

RAPPORT

Analys och kvalitetssäkring av införandet av ERTMS i det svenska järnvägssystemet

Slutredovisning



Trafikverket

Postadress: 781 89 Borlänge

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Analys och kvalitetssäkring av införandet av ERTMS i det svenska järnvägssystemet - Slutredovisning

Författare: Sophia Altman, PLnpv; Daniel Eriksson, PLnpv; Jonny Gustafsson, PLnpv; Nina Lundin, PLnpv; Peter Söderholm, PLnpv

Dokumentdatum: 2021-11-29

Ärendenummer: TRV 2021/42663

Version: 1.0

Kontaktperson: Christian Löf, PLnpv

Publikationsnummer: 2021:243

ISBN: 978-91-7725-979-4

Förord

Signalsystemet har till främsta uppgift att göra järnvägstrafiken säker genom att se till att fordon kan färdas längs en kontrollerad tågväg utan risk för trafikeringsolyckor. Signalsystemet består av signalanläggningen (till exempel ställverk och spårledning) och tågskyddssystem (till exempel ATC eller ERTMS). ERTMS-programmet på Trafikverket har i uppdrag att reinvestera och digitalisera alla signalställverk samt att utveckla och införa tågskyddssystemet ERTMS som EU har beslutat ska införas i medlemsländerna. Upprustningen av signalanläggningen står för merparten av kostnaderna, och behövs göras oavsett tågskyddssystem.

I en internationell jämförelse ligger Sverige inte längre i framkant inom Europa vad gäller införandet av ERTMS. På kort tid har Sverige halkat efter på flera viktiga områden när det kommer till ERTMS-införandet. Det gäller bland annat synen på en snabb fordonskonvertering. Även i synen på vad ERTMS medför i form av möjligheter till automatisk tågdrift, högre kapacitet och minskade driftstörningar är Sveriges grannländer betydligt längre fram. De ser införandet av ERTMS som ett paradigmskifte i den digitala transformeringen av järnvägen och förutsättningsskapande för att ta tillvara digitaliseringens möjligheter.

För att järnvägen ska klara av att leva upp till förväntningar i form av ökad kapacitet, tillgänglighet, punktlighet, robusthet samt kostnadseffektivitet de kommande 10-20 åren behöver ett nytt digitalt signal- och tågskyddssystem införas. Befintligt signalsystem (med tågskyddssystemet ATC) bedöms inte realistiskt att behålla. En anledning är att det ur ett tekniskt perspektiv inte kan leverera den kapacitet som önskas i framtiden utan att samtidigt tillföra fler felkällor som därmed sänker den totala tillgängligheten. En annan anledning är att befintligt signalsystem lever på lånad tid och måste till stora delar bytas ut inom de kommande 20 åren för att det överhuvudtaget ska gå att upprätthålla tågtrafiken på dagens nivå. Befintliga signalsystem tappar snabbt möjligheten att byggas om och trimmas, vilket gör att utveckling av järnvägssystemet till slut riskerar att omöjliggöras om inte dessa byts ut till mer moderna. Med ERTMS-införandet ingår ny signalanläggning som en del av funktionen och lösningen. Att utveckla ett eget unikt system för Sverige inom EU bedöms inte vara ett realistiskt alternativ till ERTMS. Ett sådant system bedöms ta längre tid att realisera och i slutändan ge högre kostnader på grund av utebliven storskalig tillgång till den gemensamma EU-marknaden som kommer med ERTMS. Således bedöms ERTMS vara den snabbaste och bästa vägen att både trygga driftsäkerheten och möjliggöra fortsatt utveckling av järnvägens kapacitet.

ERTMS-införandet i Sverige är försenat och det har skapat en fördämningseffekt gentemot andra behov inom järnvägssystemet. Flera av de stora pågående och kommande infrastrukturprojekten är enligt lag tvingade att utföras med ERTMS, det gäller Norrbotniabanan, Sydostlänken, Nya stambanor, fyra spår Uppsala-Stockholm och flera därtill. Det medför även att angränsande delar av järnvägsnätet måste vara ERTMS-konverterat vid tidpunkten för planerad start av trafik för att de nya stråken ska nå efterfrågad kapacitet och funktionalitet. Det föreslagna huvudscenariot för ERTMS-införandet är utformat för att skapa de förutsättningar som behövs för att planerade infrastruktursatsningar ska ge önskad effekt. Totalt berörs ett tjugotal övriga åtgärder som är integrerade med införandet av ERTMS och påverkas negativt vid ytterligare försening. Inom Trafikverkets mandat är det även nödvändigt att samordna ERTMS-införandet med åtgärder relaterade till optofiber, radio (GSM-R och FRMCS) samt fjärrstyrning.

