibilitet för hur radionätet skulle kunna utformas.

Utgångspunkten för införande av FRMCS är att den dagliga tågtrafiken i järnvägssystemet inte påverkas och att så mycket som möjligt av befintlig järnvägstelekominfrastruktur nyttjas.

Detta förutsätter att redan identifierade och beslutade trafikpåverkande åtgärder för att förbättra och öka järnvägstelekominfrastrukturen så som modernisering och komplettering av optisk fiber och radioanläggning i tunnlar är färdigställda då FRMCS införs.

¹⁴ Opinion ERA/OPI/2024-10 of the European Union Agency for Railways regarding version 2 of Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) specifications
<https://www.era.europa.eu/content/opinion-eraopi2024-10-european-union-agency-railways-regarding-version-2-future-railway>

8 Övergång från GSM-R till FRMCS

8.1 FRMCS kommunikationstjänster

För vilka tillämpningar FRMCS ska tillhandahålla trådlösa kommunikationstjänster regleras främst av de legala kraven som beskrivs i 3 Legalitet.

Det innebär att FRMCS primärt ska ersätta GSM-R för talkommunikation från och till förare, trafikledning, tillsynsmän samt datakommunikation för signalsystemet ERTMS (ETCS). FRMCS kommunikationstjänster för tal och ETCS data ska implementeras i FRMCS infrastruktur och i fordonsbaserad FRMCS för att uppfylla de legala kraven.

Utöver att ersätta lagreglerade kommunikationstjänster som idag tillhandahålls via GSM-R, kan mervärden skapas via FRMCS genom att tillhandahålla FRMCS kommunikationstjänster för prestandatillämpningar. Dessa tillämpningar beskrivs översiktligt i o FRMCS kommunikationstjänster.

För att realisera ett större mervärde krävs dialog och förankring internt i Trafikverket, med järnvägsföretag och leverantörer för att:

- Skapa en god gemensam förståelse för FRMCS möjligheter och begränsningar.
- Skapa samsyn för vilka prestandatillämpningar Trafikverket kan/ska erbjuda som FRMCS kommunikationstjänster.
- Skapa samsyn för realisering av FRMCS kommunikationstjänster för tillämpningar över tid. Tidig realisering är bl.a. beroende av att leverantörerna tar fram FRMCS kompatibla produkter för dessa tillämpningar så att järnvägsföretag kan kravställa och budgetera för dessa vid upphandling av nya fordon eller i samband med modernisering av fordon.

8.2 Fordonsbaserad FRMCS

8.2.1 Allmänna överväganden

Fordon kommer under en period att behöva ha utrustning installerad som kan kommunicera via både GSM-R och FRMCS.

Konvertering till FRMCS på fordon kommer sannolikt ske enligt punkterna nedan eller genom en kombination av dem.

- I samband med uppgradering/utbyte av ETCS ombordutrustning (FRMCS Data)
- Vid ny installation av ETCS ombordutrustning (FRMCS Data)
- I samband med livscykelhantering av ”GSM-R-hytttradio för talkommunikation” till ”Taltillämpning för fordonsbaserad FRMCS (FRMCS Tal)
- Vid nyinstallation av ”Taltillämpning för fordonsbaserad FRMCS” (FRMCS Tal)

Konvertering till FRMCS innebär att nuvarande installerade antenner för GSM-R behöver kompletteras med antenner för FRMCS när fordonsbaserad FRMCS installeras.

FRMCS-nätoperatör (Trafikverket) har krav på sig att kunna övervaka trafik, verifiera cybersäkerhet med mera i FRMCS. Det medför att en FRMCS-nätoperatör måste ha en större insyn jämfört med idag.

Ytterligare centrala överväganden är:

- **Teststrategi:** Målet är att verifiera FRMCS i en stegvis insats tillsammans med integration av fordonens ombordsystem inför utrullning av ERTMS/ETCS marksystemversion ”BL4” (TSD Trafikstyrning och signalering 2023/1695). Detta uppnås genom testverksamhet med Trafikverkets egna fordon som samtidigt genomgår en stegvis uppgradering av ombordsystemet i enlighet med systemversionerna B4sv2.1, 2.2, 3.0, på testbana som även den uppgraderas till marksystem BL4 (B4sv2.3). Teststrategin möjliggör att de utprovade FRMCS-produkterna redan är validerade i sin tänkta användning och kan rekommenderas som alternativ till fordonsägare.
- **Fordonsgodkännande:** Dagens process och kriterier för fordonsgodkännande behöver anpassas till FRMCS. Utformning av dessa anpassningar sker under European Railway Agency (ERA) försorg i deras arbetsprogram för 2026 -2028.¹⁵ Trafikverket deltar aktivt i Europe´s Rail Joint Undertaking (ERJU) Deployment Group, FRMCS European Deployment Group¹⁶ vars uppgift är bidra med förslag till utformningen av processen. Trafikverket för också dialog med Transportstyrelsen.

¹⁵ [ERA Work Programme 2026-2028 \(SPD\) | European Union Agency for Railways](#)

¹⁶ [FRMCS European Deployment Group - Europe's Rail](#)

- **Verkstadskapacitet:** Tillgången till verkstadskapacitet i Sverige för fordonskonvertering kommer att vara en begränsande faktor som kommer att kräva detaljerad planering för att nyttja tillgänglig kapacitet och reducera ”avställningstider”.
- **Kompetens:** En större utbildningsinsats för all personal som berörs av FRMCS införandet behöver genomföras.
- **Drift och underhåll:** Drift och underhållsprocedurer och aktörsmodeller kommer med stor sannolikhet behövas anpassas då en ny teknologisk arkitektur förs in med FRMCS. Behovet grundar sig i att kunna säkerställa kvalitet i hela leveranskedjan av kommunikationstjänsten för järnvägskritiska tillämpningar.
- **Diversifierad fordonsflotta:** Omfattning och kostnad för att konvertera till FRMCS kommer att variera beroende på nuvarande utrustning och ålder. Ett stort kartläggningsarbete kommer att krävas.
- **Budget och finansiering:** Idag är det svårt att uppskatta kostnaden för fordonskonverteringen då produkterna ännu inte finns på marknaden och oklarheter kring hur framtidens fordonsgodkännande process kommer utformas.
- **Regulatoriska ramverk:** Implementeringen måste ske i enlighet med såväl europeiska standarder (ETSI/3GPP) som nationella krav. Följsamhet till TSD (Tekniska specifikationer för driftskompatibilitet) är avgörande för att kunna uppnå ett godkännande.
- **Säkerhetsaspekter:** Informationssäkerhet och cybersäkerhet utgör kritiska faktorer. Hotbilden mot digital infrastruktur kräver att robusta säkerhetslösningar, redundans och nödvändig kryptering implementeras från början.
- **Livscykelkostnader:** Förutom initiala investeringskostnader måste drift, underhåll, uppgraderingar och teknisk föråldring inkluderas i de långsiktiga kalkylerna. I nuvarande läge är det svårt att beräkna dessa kostnader.
- **Driftskompatibilitet:** FRMCS måste säkerställa full kompatibilitet med internationella järnvägssystem, särskilt med tanke på gränsöverskridande trafik inom EU.
- **Framtida kapacitetsbehov:** Fordonsbaserad FRMCS måste dimensioneras för och möjliggöra och hantera en tillväxt av nya

kommunikationstjänster utan att kräva utbyte av hårdvaran på fordonen.

- **Leverantörsmarknad och teknisk mognad:** FRMCS-standardiserade produkter är under pågående test och validering, vilket kan påverka tidplanen för fullskalig implementering.

8.2.2 Införandealternativ

Trafikverkets förstudie har identifierat två huvudsakliga alternativ för implementation av Fordonsbaserad FRMCS och användarmigrering av den svenska fordonsflottan från GSM-R till FRMCS:

- A. Inför FRMCS för Tal- och datakommunikation samtidigt - ERTMS/FRMCS konvertering
- B. Inför FRMCS för Talkommunikation i ett första steg – FRMCS för Tal (rekommenderat)

8.2.3 Alternativ A: ERTMS/FRMCS konvertering

I scenario A installeras Fordonsbaserad FRMCS i samband med att ETCS ombordutrustning uppgraderas (eller nyinstalleras) på fordonen till en FRMCS kompatibel systemversion (ETCS Baseline 4). Konvertering till Taltillämpning för fordonsbaserad FRMCS på fordonet görs samtidigt.

8.2.4 Alternativ B: FRMCS för Talkommunikation

I scenario B installeras Fordonsbaserad FRMCS tillsammans med en FRMCS kompatibel lokradio för att användas i första hand till talkommunikation.

Datakommunikation för ETCS hanteras fortsatt via GSM-R tills dess att ETCS marksystem (RBC) och fordonsbaserad ETCS är kompatibla med FRMCS. Vid konvertering till FRMCS ansluts fordonsbaserad ETCS till redan installerad fordonbaserad FRMCS utrustning.

8.2.5 Jämförande analys för fordonsbaserad FRMCS

Faktor	Scenario A – FRMCS (data & tal)	Scenario B – FRMCS (tal)
Fordonsgodkännande	Ett fordonsgodkännande	Två fordonsgodkännande för att uppnå full konvertering till FRMCS (data och tal)
Verkstadsbesök	Ett verkstadsbesök	Två verkstadsbesök för att uppnå full konvertering till FRMCS (data och tal)
Fordonsbaserad FRMCS Konverteringstid	Lång – kräver mer omfattande fordonsgodkännande och installation.	Kort – enklare installation och fordonsgodkännande möjliggör tidigare åtkomst till FRMCS mervärden
Kostnad	En större initial kostnad	Lägre initial kostnad
Konverteringstakt marksystem (GSM-R till FRMCS)	Beroende på implementationstakten av ETCS BaseLine 4	Konvertering kan påbörjas så fort fordon har uppnått godkännande för FRMCS (Tal)

Tabell 3 Jämförande analys av implementationsalternativ - Fordonsbaserad FRMCS

8.2.6 Sammanfattning

Trafikverket förordar scenario B som möjliggör att banstråk utan ERTMS kan kopplas över från GSM-R till FRMCS så snart som de fordon som trafikerar har uppnått Radiosystemkompatibilitet.

Scenario B kan minska FRMCS införandets beroende till ERTMS BL4 implementationsplanen.

En möjlig effekt av Scenario B är att fordonbaserade FRMCS skulle kunna användas för andra datatillämpningar än ETCS på fordonen i överenskommelse med Trafikverket.

8.3 FRMCS Marksystem

8.3.1 Inriktning och antaganden:

FRMCS nätet etableras parallellt med GSM-R nätet. Det möjliggör en gradvis och kontrollerbar flytt av användare, utan att järnvägstrafikens eller järnvägsanläggningens driftsäkerhet påverkas negativt. Detta förfarande kommer att innebära högre krav på organisatorisk förmåga och en sammantaget bred och djup teknisk kunskapsnivå för att bibehålla nivåer avseende kontroll och driftsäkerhet i hela ekosystemet.