Den yttersta förutsättningen för att ERTMS ska kunna införas är dock att alla fordon som ska trafikera en bana med ERTMS är utrustade med ERTMS ombordutrustning. Inledningsvis, fram till och med år 2028, finns det redan förutsättningar så att införandet kan startas upp. För ett vidare införande måste dock alla fordon vara utrustade med ERTMS från och med år 2029. Det för att framkomlighet ska kunna garanteras genom omledning vid både planerade och oplanerade trafikavbrott. För att säkerställa järnvägssystemets rådande kapacitet och tillgänglighet samt dess framtida överlevnad bör Trafikverket därför få i uppdrag av regeringen att utreda formerna för medfinansiering av fordonskonvertering. Det krävs även för att undvika ytterligare försening av ERTMS-införandet i Sverige. Ytterligare en anledning till att utforma en hållbar lösning för medfinansiering av ombordutrustning är att delar av infrastrukturens funktionalitet och kostnad överförs till fordonen vid införandet av ERTMS. Det kommer även att utökas i omfattning vid en vidareutveckling av ERTMS.

Trafikverket har i dag ett beviljat undantag från kravet om att allt ska kopplas in med ERTMS för att få fortsätta bygga med ATC. Nuvarande undantag löper ut 2022-12-31 och ansökan om ett nytt undantag till och med år 2029 är under framtagning. Ett nytt undantag är nödvändigt för att ge både Trafikverket och branschen tid bygga upp förmågan att i stor skala bygga och förvalta ERTMS, men också för att ge tågoperatörer tid till fordonskonvertering. Möjligheterna att få ett undantag längre än till år 2029 bedöms som mycket små, då EU i ett antal utredningsrapporter bedömer att införandet av ERTMS går för långsamt och att en utfasning av undantag därför rekommenderas. Utan ett förlängt undantag riskerar Trafikverket att hamna i ett dödläge med stopp för många pågående infrastrukturåtgärder. Det talar för att både skynda på fordonskonverteringen och själva införandet av ERTMS i Sverige. Vid ytterligare försening eller senareläggning riskerar dessutom behovet av antalet ATC-mellansteg att öka, vilket skapar behov av ett undantag från kravet om ERTMS väl bortom år 2029. Svårigheten att hålla gamla signalsystem vid liv bortom år 2030 minskar anläggningens robusthet och ökar risken för trafikstörningar. Att inte heller fritt kunna bygga om anläggningar väntas även öka den totala kostnaden för införandet av ERTMS. Ett styrområde som kräver ett ATC-mellansteg kan i slutändan ha kostat upp till 40 % mer jämfört med att införa ERTMS direkt.

I Trafikverkets förslag på huvudscenario är ERTMS infört till år 2042. Motsvarande årtal för en tidigareläggning är 2038 och för en senareläggning 2045. Förslag till huvudscenario och möjlig senareläggning av ERTMS-införandet har en gemensam sekvens på styrområden till och med år 2036. Huvudscenariot ger således även en viss flexibilitet att välja väg när den nationella planen uppdateras framöver. För att säkerställa anläggningens robusthet och tillgänglighet införs ERTMS på de styrområden som krävs för att reducera signalsystemets underhållsskuld och återvinna komponenter i förvaltningen av kvarvarande gammal signalanläggning. För att beakta en stegvis ökning av Trafikverkets och branschens kapacitet ökar antalet styrområden som inför ERTMS per år. Det maximala antalet styrområden förutsätter både en kapacitetsökning (från två till över tio styrområden per år) samt effektivitets- och produktivitetsförbättringar (reducerade ledtider från sju till fyra år och 40 procentig reduktion av kostnader per styrområde). I slutfasen av ERTMS-införandet minskar antalet styrområden stegvis för att möjliggöra en överföring av kapacitet till förvaltning och uppdatering av signalsystemet. Utöver det separeras införandet i storstadsområdena då de är komplexa och resurskrävande. Förändringen och det maximala antalet styrområden per år beaktar även ekonomiska förutsättningar samt samordning med relaterade investerings- och underhållsåtgärder. Även antalet och varigheten på öar med olika trafikeringssystem beaktas för att reducera risker relaterade till trafiksäkerhet och

trafikledning. Införandet är också samordnat med angränsande länder, även om de har mer forcerade införandeplaner än Sverige.

En upprustning av signalsystemet med införandet av ERTMS ligger på 51 miljarder kronor för samtliga scenarier, men fördelningen per år skiljer sig åt. Av dessa har cirka 2,5 miljarder kronor använts fram till idag. Under planperioden 2022-2033 är kostnaden för huvudscenariot 26 miljarder kronor.

Den samlade slutsatsen är att ERTMS är en förutsättning för järnvägssystemets överlevnad. Ytterligare försening av ERTMS-införandet i Sverige, som en följd av utebliven fordonskonvertering eller begränsad ekonomi, bedöms vara direkt systemhotande. Det på grund av de förseningar eller stopp för planerade och framtida infrastruktursatsningar och trafikupplägg som följer. På grund av långa ledtider måste således beslut om hantering och finansiering av ERTMS-införandet i både fordon och infrastruktur tas i absolut närtid för att säkra kritiska förutsättningar till år 2029.

Termer och förkortningar

ATC	Automatic Train Control. Ett tågskyddssystem för befintligt signalsystem som ersätts av ETCS, European Train Control System, vilket tillsammans med radiokommunikationssystemet utgör ERTMS.
ATO	Automatic Train Operation. Automatisk tågdrift. Det finns olika nivåer av automatisering från det att föraren har ett stödsystem till att tåget är förarlöst. I järnvägssammanhang blir de största vinsterna att kapaciteten kan optimeras medan energiåtgången minimeras. Funktionen är aktuell både för person- och godstrafik
CEF	Connecting Europe Facility. Är ett EU-finansieringsinstrument för att främja tillväxt, jobb och konkurrenskraft genom riktade infrastrukturinvesteringar på europeisk nivå.
CSM-RA	Common safety method for risk evaluation and assessment. Ett ramverk omfattande gemensam säkerhetsmetod för riskvärdering och riskbedömning som är ett lagkrav inom EU. Det gäller för både järnvägsföretag, infrastrukturförvaltare och underhållsleverantörer.
DAC	Digital Automatic Coupling. Digitala automatiska koppel är ett koncept för att automatiskt koppla ihop och frikoppla vagnar i ett godståg. Lösningen omfattar mekanisk anslutning och luftledning för bromsning liksom energiförsörjning och säker datakommunikation. Ett projekt pågår inom EU med målet att alla godsvagnar och lok i EU ska få standardiserade automatiska digitala koppel.
ERA	European Union Railway Agency. Tillsynsmyndighet för järnväg på europeisk nivå.
ERTMS	European Rail Traffic Management System. Ett EU-gemensamt tågskyddssystem för järnvägen.
ERTMS level 2 (L2)	En teknisk tillämpningsnivå för det europeiska systemet för trafikstyrning.
ERTMS level 3 (L3)	En teknisk tillämpningsnivå för det europeiska systemet för trafikstyrning. Med nivå 3 kan kapaciteten öka samtidigt som utrustningen i banan minskas, vilket innebär lägre kostnader.
ERTMS hybrid level 3 (HL3)	Hybrid Level 3 är ett steg på vägen från nivå 2 till nivå 3 där tåg utan integritetssystem kan trafikera enligt nivå 2 medan tåg med integritetssystem kan trafikera enligt nivå 3.
ERTMS-öar	Mindre område av ERTMS omgivet av signalsystem som inte är ERTMS.
ETCS-ombordutrustning	Del av ERTMS-systemet som är placerad på fordonen och krävs för att kunna trafikera banor där ERTMS ersatt ATC.
FOI	Forskning och innovation.
FRMCS	Future Railway Mobile Communication System. Efterföljaren till GSM-R, men också en nyckelfaktor för digitalisering av järnvägstransporter.
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Railway. Ett tillägg till mobiltelefonistandarden GSM avsett för järnvägskommunikation. GSM-R är en delmängd av ERTMS.

Klass B	Äldre signalsystem vilka inte är kompatibla med ERTMS. Respektive land ansvarar för specifikationerna av dessa system. I Sverige och Norge är ATC gällande Klass B-system.
SBS	Stärkt branschsamverkan. Koordineringsgrupp med fokusområden som Trafikverket och branschen gemensamt prioriterat att arbeta med.
STM, STM-översättningsmodul	Specific Transmission Module. Översättningsmodul mellan olika tågskyddssystem. Exempelvis ATC-STM som översätter mellan ATC och ERTMS.
Styrområde	Geografisk indelning av signal- och trafikstyrningssystem i anläggningen.
TEN-T	Trans-European Transport Network. Ett transeuropeiskt transportnät som är trafikslagsövergripande inom EU och angränsande länder.
TGM	Tekniskt godkänt material. Dessa komponenter används för att bygga upp järnvägssystemet.
TKI	Tid, kostnad, innehåll.
TPÅ	Trafikpåverkande åtgärder. Sådana åtgärder med ”mycket stor” och ”stor” påverkan ska enligt EU-direktiv offentliggöras två år innan fastställd tågplan börjar gälla.
TSD	Tekniska specifikationer för driftskompatibilitet.
TTJ	Trafikbestämmelser för järnväg. Gäller på Trafikverkets infrastruktur och omfattar operativa regler för trafikverksamheter i bl.a. system H och E2.
ÖFT	Öppnande för trafik