Etableringen av radionätet utgör den mest kapitalkrävande komponenten i implementeringen av FRMCS marksystem särskilt i de fall där en förtätning av nätet förutsätter nybyggnation av radiositer. Detta är förknippat med nödvändiga investeringar samt potentiellt tidskrävande tillståndsprocesser.

Tillgång till radiotäckning längs järnvägen och i järnvägstunnlar som erbjuder hög kapacitet, tillgänglighet och kvalitet, är en viktig framgångsfaktor för vidareutveckling av en säker, effektiv och attraktiv tjänst för medborgare och näringsliv.

Ett flexibelt, skalbart och robust transmissionssystem är en fundamental förutsättning för att möta denna utveckling.

Trafikverket är FRMCS operatör med ett eget FRMCS kärnnät.

Trafikverket rekommenderar: Efter utvecklingen av GSM-R ska reglerade kommunikationstjänster i första hand tillhandahållas genom ett rikstäckande eget FRMCS-radionät baserat på RMR frekvenser (900 och 1900 MHz).

Ytterligare beroenden är:

- **Regulatoriska ramverk:** Implementeringen skall ske i enlighet med såväl europeiska standarder (ETSI/3GPP) som nationella krav. Följsamhet till TSD (Tekniska specifikationer för driftskompatibilitet) och bakomliggande direktiv är avgörande.

- **Säkerhetsaspekter:** Informationssäkerhet och cybersäkerhet utgör kritiska faktorer. Hotbilden mot digital infrastruktur kräver att robusta säkerhetslösningar, redundans och kryptering implementeras från början.
- **Livscykelkostnader:** Förutom initiala investeringskostnader måste drift, underhåll, uppgraderingar och teknisk föråldring inkluderas i de långsiktiga kalkylerna.
- **Spektrumtillgång:** Tillgång till och fördelning av frekvensband är en strategisk fråga där konkurrens med andra samhällssektorer kan innebära begränsningar för båda parter.
- **Interoperabilitet:** FRMCS måste säkerställa full kompatibilitet med internationella järnvägssystem, särskilt med tanke på gränsöverskridande trafik inom EU.
- **Trafikökning och framtida kapacitetsbehov:** Systemet måste dimensioneras för att hantera en potentiellt kraftig ökning av både passagerar- och godstrafik i linje med transportpolitiska mål om överflyttning från väg till järnväg.
- **Miljö- och hållbarhetsperspektiv:** Etablering av nya radiositer kan medföra miljöpåverkan, vilket ställer krav på samordning med samhällsplanering och miljötillståndsprocesser.
- **Leverantörsmarknad och teknologisk mognad:** Utvecklingstakten för FRMCS-standardiserade produkter är osäker, vilket kan påverka tidplanen för fullskalig implementering.
- **Resurs- och kompetensförsörjning:** Etableringen kräver tillgång till specialistkompetenser inom telekom, järnvägssäkerhet och projektstyrning. Begränsad tillgång på arbetskraft kan utgöra en flaskhals.
- **Riskhantering:** Kontinuerlig riskanalys krävs, särskilt avseende beroenden till externa aktörer såsom mobiloperatörer och leverantörer av kritisk infrastruktur

8.3.2 RAN Implementationsscenarier

Trafikverket har utvärderat tre implementationsscenarier för etablering av ett parallellt FRMCS radionät för att kunna genomföra migrationen:

Scenario 1: Eget FRMCS 1900 MHz-nät

Scenario 2: Användning av mobiloperatörers (MNO) 5G-nät

Scenario 3: Kooperativ hybridlösning (rekommenderad primär strategi)

8.3.3 Scenario 1: FRMCS 1900 MHz

I Scenario 1 etablerar Trafikverket ett eget FRMCS-nät i 1900 MHz-bandet på befintliga GSM-R-master, kompletterat med nybyggnation av radiositer för att uppnå tillräcklig täckning längs hela järnvägsnätet med nuvarande tillgänglighetsnivå.

En första preliminär uppskattning indikerar ett behov av cirka 1400 nya radiositer, vilket motsvarar en fördubbling av nuvarande bestånd.

Implementationen av FRMCS marksystemet är beroende av dels befintlig telekomanläggning i form av infrastruktur och system samt utveckling och livcykelhantering av telekomanläggningen.

Tekniska förutsättningar för implementeringen av FRMCS marksystemet är att dagens optiska fiberinfrastruktur längs med järnvägen moderniseras med högre fiberkapacitet samt att radiosystemen i järnvägstunnlarna byggs ut. Trafikverket bedriver idag två viktiga och förutsättningsskapande investeringsprojekt för FRMCS införandet: OPTO2.0¹⁷ och FRMCS tunnelradio¹⁸.

Transportnätet för FRMCS bygger Trafikverkets nya transportnät kallat TRV.NET¹⁹.

Befintliga GSM-R master återanvänds där det är möjligt genom att anpassa dem för installation av utrustning för FRMCS. Sannolikt kommer multibandsantennerna att installeras som möjliggör en smidig aktivering av FRMCS 900 MHz efter nedstängning av GSM-R.

Uppskattad investeringskostnad för Scenario 1 domineras av etablering av radionät som beräknas uppgå till 80-90% av totalkostnaden. Av detta utgör cirka 60 % kostnader för passiv infrastruktur. Osäkerheten kring i vilken utsträckning befintlig mastinfrastruktur kan återanvändas är dock en viktig parameter som kan påverka den slutliga kostnadsbilden.

¹⁷ Objekt ID VTR1082 - [Förslag till nationell plan för transportinfrastrukturen 2026–2037](#)

¹⁸ Objekt ID VTR108b - [Förslag till nationell plan för transportinfrastrukturen 2026–2037](#)

¹⁹ Ingår i Objekt ID JTR1809 - [Förslag till nationell plan för transportinfrastrukturen 2026–2037](#)

För kunna hantera denna implementationstakt behöver Trafikverket utforma nya arbetssätt, verktygstöd, organisation och samverka med telekommarknaden.

För att minska tidsåtgången och investeringskostnader vid nyetablering av radiositer rekommenderar förstudien att Trafikverket samverkar med marknaden för att bedöma om det finns tekniska, ekonomiska och driftfördelar att placera 1900 MHz radioutrustning i befintliga eller planerade mobilmaster lokaliserade nära järnvägen. Trafikverket har redan idag utplaceringsavtal med flertalet mobiloperatörer och tornbolag.

För att minimera tid och kostnad för nyetablering av radiositer rekommenderar förstudien en utökad offentlig privat samverkan (OPS) med marknaden. Syftet med samverkan är att identifiera möjligheter och utmaningar kring samlokalisering av radioutrustning där så kan vara lämpligt. Detta är förenligt med regeringens digitaliseringsstrategi²⁰.

8.3.4 Scenario 2: Publika Mobiloperatörers 5G spektrum

Scenario 2 innebär att Trafikverket inte etablerar ett eget radionät för övergången av användare från GSM-R till FRMCS. I stället tecknas avtal med minst en, helst flera mobila operatörer. Avtalen behöver hantera kapacitet i operatörernas 5G radionät som kan tillhandahålla radiokommunikation längs järnvägen.

Scenario 2 bygger på en lösning för delning av radionätverk som kallas Multi-Operator Core Network (MOCN). Denna typ av lösning innebär att radionätet kan delas mellan olika kärnnät genom till exempel Network Slicing (NS). Det innebär att Trafikverket kärnnät sammankopplas med mobiloperatörens radionät.

Trafikverket genomförde under förstudien en Marknadssondering (Request For Information) kring ”Järnvägsspecifika Mobila tjänster efter svenska järnvägsnätet” där mobiloperatörerna lyfte fram MOCN som den lösning som de föredrog.

Scenario 2 ger fördelar avseende bland annat investeringskostnader och tid för implementering av FRMCS. Det finns ett uttryckt intresse för detta från mobiloperatörer. Det finns ett antal tekniska, juridiska och driftsmässiga aspekter som behöver redas ut på den europeiska nivån innan ett beslut kring detta scenario.

²⁰ [Digitaliseringsstrategin 2025–2030 - Regeringen.se](#)

8.3.5 Scenario 3: "Kooperativt hybrid"

Scenario 3 är det scenario som Trafikverket rekommenderar för etablering av FRMCS radionätet.

Scenario 3 bygger på en kombination av olika radionät och teknologier från flera marknadsaktörer och Trafikverket. Genom flera fysiskt åtskilda och överlappande radionät i järnvägssystemet skapas förutsättningar för en robust, teknikoberoende och skalbar konnektivitet för att möta framtida kapacitetsbehov och möjliggör en snabbare utveckling av nya mobilkommunikationstjänster för järnvägen.

Överenskommelser mellan Trafikverket och mobiloperatörer bör utgå från definierade, bilateralt mätbara och avtalsreglerade kvalitetsmått.

8.3.6 Jämförande analys för FRMCS marksystem

Faktor	Scenario 1 – Eget FRMCS 1900 MHz	Scenario 2 – MNO 5G-nät	Scenario 3 – Kooperativ hybrid
Kontroll	Hög – full äganderätt och styrning av nätet	Låg – starkt beroende av externa aktörer	Medel – delad kontroll mellan TRV och MNO
Investeringskostnad	Hög - (80–90 % av totalkostnad)	Låg (MNO står för majoriteten av infrastruktur)	Medel – kostnadsdelning möjlig
Implementeringstid	Lång – kräver nybyggnation av många radiositer	Kort – utnyttjar befintliga MNO-nät	Medel – viss nybyggnation men också återanvändning
Driftsäkerhet	Hög – nätet kan optimeras för järnvägsbehov	Medel – beror på MNO:s prioriteringar	Hög – redundans genom parallella nät

Skalbarhet	Medel – bundet till egen infrastruktur	Hög – MNO-nät expanderar kontinuerligt	Hög – kombination av egna och externa resurser
Komplexitet, Följsamhet till regelverk	Låg – Etablerade interna processer	Medel- processanpassning för MNO	Medel – processanpassning för MNO
Miljö- och samhällspåverkan	Hög – många nya radiositer behövs	Låg – begränsat behov av ny infrastruktur	Medel– reducerad nybyggnation jämfört med Scenario 1
Driftskostnad	Hög – eget långsiktigt ansvar för drift och underhåll	Låg – Drift av radionät hanteras av MNO	Medel – delad kostnad mellan parterna
Kontinuitetsförmåga	Hög	Låg	Medel
Genomförande förmåga	Låg	Hög	Medel
Riskenivå	Hög – stora investeringar och lång byggtid	Hög – starkt beroende av externa aktörer	Medel – riskdiversifiering genom hybriden

Tabell 4 Jämförande analys av FRMCS RAN implementeringsscenarioer

8.3.7 Sammanfattning

Scenarierna 1 och 2 representerar varsin ytterlighet – å ena sidan full kontroll genom ett eget nät men till höga kostnader, å andra sidan lägre investeringsbehov men med potentiella begränsningar i kontroll och driftsäkerhet. En kombinerad modell framstår därför som mest ändamålsenlig i ett långsiktigt perspektiv.