Innehåll

1	Inledning	10
1.1.	Bakgrund	10
1.2.	Uppdraget.....	11
1.3.	Genomförande.....	11
1.3.1.	Internt arbete vid Trafikverket.....	11
1.3.2.	Dialoger med externa aktörer.....	11
2	Systemdefinition	13
2.1.	Järnvägens funktionssätt.....	13
2.2.	ERTMS	13
2.2.1.	Trafikeringsystem.....	15
2.2.2.	Transportnät	15
2.2.3.	ERTMS i Europa.....	16
3	Alternativ till införandet av ERTMS	17
3.1.	Bibehålla ATC.....	17
3.2.	Implementera ett unikt nationellt system.....	18
3.3.	Konsekvensanalys	19
4	Utgångspunkter för införandet av ERTMS	21
4.1.	Förutsättningar för planens genomförande.....	21
4.2.	Påverkansfaktorer	21
4.2.1.	Kostnadseffektivitet.....	22
4.2.2.	Framkomlighet.....	22
4.2.3.	Trafikeringsystemsöar.....	22
4.2.4.	Ankringspunkter.....	22
4.2.5.	Kompositbromsblock.....	22
4.2.6.	Utfasning av livscykelkritiska signalsystem	23
4.2.7.	Vidmakthållande av anläggning	23
4.2.8.	Ombordutrustning	23
4.2.9.	Minimering av ATC-mellansteg efter 2029	23
4.2.10.	Ökning av införandetakt.....	23
5	Införandescenarier.....	24
5.1.	Införandets inledande fas.....	24
5.2.	Huvudscenario.....	25

5.2.1.	Omfattning	26
5.2.2.	Storstadsområden.....	30
5.2.3.	Piloter och teststräckor.....	33
5.3.	Tidigareläggning	34
5.4.	Senareläggning	36
6	Konsekvenser av ERTMS-införandet.....	39
6.1.	Allmänt.....	39
6.2.	Påverkan på framkomligheten	40
6.2.1.	Skillnaden mellan scenarierna	40
6.2.2.	Banarbetspåverkan till följd av införandet.....	40
6.2.3.	Sammanfattning trafikkonsekvenser	41
6.3.	Grad av påverkan på underhållsskuld	41
6.4.	Påverkan på delsystem	42
7	Ekonomiska konsekvenser	43
7.1.	Potentiella effektiviseringar	43
7.2.	Orsaker till kostnadsökningar	43
7.3.	Kostnadsreducerande åtgärder.....	43
7.4.	Tekniska förutsättningar	43
8	Riskområden.....	45
8.1.1.	Kostnadsberäkningar	45
8.1.2.	Finansiering	45
8.1.3.	Anslutning till bibanor	45
8.1.4.	Ägarskap och mandat	46
8.1.5.	Resurser	46
8.1.6.	Teknik och säkerhet.....	46
9	Diskussion och slutsatser	47
10	Referenslista.....	51
Bilaga 1	Kalkyl ERTMS	52

1 Inledning

Regeringen har genom beslut (I2021/01105) den 1 april 2021 uppdragit åt Trafikverket att analysera och kvalitetssäkra införandet av signalsystemet ERTMS i det svenska järnvägssystemet. Uppdraget omfattar bland annat förslag till tidplan för införandet, kvalitetssäkrade kostnadsberäkningar, beskrivningar av delsystem som ingår eller påverkas av införandet samt beskrivning av eventuella alternativ till införandet av ERTMS.

Trafikverket har uppdragits att senast den 30 september 2021 slutredovisa resultaten av genomförda analyser till Regeringskansliet (Infrastrukturdepartementet). Den 16 september 2021 beslutade regeringen (I2021/02234) att efter hemställan från Trafikverket senarelägga tidpunkten för slutredovisning av uppdraget till den 30 november 2021.

Trafikverket delredovisade uppdraget i september 2021. Föreliggande rapport utgör Trafikverkets slutredovisning av tilldelat uppdrag.

1.1. Bakgrund

ERTMS är den europeiska standarden för automatiskt tågskydd och möjliggör ett interoperabelt järnvägssystem i Europa. EU-förordningen för ett transeuropeiskt transportnät¹ som beslutades år 2013 är direkt bindande för medlemsstaterna. Förordningen anger två övergripande år då ERTMS ska vara infört. På stomnätet, som omfattar de sträckor som anses vara strategiskt viktigast för transportflödena, är det år 2030 och på det övergripande nätet är det år 2050.

Trafikverket har sedan år 2012 ett helhetsansvar för införandet av ERTMS i det svenska järnvägssystemet. Det innebär att myndigheten driver egna processer samt aktivt följer upp övriga processer vilka påverkar införandet av ERTMS i det svenska järnvägssystemet. Uppdraget sker i nära samarbete med järnvägsbranschen.

Riksrevisionen presenterade 2018 en rapport² där Trafikverkets kostnadsuppskattningar för ett införande av ERTMS granskades. Riksrevisionen fann att Trafikverkets kostnadsuppskattningar i huvudsak var av god kvalitet, men till viss del baserades på antaganden om kostnadsbesparingar som inte var tillräckligt underbyggda eller dokumenterade.

En översyn av kostnader och tidplaner kopplade till ERTMS-införandet har sedan en tid tillbaka pågått inom Trafikverket, där förväntade förseningar och kostnadsökningar har identifierats. Efter att Trafikverket kommunicerat dessa indikationer om förväntade förseningar och kostnadsökningar fick myndigheten aktuellt uppdrag från regeringen. Det för att genomföra en kvalitetssäkring och analys av den uppkomna situationen samt redovisa olika handlingsalternativ.

¹ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) nr 1315/2013 om unionens riktlinjer för utbyggnad av det transeuropeiska transportnätet och om upphävande av beslut nr 661/2010/EU

² Nytt signalsystem för järnvägen – effektiviteten i införandet av ERTMS (RIR 2018:21)

1.2. Uppdraget

Regeringen har mot bakgrund av ovanstående uppdragit åt Trafikverket att analysera och kvalitetssäkra införandet av signalsystemet ERTMS i det svenska järnvägssystemet.

Uppdraget omfattar följande frågeställningar och redogörelser:

- Kvalitetssäkrade kostnadsberäkningar för införandet av ERTMS, med analys av orsaken till kostnadsökningar samt av vilka kostnadsreducerande insatser som kan genomföras.
- Förslag till tidplan för införandet av ERTMS i det svenska järnvägssystemet, med analys av när i tiden kostnaderna för införandet av ERTMS uppstår för den föreslagna tidplanen samt av konsekvenser vid senareläggning eller tidigareläggning av införandet jämfört med den föreslagna tidplanen.
- Beskrivning av alla delsystem som ingår i eller påverkas av införandet av ERTMS, med analys av eventuella effekter på kostnader och genomförande för dessa delsystem vid en tidplan som innebär en senareläggning eller tidigareläggning av införandet jämfört med den föreslagna tidplanen för ERTMS.
- Beskrivning av vilka eventuella alternativ som finns till införandet av ERTMS, med analys av konsekvenser av att införa eventuella alternativ i stället för ERTMS i fråga om kostnader, trafiksäkerhet, gentemot EU, för järnvägsföretagen samt för järnvägens konkurrenskraft gentemot andra trafikslag både nationellt och på europeisk nivå.

Trafikverket noterar att regeringen genom tilldelat uppdrag vill försäkra sig om att införandet av ERTMS i det svenska järnvägssystemet kvalitetssäkras i fråga om tid och kostnader, att tillika kvalitetssäkrade kostnadsbesparingar och tillgängliga handlingsalternativ redovisas samt att dessa konsekvensbeskrivs ur ett antal specificerade aspekter. I linje med tidigare till Trafikverket tilldelat uppdrag om helhetsansvar för det fortsatta införandet av ERTMS (N2012/06352) framhåller regeringen vikten av att uppdraget genomförs i dialog med branschaktörerna och med beaktande av järnvägens funktionssätt.

1.3. Genomförande

Arbetet har bedrivits med två övergripande och kompletterande tillvägagångssätt som kombinerats med varandra. Det ena tillvägagångssättet är Trafikverkets interna arbete och det andra är samverkan med externa aktörer.

1.3.1. Internt arbete vid Trafikverket

Scenarierna har tagits fram av expertgrupper och kvalitetssäkras inom Trafikverket. Tillvägagångssättet har varit en iterativ process mellan nationell plan för transportinfrastrukturen, översyn av ERTMS, tidplaner för ERTMS och tillhörande kostnadsberäkningar. Framtaget material har riskvärderats och kvalitetssäkrats med avseende på införandetakt och ordning för styrområden som skapas vid införandet av ERTMS. Som stöd till arbetet har även bedömd effekt på prioriterade tillståndsmål tillämpats.

1.3.2. Dialoger med externa aktörer

Trafikverket har genomfört kontinuerliga dialoger med järnvägsbranschens aktörer, främst i befintligt forum inom ramen för "Stärkt Branschsamverkan" (SBS) och grupp "Fokus ERTMS". Gruppen är tvärfunktionell med representanter från trafik, industri, signal samt

kollektivtrafik. Sedan uppdraget gavs har ett flertal dialoger genomförts i det gemensamma forumet. Individuella samtal har även genomförts med företrädare för branschen kring risker och utmaningar med införandet av ERTMS.