Analysen indikerar att en kooperativ hybridmodell (Scenario 3) erbjuder den mest balanserade lösningen genom att kombinera kostnadseffektivitet, redundans, säkerhet, trygghet och teknologisk flexibilitet.

8.4 Andra aspekter

8.4.1 FRMCS-kapabel handenheter eller objekt

Förare av tåg, tillsyningsman vid A-skydd, L-skydd, E-skydd, S-skydd, spärrfärd och växling, ska vid kommunikation med trafikledningen använda GSM-R²¹. Motsvarande förväntas gälla även för FRMCS.

För personal som utför arbete på spår, spårnära eller ombord på tåg (undantaget förare) finns tillämpningar definierade i kravspecifikationerna för FRMCS. Tillämpningarna avser tal- och/eller datakommunikation.

Tillämpningar för handenheter eller objekt som behöver fungera likvärdigt ur ett internationellt perspektiv är under fortsatt specifikationsarbete.

En samlad bild behövs tas fram med indikeringar om intresse och volymer avseende olika typer av handenheter eller objekt med hänsyn taget till den tekniska utveckling som skett sedan GSM-R introducerades.

Det är heller ännu inte klarlagt hur en eventuell flora av enheter eller objekt ska kunna tillåtas att ansluta mot ett FRMCS kärnnät på ett sätt som kan möta dagens krav på nivåer för cybersäkerhet, till exempel NIS²²

8.4.2 Taltillämpning för tågklarare

Personal som arbetar inom trafikstyrning i järnvägssystemet kan kommunicera via enheter som följer specificerade och standardiserade gränssnitt. Aktuell status avseende specifikationer och gränssnitt definieras av ansvarig systemmyndighet²³ genom kommissionens genomförandeförordning (EU) 2023/1695 och/eller dess Artikel 10.

²¹ [Användning av GSM-R på Trafikverkets järnvägsanläggning](#)

²² [Europaparlamentets och rådets direktiv \(EU\) 2022/2555 av den 14 december 2022 om åtgärder för en hög gemensam cybersäkerhetsnivå i hela unionen](#)

²³ [Europaparlamentets och rådets förordning \(EU\) 2016/796 av den 11 maj 2016 om Europeiska unionens järnvägsbyrå](#)

9 Införandestrategi

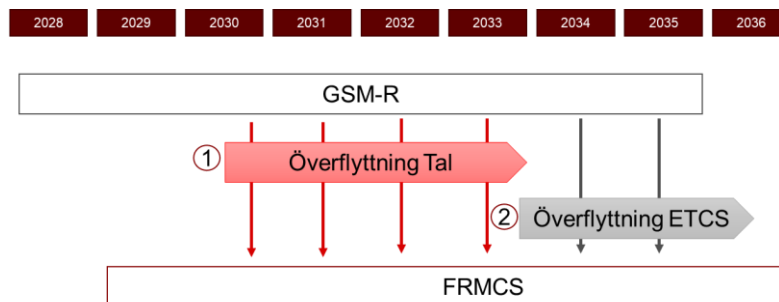
Trafikverket ämnar att i en första implementationsfas tillhandahålla talkommunikationstjänster över FRMCS systemet. Detta möjliggör troligtvis:

- ett enklare införande av FRMCS utrustningen ombord på fordonen
- att fordonsägarna kan utnyttja FRMCS utrustningen för att koppla in andra tillämpningar
- att beroendet mellan ETCS utvecklingsplan och FRMCS införandet minskar
- GSM-R radionätet kan avvecklas på järnvägssträckor som inte har ERTMS i drift.

GSM-R kan inte avvecklas helt innan alla GSM-R användare (inklusive internationell trafik) har hanterats genom anslutning till FRMCS.

Etablering av FRMCS systemet och överflyttning av GSM-R användare till FRMCS planeras ske stråkvis i järnvägsanläggningen.

Figur 6 nedan beskriver konceptuellt hur de järnvägskritiska kommunikationstjänsterna skulle kunna flyttas sömlöst över från GSM-R till FRMCS.



Figur 6: Konceptuell migration och nätstrategi

I första fasen (1) flyttas användarna som nyttjar talkommunikationstjänster till FRMCS systemet. På de stråk som inte har ERTMS kan GSM-R nätet avveckling påbörjas när alla användare är anslutna till FRMCS systemet. Infrastrukturobjekt i form av datakommunikationstjänster för maskin-till-maskin (M2M) eller människa-till-maskin (H2M) utgör också en del av fas 1.

Överflyttning av ETCS användarna sker i samband att ETCS systemet stödjer FRMCS är implementerat på ERTMS banorna (2). När alla användare är anslutna till FRMCS kan de sista delar av GSM-R nätet avvecklas.

Förstudien har producerat en första version implementationsplan (se Bilaga I - Preliminär implementationsplan)för FRMCS systemet. Denna kommer att förfinas och justeras under 2026 för att ingå i den nationella genomförandeplanen enligt TSD Trafikstyrning och signalering bilaga H.

10 FRMCS testmiljö

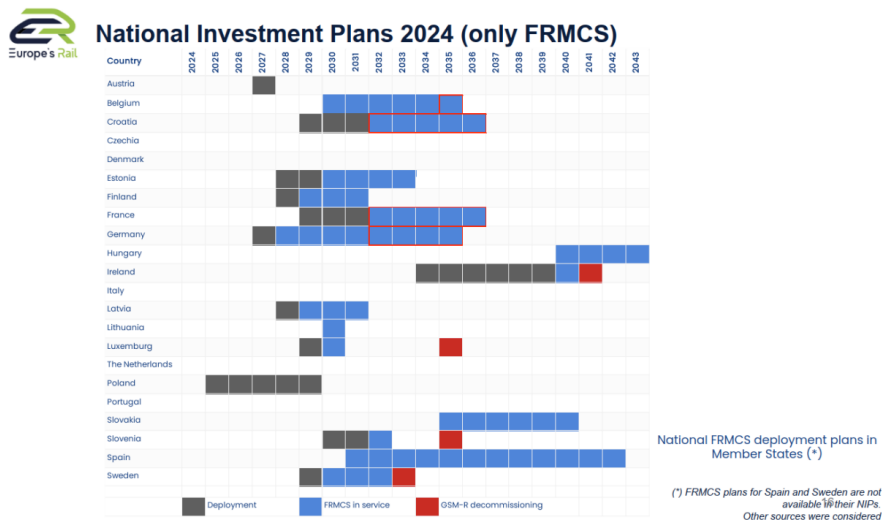
Trafikverket investerar i en testmiljö för FRMCS som används för olika testaktiviteter nödvändiga för att säkerställa införandet och förvaltning av FRMCS. Testmiljön är också avsedd för att kunna genomföra olika typer av praktiska konceptstudier (Proof of Concept) inom järnvägssektorn tillsammans med industri, forskningsinstitut och högskolor.

Testmiljön består idag av, bland annat, ett tekniskt laboratorium som en del av Trafikverkets testcenter och fälttestmiljöer (1900 MHz 4G) längs med sträckan Katrineholm och Åby där också Trafikverket har en ERTMS testanläggning och i Norrala tunneln. Denna testmiljön kommer att uppgraderas till 5G under 2026–2027.

11 Omvärldsbevakning

11.1 FRMCS implementationsplaner i Europa

FRMCS implementationsgruppen (FRMCS European Deployment Group) under Europé's Rail, där Trafikverket ingår, har gjort en kartläggning²⁴ av medlemsstaterna nationell implementationsplaner (engelska: National Implementation Plan, NIP) som redovisas i Figur 7 nedan.



Figur 7 Nuvarande europeiska implementationsplaner (2024)

Planerna visar att flera medlemsstater påbörjar införande av FRMCS och avvecklingen av GSM-R systemet under samma tidsperioder. Det är viktig marknadssignal till industrin samtidigt som det möjliggör för järnvägsinfrastrukturförvaltarna att utbyta tidiga erfarenheten med varandra. Utöver vad som framgår i Figur 7 ligger tidsplan²⁵ för avstängning av GSM-R enligt följande:

Nederländerna: 2035

Österrike: 2035

Schweiz: Start 2036

Storbritannien: 2042

²⁴ [WG1-Status-Report-V-1.0.pdf](#)

²⁵ Källa: EIRENE Radio Implementation Group (ERIG)

11.2 Internationellt arbete

Det internationella arbetet är förutsättningskapande för införande av FRMCS ur flera aspekter:

- Trafikverket deltar, delvis leder och bidrar till framtagande av standardisering och regelverk med målsättningen att slutprodukten uppfyller Trafikverkets (Sveriges) behov i större utsträckning.
- Stärker Trafikverkets varumärke som en kompetent och ansvarsfull myndighet inom den Europiska Unionen
- Kompetensutveckling av Trafikverkets personal genom samarbete med andra individer inom järnvägsekosystemet via olika arbetsgrupper och projektuppdrag.
- Främjar innovation och kunskapsutbyte med europeiska järnvägsinfrastrukturförvaltare, tågoperatörer och leverantörer.

Trafikverket deltar i flera olika forum och projekt som beskrivs i respektive underliggande delsystem med den expertis som projektteamet besitter.

I vissa situationer behöver andra experter utanför projektet involveras för att besvara frågeställningar som uppkommer och bidra med lösningsförslag som uppnår framdrift i det internationella arbetet.

12 Slutsatser och rekommendationer

12.1 Allmänt

Implementationen av FRMCS i det svenska järnvägssystemet kommer att påverka hela järnvägsbranschen. Implementationsarbetet kommer att vara resurs- och kostnadsintensivt och ställer nya krav på Trafikverkets förmåga att hantera ett så omfattande och komplext införandeprojekt på utsatt tid.

Nya eller förändrade samarbetsformer inom järnvägens ekosystem kommer att behövas etableras för att ta till vara på de möjligheter den nya 5G teknologin, i och med FRMCS införandet, erbjuder för att möta branschens uttalade behov av digitalisering och automatisering i järnvägssystemet.

Trafikverket har under förstudien haft en initial dialog med bland annat tågforetag, fordonsägare och industrin. Denna öppna och förutsättningslösa dialog behövs intensifieras ytterligare med berörda parter och användare i ekosystemet för att identifiera utmaningar och utforma lösningar tillsammans är en avgörande framgångsfaktor för att säkra ett så smidigt införande av FRMCS som möjligt.