Vidare har information delats vid ERTMS-programmets samrådsmöten samt vid andra branschsammankomster. Den 18 maj 2021 genomfördes den årliga branschdagen för ERTMS. Deltagare var bland andra Mattias Reute, EU:s ERTMS-koordinator samt representanter för Trafikverkets motsvarigheter i Norge, Lars Jorde från Bane Nor respektive Danmark, Thilde Restofte Pedersen från Banedanmark.

Branschaktörerna har under de genomförda dialogerna belyst frågor av särskilt intresse för införandet av ERTMS, bland annat:

- Medfinansiering av ombordutrustning för fordon
- Möjligheter till dubbelutrustade signalsystem
- Behovet av geografiska prioriteringar för att undvika ERTMS-öar³
- Samordning med motsvarande planer för andra centrala länder inom Europa
- Trafikverkets bristande mandat och styrmedel att påverka långsiktiga och stabila planer för hela järnvägssystemet (både infrastruktur och fordon)
- Trafikverkets förmåga att koordinera alla åtgärder så att framkomligheten på järnvägen kan säkerställas

Sammanfattningsvis konstateras att dialogerna med branschen har präglats av öppenhet och en vilja till att gemensamt skapa långsiktiga och stabila lösningar. Samtidigt orsakar utmaningarna med medfinansiering av ombordutrustning en stor oro hos branschaktörerna för deras och därmed järnvägens konkurrenskraft som transportslag.

³ Se avsnitt Termer och förkortningar.

2 Systemdefinition

Systemdefinitionen inleds med en beskrivning av järnvägens funktionssätt på en övergripande nivå. Därefter följer en mer detaljerad beskrivning av tågsskyddssystemet ERTMS med ingående tekniska delsystem, relaterade centrala regelverk samt en europeisk utblick.

2.1. Järnvägens funktionssätt

Järnvägssystemets produktion av transporttjänster kan jämföras med en processindustri, där olika funktioner med inbördes beroende måste samverka för att producera efterfrågade tjänster. De olika funktionerna är fördelade mellan flera aktörer med olika uppgifter, roller och ansvar. Aktörerna representeras av både offentliga och privata sammanslutningar och organ med olika förutsättningar att agera i respektive roll.

Planeringen sker med olika tidsperspektiv, där investeringar i ny eller uppgraderad infrastruktur inklusive fordon görs med flera års framhållning. Konkret planering för underhållsåtgärder och fördelning av tillgänglig kapacitet görs med kortare framförhållning. Slutligen sker en planering av driften, där justeringar som följer av förändrade behov och tillgänglig spårkapacitet också behöver göras, ända ned till realtid. Behovet av koordinering mellan de olika aktörernas aktiviteter finns under hela planeringscykeln.

ERTMS-införandet spänner över alla livscyklifaser. En process inleds med initiering och fortsätter med planering, byggande, förvaltning samt drift och avveckling. Det innebär att införandet påverkas av och påverkar ett flertal funktioner och därmed aktörer under dessa faser, allt från beslut som fattas i riksdag och av regering, över tillståndsgivande myndigheter till utförare av transporttjänster och underhåll av infrastruktur. I arbetet med att säkerställa ERTMS-införandet har främst påverkan på funktioner som krävs för produktion av tågtransporter respektive infrastrukturtransporter analyserats. Inom ramen för etablerad branschsamverkan har dialog förts med representanter för aktörer som erhåller dessa funktioner i järnvägssystemet.

Det centrala i produktionen av tågtransporter är planering och fördelning av tillgänglig spårkapacitet. Enkelt beskrivet ansöker den som vill utföra en transporttjänst på järnvägen om ett så kallat tågläge. Trafikverkets uppgift är att genom rättvisa och icke-diskriminerande villkor så långt som möjligt tillgodose behov som uttrycks i sådan ansökan. Då tillgänglig kapacitet är en begränsad resurs krävs emellertid ofta en jämkning med hänsyn till de uttryckta behovens grad av förväntad samhällsnytta. Genom att i så god tid som möjligt beskriva tillgänglig spårkapacitet vid en given tid och plats och under vilka förutsättningar denna kan användas, ges utförarna av transporttjänsterna möjlighet att planera sin försäljning av transporterna och vilka eventuella åtgärder de behöver vidta för att kunna genomföra dessa.

ERTMS-införandet påverkar med nya villkor för att framföra fordon, med andra förutsättningar för tilldelning av tåglegen och för själva framförandet. Under byggnadstiden påverkas de aktörer som bedriver tågtrafik av begränsningar i tillgängligheten och till handhavande till följd av att flera parallella tekniska system kan behöva vara i bruk växelvis.

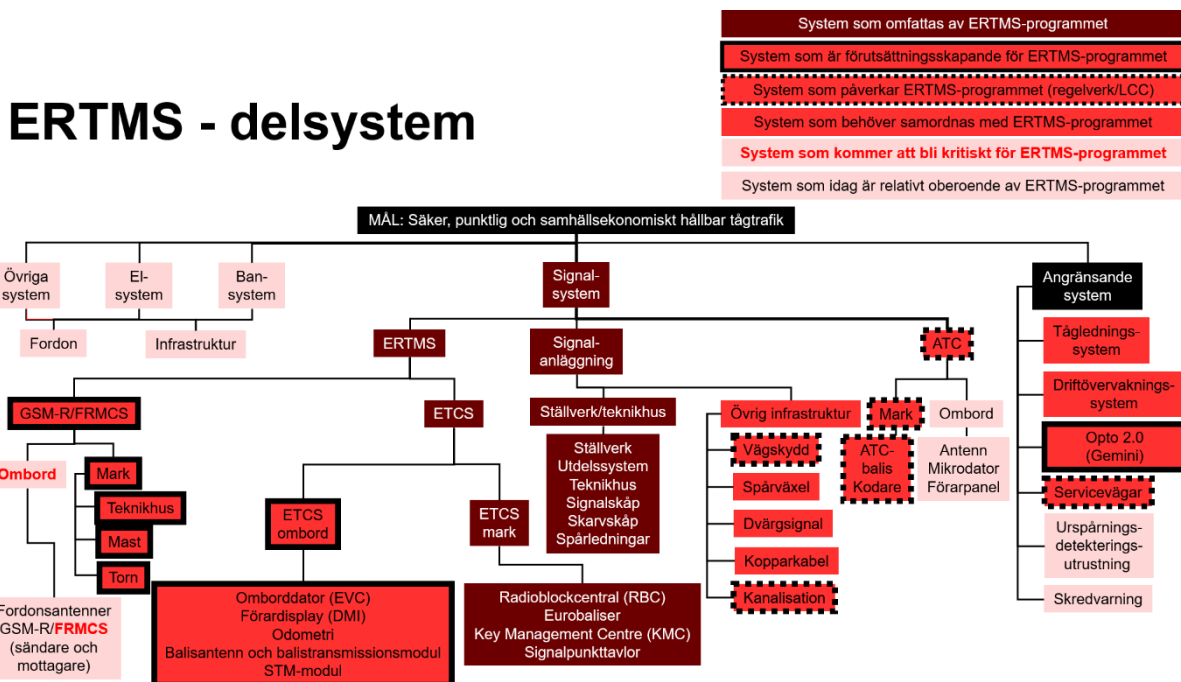
2.2. ERTMS

Det övergripande målet för tågtrafiken är att den ska vara säker, punktlig och samhällsekonomiskt hållbar. En viktig förutsättning för att uppnå målet är signalsystemet

som har till främsta uppgift att förhindra olyckor inom järnvägstrafiken. Det ser till att fordon kan färdas på järnväg längs en kontrollerad tågväg utan risk för trafikeringsolyckor.

Ett signalsystem kan delas upp i ett tågskyddssystem (till exempel ERTMS eller ATC) och en signalanläggning (se figur 1). ERTMS består av undersystemen European Train Control System (ETCS) och GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railway). ETCS är i sin tur indelat i delsystemen mark- och ombordutrustning. Markutrustningen består av den fasta anläggningen vid eller en bit bort från spåret, till exempel radioblockcentral (RBC), euroballiser och signalpunkttavlor. Ombordutrustningen finns på fordonet, till exempel omborddator (EVC) och förardisplay (DMI). Ställverket och spårledningen är exempel på komponenter i signalanläggningen. Komponenterna i signalanläggningen ingår inte i tågskyddssystemet, men är en förutsättning för att detta ska fungera som avsett.

En av skillnaderna mellan tågskyddssystemen ERTMS och ATC är att de optiska ljussignalerna som finns längs järnvägen med ATC ersätts av ett radiokommunikationssystem. Det innebär att körbeskeden vid ERTMS uppdateras i realtid via GSM-R nätet. Kommunikationen mellan tåg och trafikledning vid ERTMS sker kontinuerligt istället för punktformigt från optiska ljussignaler och styrbara baliser vid ATC. Således har trafikledningen alltid kontakt med tågen och därmed möjlighet att när som helst förändra körbeskedet och även nödstoppa fordonet vid behov. Vid ATC kan förändrat körbesked enbart ges vid passering av optisk signal eller balis. En annan skillnad är att lokföraren vid ERTMS får en längre framförhållning om hur körbeskedet kommer att förändras längre fram på sträckan jämfört med ATC.



Figur 1. Tekniska delsystem relaterade till ERTMS.