Förstudien har bidragit till en bredare och djupare förståelse (tekniskt, politiskt, ekonomiskt och operativt) för komplexiteten att införa FRMCS i Trafikverket och Sverige. Denna kompetens kommer att vara till gagn för hela ekosystemet nationellt och internationellt i det fortsatta arbetet.

12.2 FRMCS operatör

Trafikverket som förvaltare av ett nationellt järnvägssystem kommer att fortsätta att agera som mobiloperatör för järnvägen för reglerade kommunikationstjänster och med branschen överenskomna prestandatillämpningar.

Ett beslut togs under förstudien för att upphandla ett 5G kärnnät. Systemleverantörsavtalet beräknas klar under första halvan av 2026.

12.3 Marksystem

Tillgång till radiotäckning med högre kapacitet, tillgänglighet och kvalitet är en avgörande framgångsfaktor för att säkerställa järnvägssystemets fortsatta utveckling som en säker, effektiv och konkurrenskraftig transportlösning. För att uppnå detta krävs samverkan mellan flera aktörer inom kommunikationstjänster samt införande av ny teknologi. Trafikverket bedömer att järnvägens framtida behov bäst kan tillgodoses genom en kombination av kompletterande och samverkande radionät.

Trafikverket ser en stor fördel med att samarbeta med mobiloperatörer och andra kommunikationsaktörer för att skapa flexibla, robusta och framtidsäkra FRMCS kommunikationslösningar för järnvägen.

Det kvarstår många juridiska, operativa, tekniska och ekonomiska frågetecken kring möjligheten att nyttja mobiloperatörernas radionät på kort sikt för implementationen av FRMCS. Dialogen med marknaden kommer att fortsätta för att utvärdera olika lösningar.

Trafikverket har tagit ett inriktningsbeslut att etablera ett eget FRMCS system som i första hand användas för reglerade kommunikationstjänster.

För att möjliggöra tidigt kundvärde och minimera ekonomisk risk är det i detta skede bättre att successivt förbättra och utforma framtidens trådlösa radiosystem för järnvägen i mindre och väl definierade utvecklingssteg.

Det primära och kortsiktiga målet för införande av FRMCS är att snabbt möjliggöra ersättningen av GSM-R så smidigt, säkert och kostnadseffektivt som möjligt.

Det sekundära och långsiktiga målet är att skapa förutsättningar för en modulärt och anpassningsbart trådlöst kommunikationssystem för järnvägen som över tid möjliggör införandet av flera radioteknologier och digitala tillämpningar.

Förberedelserna för införande av FRMCS radionätet har startat. Trafikverket bedriver idag ett av regeringskansliet godkänt²⁶ ”pilotbyggprojekt” som är bidragsfinansierat av Fonden för ett sammanlänkat Europa (FSE Digital) tillsammans med BaneNor och Öresundsbron, under namnet 5G4RailScand. Projektet kommer att förbereda den passiva infrastrukturen för FRMCS längs med den skandinaviska delen av ScanMed T-TEN korridoren under åren 2025 till 2027. Projektet har också ett viktigt uppdrag att utvärdera byggsätt för radiositer och dagens arbetsprocesser samt intressentsamverkan för att

²⁶ [Rekordsatsning på 44 miljoner euro till svensk utveckling av 5G och undervattensinfrastruktur för elektronisk kommunikation - Regeringen.se](#)

rekommendera förbättringar inför det omfattande etablering av FRMCS systemet i hela Sverige.

FRMCS kommer kompletteras med mobiloperatörernas radionät och övertid kommer sannolikt andra teknologier så som satellit, 6G införas för att möta nya behov.

12.4 Fordonsbaserad FRMCS

Fordonsbaserad FRMCS möjliggör att flera tillämpningar ombord på fordon kan nyttja FRMCS kommunikationstjänster som konfigureras och levereras av FRMCS operatören.

Trafikverket som FRMCS operatör kommer att behöva ha en större rådighet över den slutanvändarutrustning som används i FRMCS systemet för att säkerställa FRMCS kommunikationstjänsternas kvalitet och driftssäkerhet.

Konvertering av fordonsflottan till FRMCS är en av de största utmaningarna, ur flera aspekter såsom finansiering, certifiering och godkännande, för ett fullständigt införande av FRMCS i Sverige år 2033.

Trafikverket gör uppskattningen att de första produkterna är tillgängliga under 2029.

Inom Europes Rail pågår ett arbete²⁷ inom FRMCS Deployment Group, där Trafikverket deltar, för att identifiera och rekommendera olika åtgärder för att bemöta dessa utmaningar.

Trafikverket har på uppdrag av regeringen tagit fram ett stödförslag²⁸ avseende investeringar för ERMTS (ETCS och FRMCS) ombordutrustning.

En tidig dialog med fordonsägare, industri och berörda myndigheter i Sverige är nödvändig för att utforma en gemensam plan för konvertering av fordonsflottan som säkerställer införandet av FRMCS.

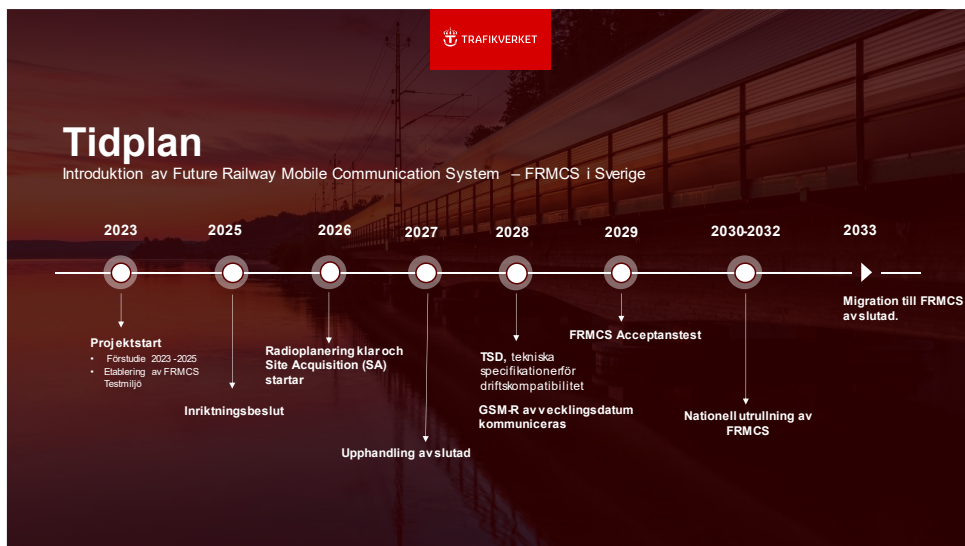
Järnvägstransport tillsammans med Vägtransport och andra transportmedel som delsektorer i sektorn Transporter är identifierade som högkritiska sektorer i Bilaga I i EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV (EU) 2022/2555 av den 14 december 2022 om åtgärder för en hög gemensam cybersäkerhetsnivå i hela unionen.

²⁷ [WG2-deliverable-intermediate_V1.2_published.pdf](#)

²⁸ [Stöd till investeringar i ombordutrustning för ERTMS](#)

12.5 Införande Tidplan

Trafikverks övergripande tidplan för införande av FRMCS beskrivs i Figur 8 och Tabell 6: FRMCS programvågor Tabell 5.



Figur 8 Aktuell tidplan för införande av FRMCS i Sverige

År	Beskrivning
2026	Radionätplan färdigställd för att starta projektering av FRMCS nätet. Reviderad Nationell Genomförandeplan kommunicerad till ERA ²⁹ .
2027	FRMCS systemkomponenter upphandlade. Byggstart beslut för implementering av FRMCS radionät.
2028	TSD publicerad (förväntat) och Trafikverket kommunicera avveckling av GSM-R enligt TSD ³⁰
2029	Första delen av FRMCS nätet implementerat och certifierat

²⁹ TSD. Paragraf 7.4.4 Nationella genomförandeplaner

³⁰ TSD. Paragraf 7.2.9 Villkor för obligatoriska och frivilliga funktioner

2030-2032	Nationell etablering av FRMCS marksystem enligt NIP
2030-2033	Användarmigrering från GSM-R till FRMCS (talkommunikationstjänster)

Tabell 5: Kort beskrivning av införande FRMCS plan

Följande faktorer kommer ha en avgörande påverkan på tidplanen för införande av FRMCS:

- Färdigställandet av Tekniska Specifikationer och Standarder till innehåll och tid
- Publiceringsdatum för TSD
- Den svenska fordonsflottans konverteringstakt av fordonsbaserat FRMCS system.
- Färdigställande av FRMCS marksystem

Fullständig nedkoppling av GSM-R systemet kan endast ske efter att befintligt ERTMS (Mark och ombord) är kompatibelt med FRMCS. Det innebär att alla fordon med tillstånd att trafikera svensk järnväg.

12.6 FRMCS arbetet framåt

FRMCS arbetet kommer fortsättningsvis bedrivas som ett framväxande program på Trafikverket som styr, initierar och samordnar alla nödvändiga aktiviteter i samverkan med alla berörda intressenter, både intern och externt, samt hanterar alla osäkerheter för att genomföra FRMCS införande planen i kapitel 12.5:

FRMCS Programmet är uppdelat i fyra vågor:

Våg	Målsättning	Uppskattad tidsperiod
1 – Förberedande	Upphandling av FRMCS systemkomponenter och entreprenörstjänster.	2025–2027

	<p>Installation av FRMCS 5G Core.</p> <p>Detaljplanering och resurssäkring av genomförandet.</p> <p>Byggstartbeslut FRMCS Radionät</p>	
2 – "First Office Application"	<p>Radionätbyggnation påbörjad.</p> <p>FRMCS produktionsnät implementerat och godkänt för en begränsad del av järnvägssystemet</p>	2027–2029
3 – Implementering	<p>FRMCS radionät byggnation avslutat.</p> <p>Användare migrerade över till FRMCS</p> <p>GSM-R nedstängt.</p>	2029–2033
4 – Avveckling	<p>GSM-R nät och verksamhet avvecklad.</p>	2033–2035

Tabell 6: FRMCS programvågor

Följande programkomponenter ingår:

Programkomponent	Kommentar
FRMCS Test	Koordinering och hantering av stora delar av testverksamheten.
FRMCS tjänsteportfölj	Hantering av dialogen med många av de externa intressenterna som utgör slutkund

	för FRMCS, tex tågoperatörer och fordonsägare.
FRMCS Internationellt arbetet	Medverkar i EU Rail, ETSI och UIC för att påverka framtagning av FRMCS specifikationer och europeiska standarder
FRMCS systemutveckling	Systemutformning och upphandling av alla nödvändiga produkter för FRMCS, samt implementation av FRMCS kärnnät
FRMCS ERJU projekt – MORANE-2	Samarbetsprojekt för genomförande av testning i syfte att verifiera/revidera framtagna specifikationer. Programledaren är projektsponsor
Mobila kommunikationssystem (MCS) Verksamhetsutveckling	Utveckling och förändring av interna rutiner, processer och stödsystem i syfte att underlätta implementering och användarmigrering till FRMCS och kommande tillgångsförvaltning
Fordonsbaserad FRMCS	Hantering av frågeställningar kring ombordutrustningen.
FRMCS CEF Digital Projekt 5G4RailScand	Samarbetsprojekt med fokus på att testa interna processer och förbereda den norra delen av TEN-T korridoren Scandinavian – Meditteranean.
FRMCS utrullning	Byggnation av markbaserad infrastruktur och aktivering av FRMCS marksystemkomponenter.
FRMCS användarmigrering	Överflyttning av GSM-R-användare till FRMCS.
GSM-R avveckling	Planering och förberedelser för avveckling bör ske tidigt för att helt förstå hur avvecklingen ska genomföras. Själva genomförandet av avvecklingen sker när FRMCS driftsatts. Inkluderar även

	avvecklingen av NOC-funktionen för GSM-R
Nyttovärdering	Framtagande implementations strategi och tillhörande samhällsekonomisk kalkyl.
Programkontor	Programledning och samordningsfunktioner så som systemledning, inköp, juridik, kommunikation

Tabell 7: FRMCS programkomponenter

13 Figurförteckning

Figur 1 Mobila kommunikationssystem (MCS) i Trafikverket.....	23
Figur 2 Referensarkitektur för fristående FRMCS domän	24
Figur 3 Arkitekturöversikt för GSM-R.....	25
Figur 4 FRMCS architecture overview. Bildkälla: 5G Rail, TOBA architecture report	27
Figur 5 Applikationer (baseras på data från UIC/ERA)	27
Figur 6: Konceptuell migration och nätstrategi	44
Figur 7 Nuvarande europeiska implementationsplaner (2024).....	47
Figur 8 Aktuell tidplan för införande av FRMCS i Sverige.....	52
Figur 9 FRMCS specifikationer och standarder.....	70
Figur 10 Referensarkitektur för fristående FRMCS domän	71
Figur 11 Referensarkitektur för GSM-R.....	71

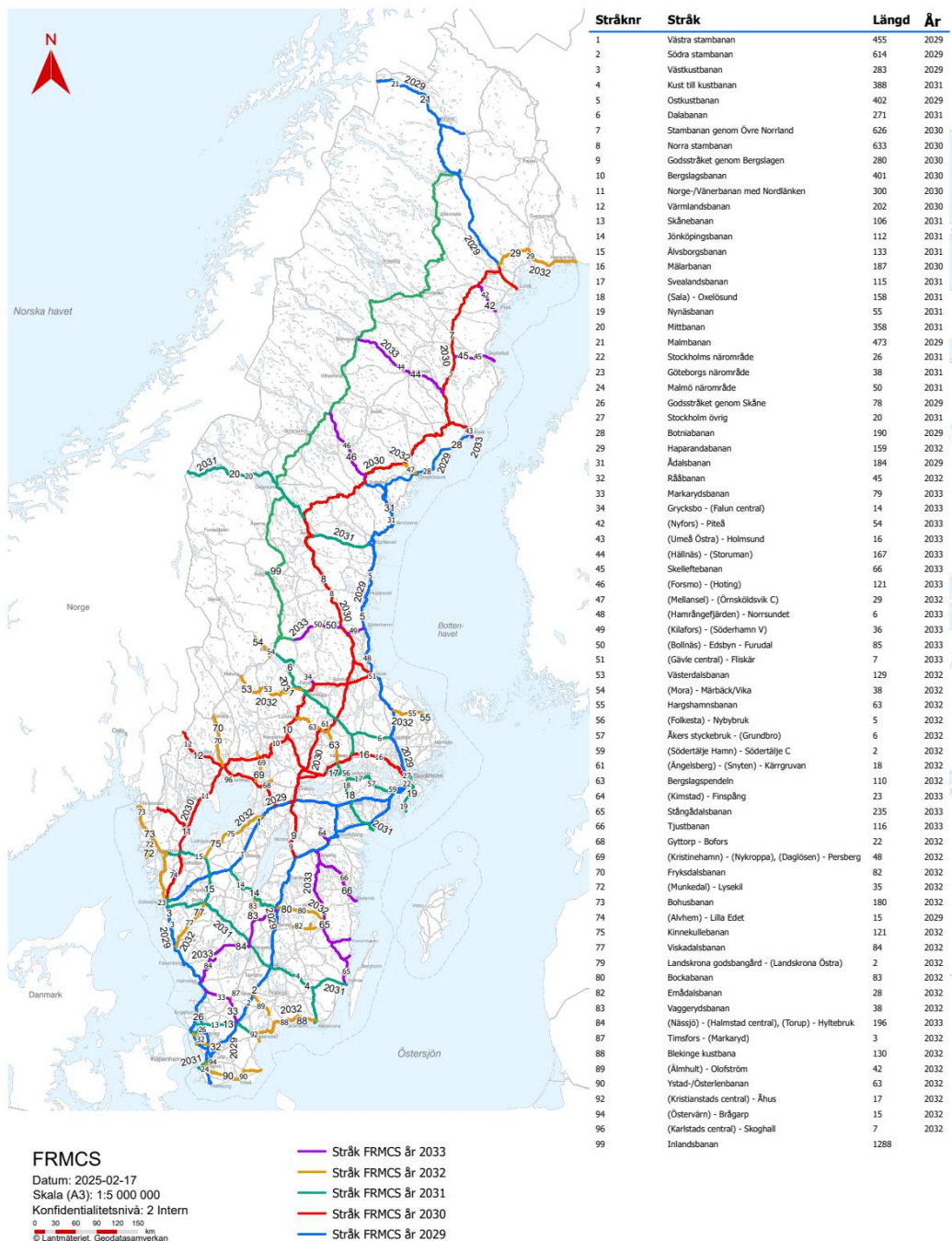
14 Tabellförteckning

Tabell 1: Förstudie utredningsområden	12
Tabell 2: GSM-R abonnemang	30
Tabell 3 Jämförande analys av implementeringsscenarier - Fordonsbaserad FRMCS	36
Tabell 4 Jämförande analys av FRMCS RAN implementeringsscenarier	42
Tabell 5: Kort beskrivning av införande FRMCS plan	53
Tabell 6: FRMCS programvågor	54
Tabell 7: FRMCS programkomponenter	56
Tabell 8 Länkar till ERA information och ITS direktivet	62

15 Bilagor

Bilaga I - Preliminär implementationsplan

Preliminär implementationsplan för FRMCS marknät (planen anger inte användarmigreringen)



Bilaga II: Specifikationer

Tabellen längre fram i detta avsnitt identifierar publicerade och officiella specifikationer för FRMCS och GSM-R med utlåtanden från utsedd systemmyndighet enligt europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2016/796 av den 11 maj 2016 om Europeiska unionens järnvägsbyrå.

ITS direktivet är inkluderat i listan på grund av:

1. dess titel som innehåller "...om ett ramverk för införande av intelligenta transportsystem på vägtransportområdet och för gränssnitt mot andra transportslag..."
2. följande notering som fotnot i TSD Trafikstyrning och signalering: *"I TSD Trafikstyrning och signalering specificeras för närvarande inte något krav på driftskompatibilitet för signalställverk, plankorsningar och vissa andra element av trafikstyrning och signalering."*

Beskrivning	URL
Tillägg till senaste utlåtande	https://www.era.europa.eu/sites/default/files/2025-05/opi-2024-10-addendum%20v1.0.pdf
Senaste utlåtande	https://www.era.europa.eu/sites/default/files/2024-12/opi-2024-10-version2-frmcs-specifications.pdf
Aktuella versioner för pilotprojekt	https://www.era.europa.eu/content/opinion-eraopi2024-10-european-union-agency-railways-regarding-version-2-future-railway
ERTMS/ETCS BL4	https://www.era.europa.eu/era-folder/1-ccs-tsi-appendix-mandatory-specifications-etc-b4-r1-rmr-gsm-r-b1-mr1-frmcs-bo-ato-b1
ERTMS/ETCS BL3	https://www.era.europa.eu/era-folder/archived-set-specifications-3-etc-b3-r2-gsm-r-b1

ITS direktivet	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010L0040-20231220
----------------	---

Tabell 8 Länkar till ERA information och ITS direktivet

Bilaga III: Fördjupning i FRMCS och GSM-R

Innehåll i detta kapitel utgör en delmängd av innehåll i en bedömning om överensstämmelse vid byte i samband med underhåll eller modernisering av ett befintligt järnvägssystem.

FRMCS är enligt TSD trafikstyrning och signalering en del av Railway Mobile Radio (RMR) och utgör i sig självt eller tillsammans med GSM-R ett klass A radiosystem som en del av ERTMS, se vidare kapitel 2. i TSD trafikstyrning och signalering.

Innehållet i detta kapitel utgör information till den enhet som ansvarar för underhåll avseende fordonsområde för användning, underhåll av fordon och fordonsägare.

Begrepp

Begrepp	Förklaring	Alias
Bedömning av överensstämmelse	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som ” <i>en process där det visas huruvida specificerade krav avseende en produkt, en process, en tjänst, ett delsystem, en person eller ett organ har uppfyllts</i> ”	
Befintligt järnvägssystem	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som ” <i>infrastrukturen bestående av järnvägsnätet, med linjer och fasta installationer, samt fordon av alla kategorier och ursprung som färdas på dessa infrastrukturer</i> ”	
Byte i samband med underhåll	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som ” <i>ersättande av komponenter med delar som har identisk funktion och prestanda i samband med förebyggande underhåll och reparationer</i> ”	

Driftsäkerhet	Enligt definition i avsnitt 2.7 av SS-EN 13306:2017	
Enhet som ansvarar för underhåll	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som <i>"den enhet som har ansvar för underhållet enligt definitionen i artikel 3.20 i direktiv (EU) 2016/798"</i>	
Ett fordons område för användning	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som <i>"ett eller flera järnvägsnät i en medlemsstat eller en grupp av medlemsstater där ett fordon är avsett att användas"</i>	
Fordonsinnehavare	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som <i>"den fysiska eller juridiska person som utnyttjar ett fordon som transportmedel, och som är ägare av fordonet eller har rätt att nyttja detsamma, och som registrerats som sådan i ett fordonsregister enligt artikel 47"</i>	
Grundparametrar	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som <i>"regler och tekniska eller funktionella villkor som är av avgörande betydelse för driftskompatibiliteten och som anges i den relevanta TSD:n"</i>	
Järnvägsnät	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 och detaljeras ytterligare i dess Bilaga I	
Krävd funktion	Enligt definition i avsnitt 2.6 av SS-EN 13306:2017	
Ombyggnad	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som <i>"sådant större arbete för att ändra"</i>	

	<i>ett delsystem eller en del av detta som resulterar i en förändring i det tekniska underlag som åtföljer EG-kontrollförklaringen, om detta tekniska underlag existerar, och som förbättrar delsystemets totala prestanda”</i>	
Produkt	Definieras i Artikel 2. Definitioner i direktiv (EU) 2016/797 som ”en produkt som framställs genom en tillverkningsprocess, inbegripet driftskompatibilitetskomponenter och delsystem”	
ISDN nummer	Telefonnummer i ett PSTN/PBX nät	
MSISDN nummer	Mobiltelefonnummer i ett PLMN	
URI adress	Uniform Resource Identifier	

Förkortningar

Förkortning	Betydelse
TSD	Teknisk Specifikation för Driftskompatibilitet
TSI	Technical Specification for Interoperability
RMR	Railway Mobile Radio
DMI	Driver Machine Interface
GSM-R	Global System for Mobile communication (Railway)
GPRS	General Packet Radio Service
SMS	Short Message Service
FRMCS	Future Railway Mobile Communication System

ETCS	European Train Control System
ATO	Automatic Train Operation
SIM	Subscriber Identity Module
RBC	Radio Block Centre (RadioBlockCentral)
PTS	Post och TeleStyrelsen
ITU	International Telecommunication Union
ISDN	Integrated Services Digital Network
MSISDN	Mobile Subscriber Integrated Services Digital Network
UIC	Union Internationale de Chemin de fer
ETSI	European Telecommunication Standardisation Institute
3GPP	3rd Generation Partnership Project
IETF	Internet Engineering Task Force
RFC	Request For Comments
PSTN	Public Switched Telephone Network
PBX	Private Branch eXchange
PLMN	Public Land Mobile Network

Egenskaper

FRMCS systemegenskaper kan identifieras av:

1. de funktioner som är väsentliga för säker styrning av järnvägstrafiken och som är väsentliga för driften, inbegripet funktioner som krävs vid driftstörning,
2. gränssnitten,
3. den prestandanivå som krävs för att uppfylla de väsentliga kraven.

Se vidare i kapitel 2.1 i TSD trafikstyrning och signalering.

Delar

FRMCS skall kunna hantera följande delar av delsystemen för trafikstyrning och signalering:

1. Tågskydd
2. Talradiokommunikation
3. Dataradiokommunikation
4. Tågdetektering
5. Automatiserad tågdrift

Se vidare kapitel 2.2. i TSD trafikstyrning och signalering.

Grundparametrar

Följande objekt definieras i Tabell 3.1 I TSD trafikstyrning och signalering som grundparametrar:

- RMR DMI (förarpanel)
- GSM-R DMI (förarpanel)
- FRMCS DMI (förarpanel)
- ETCS DMI (förarpanel)
- Mobila kommunikationsfunktioner för järnväg – RMR
- ETCS- och radiosystemkompatibilitet
- Luftgapsgränssnitt för RMR, ETCS och ATO
- Hantering av krypteringsnycklar
- Gränssnitt mot datainsamling för myndighetskontroll

Grundläggande driftskompatibilitetskomponenter

Följande komponenter definieras i tabellerna 5.1 och 5.2 i TSD trafikstyrning och signalering som grundläggande driftskompatibilitetskomponenter och produkter.

Fordonsbaserat delsystem

För det fordonsbaserade delsystemet i delsystemet för trafikstyrning och signalering definieras följande komponenter:

- Fordonsbaserad ETCS
- GSM-R-hytttradio för talkommunikation
- Dataradio via GSM-R
- GSM-R, SIM-kort
- Fordonsbaserad ATO
- Taltillämpning för fordonsbaserad FRMCS
- Fordonsbaserad FRMCS
- FRMCS-profil

Se vidare Tabell 5.1 i TSD trafikstyrning och signalering

Markbaserat delsystem

För det markbaserade delsystemet i delsystemet för trafikstyrning och signalering definieras följande komponenter:

- RBC
- Markbaserad ATO

Se vidare Tabell 5.2 i TSD trafikstyrning och signalering.

Mobil nätoperatör

Under den tidsperiod som GSM-R och FRMCS är samtidigt i drift och behöver kunna interagera funktionellt med varandra så kommer samordning av vissa centrala konfigurationsdata i båda systemen att vara nödvändig. Den samordningen är inte en del av internationellt specifikations- och standardiseringsarbete men beskrivs översiktligt i bilagor till den övergripande funktionella kravspecifikationen från UIC (FU-7120).

En ägare eller delegerat ansvarig organisation för ett FRMCS system eller ett GSM-R nät som mobil nätoperatör omfattas av ansvar att kunna tillhandahålla GSM-R SIM kort eller FRMCS-profil till abonnenter i respektive system som en tjänst.

Notering: En operatör för GSM-R benämns GSM-R nätoperatör. En nätoperatör för FRMCS benämns FRMCS operatör. Se vidare i TSD trafikstyrning och signalering.

ETSI standarder för FRMCS använder begreppet ”FRMCS operator” som definieras i ETSI TR 103 791.

Tjänsteleverans behöver ske på ett sätt som uppfyller de regulatoriska krav som ställs med den driftsäkerhet som erfordras och som utgår från krävd funktion.

Några av de kraven utgår från nedanstående förutsättningsskapande förmågor:

- c) Att kunna inneha och förvalta mobil nätverkskod genom tilldelning från post- och telestyrelsen (PTS)
- d) Att kunna inneha och förvalta nummerutrymme för mobila tjänster genom tilldelning från PTS. Detta avser tjänster som kan adresseras med abonnentnummer som följer internationell rekommendation ITU-T E.164.

Fortsatt stöd för adressering av användare anslutna till FRMCS med utgångspunkt i ITU-T E.164 (ISDN nummer eller MSISDN nummer) kommer att behöva utnyttja anpassnings- och översättningsfunktioner i leveranskedjan för det mobila kommunikationssystemet som hanterar:

- a) Sessionshantering
- b) Konvertering och anpassning av data som informationsbärande media
- c) Tilläggstjänster under pågående session

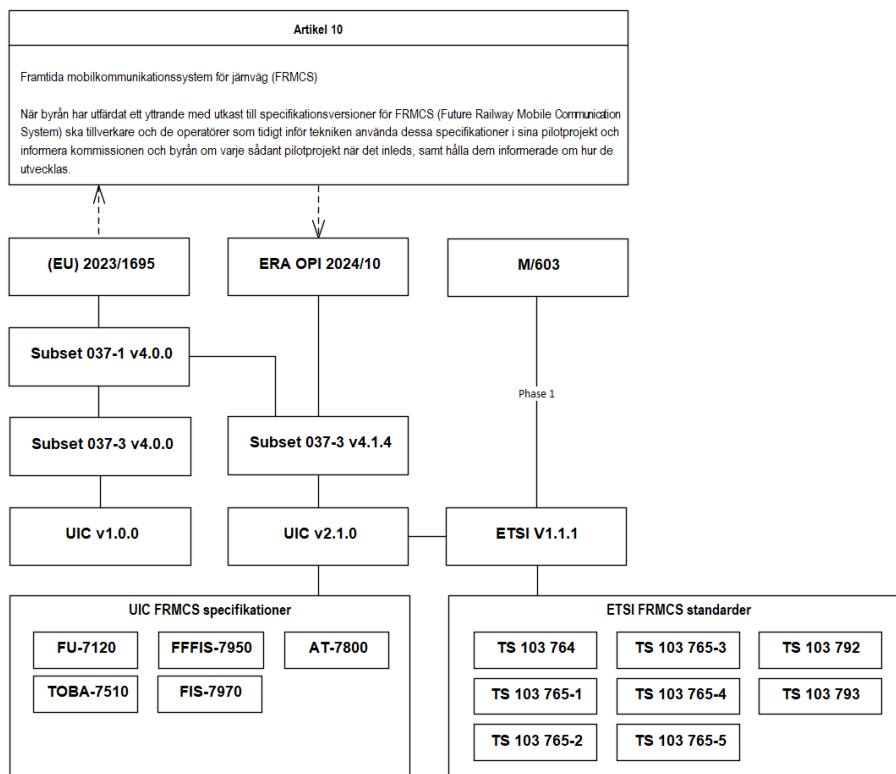
Adressering av användare i FRMCS kommer att vara baserade på IETF RFC 3986 (URI adress)

Specifikationer, standarder och arkitektur

Specifikationer och standarder

FRMCS bygger på kravspecifikationer som skrivits av arbetsgrupper under koordinering av UIC och tekniska standarder som skrivits av medlemmar i ETSI. Även specifikationer från 3GPP och IETF RFCer utgör grund för specifikationerna som specifikt definierar FRMCS.

Figur 9 FRMCS specifikationer och standarder illustrerar referenser för FRMCS med versioner och koppling till EU-förordningen ”TSD trafikstyrning och signalering”.



Figur 9 FRMCS specifikationer och standarder

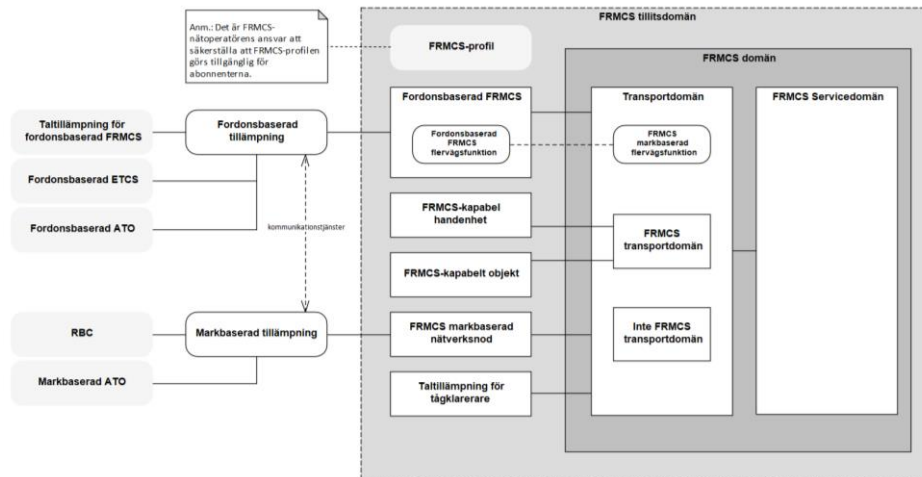
Senast publicerade specifikationer för FRMCS som följer av ett utlåtande från ERA återfinns här:

[Opinion ERA/OPI/2024-10 of the European Union Agency for Railways regarding version 2 of Future Railway Mobile Communication System \(FRMCS\) specifications | European Union Agency for Railways](#)

Aktuell referenslista för ERTMS återfinns här:

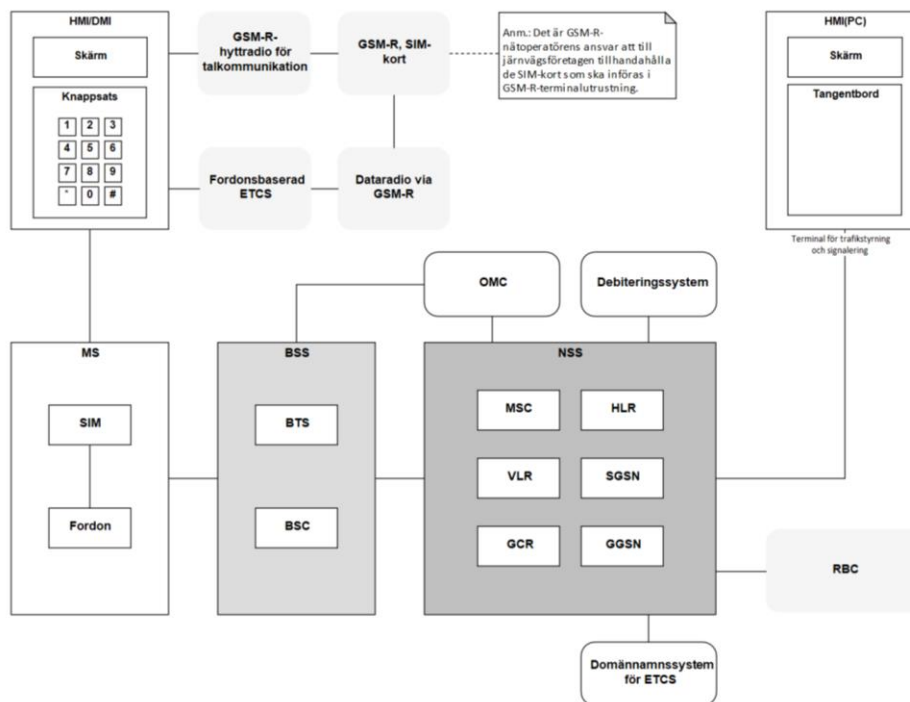
[1. CCS TSI Appendix A – Mandatory specifications \(ETCS B4 R1, RMR: GSM-R B1 MR1 + FRMCS Bo, ATO B1 R1\) | European Union Agency for Railways](#)

FRMCS referensarkitektur



Figur 10 Referensarkitektur för fristående FRMCS domän³¹

GSM-R referensarkitektur



Figur 11 Referensarkitektur för GSM-R³²

³¹ Figuren är inspirerad av kapitel 4.3.3 i ETSI TS 103 764 V1.1.1 med tillägg av grundläggande driftskompatibilitetskomponenter i delsystem för trafikstyrning och signalering enligt tabell 5.1 och tabell 5.2 i kommissionens genomförandeförordning (EU) 2023/1695 som är relaterade till FRMCS.

³² Figuren är inspirerad av kapitel 1.4.2 i EUROPEAN INTEGRATED RAILWAY RADIO ENHANCED NETWORK (EIRENE) System Requirements Specification Version 16.1.0 med tillägg av grundläggande driftskompatibilitetskomponenter i

Figur 11 Referensarkitektur för GSM-R visar omfattningen av enheter avseende GSM-R systemet som med utgångspunkt i TSD trafikstyrning och signalering måste livscykelhanteras ur ett användarfallsperspektiv.

Klivet från GSM-R som baseras på EIRENE specifikationer, till FRMCS som baseras på 3GPP standardteknologi av långt senare versioner och generationer, innebär stora skillnader både konceptuellt och tekniskt.

Sammanfattningsvis är GSM-R ett system utformat, specificerat och anpassat för mobil telefoni och kretskopplad data med vissa tillägg som kan erbjuda en begränsad mängd paketdatatjänster med låg hastighet och meddelandetjänst.

Med utgångspunkt i dagens behov av tillämpningar med ökning i antal och förbrukning räcker systemet inte till för att hantera nya dataintensiva tillämpningar och samtidigt kunna säkerställa tillgänglig kapacitet för krävd funktion enligt regelverk.

FRMCS är kravställt och specificerat med utgångspunkt i moderna miljöer avseende teknisk utrustning för databehandling och telekommunikation och kommer att kunna följa med i fortsatt teknisk utveckling inom IT och telekommunikation. Detta förutsatt att nödvändig organisation för drift och underhåll planeras och etableras från början.

FRMCS definierar ett applikationskoncept för tillämpningar som leder mot en förflyttning av funktionalitet från dedikerad och leverantörsspecifik mjukvara anpassad för specifik hårdvara till generisk och standardiserad mjukvara för generell hårdvara. Det lägger en bra grund för ökad skalbarhet och att mer kostnadseffektivt kunna anpassa system och dess tjänster efter behov.

Det innebär också en möjlighet till mer effektiv och snabbare utveckling när behov tillkommer eller förändras. Detta genom gränssnitt för integrationer och datautbyten som tillkommit i och med standardisering.

Applikationer och deras utveckling blir mer oberoende av hårdvara och kommunikationsutrustning och erbjuder en möjlighet att följa med i och skapa nytta genom den utveckling som sker generellt i samhället förutsatt att systemegenskaper som driftsäkerhet i förhållande till krävd funktion bibehålls kontinuerligt.

delsystem för trafikstyrning och signalering enligt tabell 5.1 och tabell 5.2 i kommissionens genomförandeförordning (EU) 2023/1695 som är relaterade till GSM-R.

Nya applikationer kan introduceras utan att nödvändigtvis påverka befintliga applikationer eller systemgodkännanden. Ytterligare fördelar ur ett drift- och underhållsperspektiv är:

- Hög grad av konfiguration och parameterstyrning.
- Applikationer och deras användning av kommunikationsresurser kan övervakas, loggas och vid behov, åtgärdas oberoende av varandra.
- Tillförlitligare och effektivare drift och underhåll.

Viktiga faktorer för att uppnå fördelarna är:

- Teknikoberoende (av radioaccessteknologier) - ger mer framtidssäkra applikationer.
- Mer Commercial off the Shelf (COTS), mindre Modified off the Shelf (MOTS) tillsammans med enheter som kan hantera flera applikationer – ger lägre implementations-, drifts- och underhållskostnader.
- Hög nivå av mjukvarumodularitet och öppna gränssnitt – förkortar utvecklingstid och ger lägre implementationskostnader.
- Standardiserade, utprovade, allmänt kända och allmänt använda kommunikationsprotokoll – förenklar underhåll och underlättar resiliens avseende resurs och kompetensförsörjning.

Bild 1 FRMCS architecture overview. Bildkälla: 5G Rail, TOBA architecture report visar en förenklad arkitektur för Fordonsbaserad FRMCS med dess komponenter och möjligheten att ansluta olika applikationer som illustrerar applikationskonceptet i sammanhanget Fordonsbaserad FRMCS i samverkan med markbaserad FRMCS utrustning.

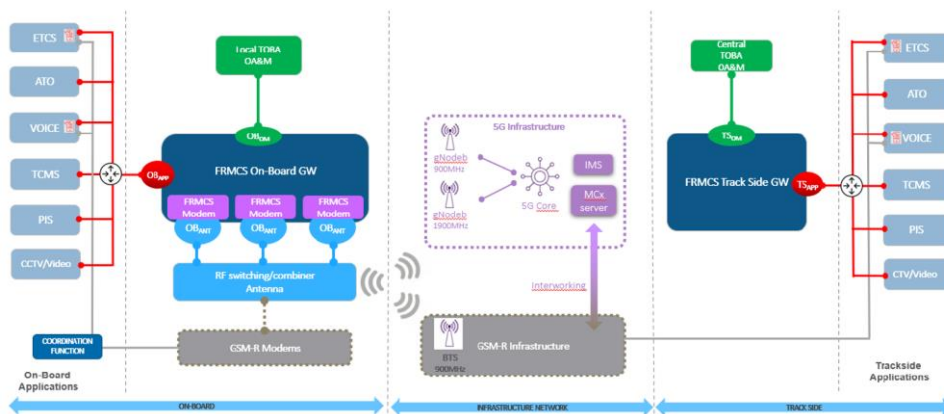


Bild 1 FRMCS architecture overview. Bildkälla: 5G Rail, TOBA architecture report

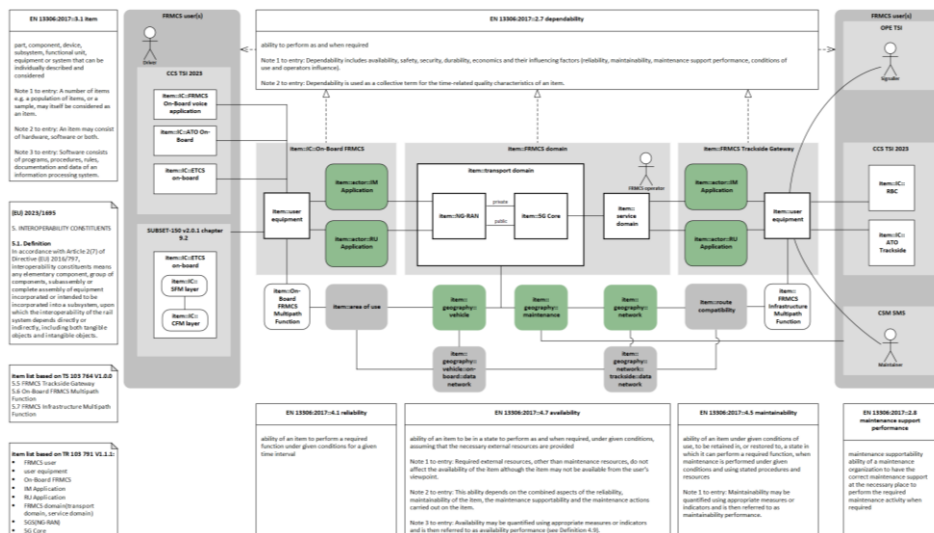


Bild 2 Railway system architecture overview including FRMCS. Källa: Trafikverket och Europes Rail³³

Quality of Service (QoS) och prioritering

Detta avsnitt beskriver med en hög detaljnivå de standardiserade byggstenar som tillsammans blev att utgöra en grund för den funktionalitet som GSM-R erbjuder i ett distribuerat kommunikationssystem. Denna typ av arkitektur representerar den teknik som fanns tillgänglig när GSM-R utvecklades och som kunde realisera användarkraven.

Som en följd av teknikens utveckling så finns numer helt andra möjligheter att bygga en mer hållbar och modulär arkitektur. Avsnittets huvudsyfte är att identifiera den funktionalitet som finns i GSM-R och som är värd att överföra till FRMCS för fortsatt driftsäkerhet. Det innebär på intet vis att det är lämpligt att implementera funktionaliteten på motsvarande vis, snarare tvärtom.

Prioritering i GSM-R

Kretskopplade tjänster

GSM-R har en prioriteringsfunktion som kan säkerställa tillgänglighet för kretskopplade röst och datatjänster utgående från:

- 1) uppkoppling mellan två röst eller dataabbonenter i duplex läge (punkt-till-punkt)

³³ [FRMCS Migration Scenarios 2025 Report V1.0](#)

- 2) uppkoppling mellan flera abonnenter för röstkommunikation i semi-duplex läge (punkt-till-multipunkt). Detta realiserar genom en konfigurerad uppsättning i GSM-R markenheter som består av:
 - a. mobila användare med stöd för GSM tjänsten advanced speech call items (ASCI-användare). ASCI bygger på geografiska ytor som definieras av en samling av cell global identity (CGI) tillsammans med en gruppidentitet (GID). En förutsättning är samverkande konfigurationsdata på GSM-R SIM-kort och i GSM-R markenheter där GSM-R SIM-kort är monterade i en GSM-R kapabel enhet med en anpassad mjukvara som är järnvägsspecifik. ASCI kan konfigureras i de två varianterna voice group call service (VGCS) och voice broadcast service (VBS) med skillnaden huruvida aktivt deltagande är möjlig eller inte för alla ASCI-medlemmar i en pågående gruppkommunikation. I fallet VBS kan endast en initiator aktivt delta i samtalet genom användning av push-to-talk och övriga mobila användare kan endast höra vad som sägs. I fallet VGCS kan alla ASCI-användare som är uppkopplade i en pågående gruppkonversation aktivt delta genom användning av push-to-talk.
 - b. andra användare genom att kombinera mobila användare med GSM tjänsten ASCI tillsammans med ISDN tjänst för konferenssamtal. På så sätt kan användare som inte är ASCI-användare delta i en gruppkonversation med utgångspunkt i MSISDN, ISDN eller EIRENE nummer. Denna kategori av användare har inte tillgång till push-to-talk funktion utan ansluts med full duplex och kan alltid prata under pågående konversation. Vissa stödfunktioner för andra användare än ASCI-användare finns specificerade och bygger på dual-tone multi-frequency (DTMF) signalering och utbyte av user-to-user informationselement (UUIE) som del av ISDN tjänsten user-to-user signaling #1 (UUS1).

Krävd funktion för att realisera prioriteringsfunktion i GSM-R bygger i övrigt på:

- 1) ISDN tjänst eMLPP (enhanced multi level precedence and preemption) i samverkan med ISDN tjänst CW (call waiting) konfigurerad i markbaserade GSM-R enheter för aktuella GSM-R

SIM-kort. Detta är särskilt viktigt för abonnemang som avser driftskompatibilitetskomponenter.

- 2) Järnvägsspecifik konfiguration på GSM-R SIM-kort tillsammans med järnvägsspecifik mjukvara i fordonsbaserade enheter i samverkan med radiomodem för GSM-R. Detta är särskilt viktigt för GSM-R SIM-kort för tillämpningar som avser driftskompatibilitetskomponenter.
- 3) Järnvägsspecifik konfiguration på GSM-R SIM-kort tillsammans med järnvägsspecifik mjukvara i handburna enheter. Detta är särskilt viktigt för GSM-R SIM-kort för tillämpningar där användare utgör en del av Trafikverkets säkerhetsstyrningssystem för järnväg.

I GSM-R realiseras järnvägsfunktionalitet genom specifik konfiguration av binära data som lagras under Master File (MF) med identiteten "3FOO" på ett GSM-R SIM-kort³⁴. Datat är fördelat i Elementary Files (EF) under följande Dedicated Files (DF) på ett GSM-R SIM-kort:

DF_{TELECOM} (identitet = "7F10") – GSM/ETSI/3GPP standard

DF_{GSM} (identitet = "7F20") – GSM/ETSI/3GPP standard

DF_{EIRENE} (identitet = "7FE0") – Data för järnvägsspecifika tillämpningar enligt EIRENE.

Det finns exempel på ytterligare DF med EF och datainnehåll som tillsammans med specifikt mjukvarustöd i en enhet kan ge ett visst utökat stöd primärt till förare i relation till järnvägsföretag med specifika kommunikationsbehov. Dessa DF med EF och datainnehåll utgör inte en del av publicerade officiella tekniska specifikationer för GSM-R och kan vara leverantörsspecifika.

För att prioriteringsfunktion och järnvägsspecifika tjänster i GSM-R ska fungera i praktiken så krävs:

- 1) en särskilt anpassad mjukvara i användarutrustningen och en korrekt implementerad konfiguration av typen GSM-R SIM-profil på enheter av typen GSM-R SIM-kort
- 2) samverkan med korrekt administrerade enheter av typen GSM-R profil i markbaserade GSM-R enheter (HLR, GCR med flera).

³⁴ För följsamhet till förordning (EU) 2023/1695 och för GSM-R SIM-kort gäller P38 T 9001 6.0.0 - FFFIS for GSM-R SIM Cards

- 3) Utbildade och informerade systemspecialister avseende GSM-R och underhåll av GSM-R.
- 4) Utbildade och informerade GSM-R användare.

Detta för att kunna realisera och tillhandahålla krävd funktion och följsamhet till (EU) 2023/1695 genom förordningens underliggande tekniska specifikationer för GSM-R som normativa referenser.

Paketdatatjänster

Det finns ingen utprovad, verifierad eller implementerad funktion avseende prioritering och dataflödesreglering (QoS) för paketdatatillämpningar över IP i GSM-R som kan hantera gränsöverskridande järnvägstrafik i samverkan med andra paketdatatillämpningar som bygger på IP.

Prioritering i FRMCS

FRMCS har en konfigurerbar kombinerad QoS och prioriteringsfunktion. Funktionen innebär att kritisk kommunikation prioriteras och att olika applikationer/funktioner kan ha olika kvalitetsparametrar (latency, reliability, throughput, setup time) för sin kommunikation beroende på applikationens/funktionens behov. Den kombinerade funktionen hanteras av en "Mission critical server" i FRMCS systemet som inte är en del av standard 5G.

FRMCS QoS och prioritering bidrar till ett effektivt resursutnyttjande samtidigt som viktig kommunikation kan prioriteras vid hög belastning. Det innebär att applikationer vars kommunikation är mindre kritisk kan använda FRMCS kommunikationstjänster utan att kompromettera säkerhetsrelaterad eller kritisk kommunikation. Med en branschövergripande överenskommelse för vilka användarfall som bör nyttja FRMCS kommunikationstjänster kan FRMCS investeringen, med ett så högt kapacitetsutnyttjande som möjligt, i högre grad omsättas i nyttoeffekter för järnvägens ekosystem.

QoS och prioritering samt Mission critical funktionaliteten beskrivs utförligt i Mobile Core och MCx utredningen.

Kapacitet

Kapaciteten för datakommunikation i GSM-R är 9,6 kbps (kretskopplad data) och 40 kbps sändning och 80 kbps mottagning (paketförmedlad

data, GPRS). Kapacitetsutnyttjande av resurser i GSM-R är statiskt vilket bl.a. ger en begränsning i antal simultana användare.

Kapaciteten i FRMCS med 5G varierar beroende på ett flertal faktorer som t.ex. cellstorlek och var enheten befinner sig i cellen (cellgräns eller centrum). Därför är det svårt att ge någon mer exakt siffra för FRMCS kapacitet (med 5G) men som jämförelse med GSM-R så kan kapaciteten, med FRMCS 1900 MHz, vara upp till 100 Mbps. GSM-R använder idag 900 MHz bandet. När GSM-R släcks ner kommer FRMCS kunna använda både 900 MHz och 1900 MHz bandet (som är dedikerat för FRMCS). Detta ger ökad kapacitet i FRMCS nätet. Med MNO, kommande tekniker som 6G, 7G, o.s.v. eller med satellit som komplement kan kapaciteten också öka.

Eftersom 5G tekniken är mer resurseffektiv med ett dynamiskt kapacitetsutnyttjande så "rymmer" också FRMCS betydligt fler simultana användare än GSM-R. QoS och prioriteringsfunktionen är en del av dynamiken i FRMCS som säkerställer att applikationers kritiska kommunikationsbehov prioriteras och tilldelas nödvändig kapacitet och kvalitet för sin kommunikation.

FRMCS kommunikationstjänster

Tillämpningar för FRMCS kommunikationstjänster är kategoriserade³⁵ i:

- **Kritiska** kommunikationstillämpningar (Eng. Critical communication applications): Tillämpningar som är nödvändiga för tågrörelser, trafiksäkerhet eller följsamhet till förordning eller lagstiftning, gällande nödkommunikation, rangering, underhåll vid spåret, ETCS etc.
- **Prestanda** kommunikationstillämpningar (Eng. Performance communication applications): Tillämpningar som hjälper till att förbättra prestandan för järnvägsdrift, såsom tågavgångar, telemetri etc.
- **Affärsrelaterade** kommunikationstillämpningar (Eng. Business communication applications): Tillämpningar som stödjer järnvägsverksamheten i allmänhet avseende passagerartrafik och godstrafik, så som trådlöst internet, etc.

³⁵ FRMCS User Requirements Specification UIC FU-7100

Trafikverket kommer att agera som FRMCS operatör och har ansvaret för tjänsteleveransen av kommunikationstjänster i FRMCS systemet.

FRMCS operatörens rådighet över FRMCS slutanvändarutrustningen blir avgörande för leveransen av kvaliteten på kommunikationstjänsten. I praktiken innebär det att FRMCS operatören, som tjänsteleverantör, konfigurerar kommunikationstjänsten för en tillämpning i slutanvändarutrustningen, exempelvis talkommunikationstjänsten i ett fordonsbaserat FRMCS.

Trafikverket avser i samband med FRMCS-införandet tillhandahålla kommunikationstjänster för järnvägskritiska tillämpningar som idag erbjuds via GSM-R.

Trafikverket kommer att, i samråd med branschen, utreda möjligheten för att erbjuda branschöverskridande kommunikationstjänster för prestandatillämpningar över FRMCS för att bidra till en snabbare, homogen och mer kontrollerbar digitalisering av järnvägen.

De telematiktjänster för Trafikverkets fasta objekt i järnvägsanläggningen som erbjuds via GSM-R (GPRS) kommer troligtvis flyttas över till Trafikverkets MVNO tjänst.