En gemensam princip för både ERTMS och ATC är att båda tågskyddssystemen använder signalställverk för att styra och låsa tågvägar enligt godkänd order från tågklarerare. Signalställverket är hjärnan i signalsystemet, det är här alla beräkningar genomförs. Om tågklareraren vill lägga en säker tågväg från en punkt i järnvägsnätet till en annan inhämtas information om anläggningens tillstånd och nödvändiga styrsignaler skickas till ytteranläggningen. När alla villkor är uppfyllda (till exempel låst spårväxel i rätt läge och inget annat tåg på samma tågväg) får föraren körtillstånd att framföra tåget längs den

kontrollerade sträckan. Det finns fler direkta användare av ERTMS än förare och trafikledning. Till dessa hör dels driftledning samt anläggningsövervakning som övervakar signalanläggningen från trafikcentralen och underhållspersonal som kommer i kontrakt med systemet vid åtgärder i anläggningen.

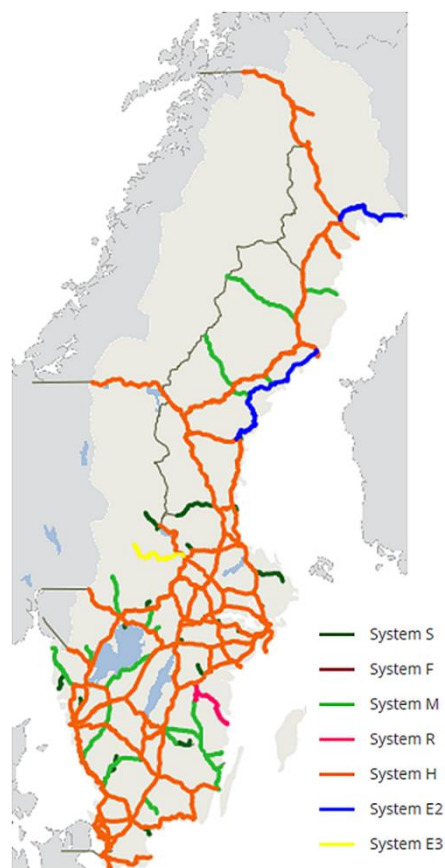
Historiskt har signalanläggningen varit uppbyggt med ett signalställverk per driftplats och mycket av tekniken har funnits lokalt, nära de ytterobjekt den ska styra, till exempel vägskydd och spärväxlar. Kommunikationen går via en kopparkabel förlagd längsmed spåret. Som en förberedelse för ERTMS och IP-baserad lösning övergår Trafikverket till att bygga teknik som till viss del är centralt placerad. Dessutom styr ett signalställverk över ett större geografiskt område, så kallat styrområde, vilket kommunicerar till ytterobjekten via Trafikverkets IP-nät i den nya arkitekturen. Ett styrområde representerar den geografiska del av järnvägen som en centralenhet, det vill säga ställverk och RBC, kontrollerar. Det finns en intention att vidareutveckla Sveriges ERTMS-system med funktionalitet för ETCS hybridnivå 3 (HL3). Det innebär bland annat att tåget kan detektera tappade vagnar vilket möjliggör en övergång från fasta till rörliga blocksträckor, vilket gör att tågföljden kan förtätas och kapaciteten därmed kan höjas.

2.2.1. Trafikeringsystem

Trafikeringsystem är en uppsättning av trafikregler avsedda att användas inom ett visst geografiskt område. Dessa trafikregler är anpassade efter den teknik som används. I dagsläget är det svenska järnvägsnätet uppdelat i en mängd olika trafikeringsystem och merparten utgörs av system H. I dessa områden är järnvägsanläggningen fullt övervakad med hjälp av ATC-relaterad teknik. Huvudsakligen styr tågklararen anläggningen från någon av Trafikverkets åtta trafikcentraler. I system M används istället delvis manuella rutiner för övervakningen och tågklararen är oftast placerad nära den anläggning som styrs. Trafikeringsystem E2 baseras på ERTMS nivå 2 och finns än så länge på Trafikverkets två pilotbanor Botniabanan och Haparandabanan, även här styrs tågtrafiken centralt från trafikcentralerna. Se Figur 2.

2.2.2. Transportnät

Det europeiska järnvägsnätet delas enligt TEN-T (transeuropeiska transportnätet) upp i ett stomnät och ett övergripande nät. Det finns även ett antal regelverk på EU-nivå som reglerar innehåll (till exempel tekniska specifikationer för driftkompatibilitet, TSD), omfattning (till exempel TEN-T-nätet) och tid (år 2030 för stomnätet respektive år 2050 för det övergripande nätet) för utbyggnad av ERTMS i Sverige. Infrastrukturutvecklingen för TEN-T är nära knuten till genomförandet och den fortsatta utvecklingen av EU:s transportpolitik, till exempel avseende interoperabilitet inom Europa. Därför är TEN-T prioriterat även för införandet av ERTMS i Sverige. När det gäller övrigt järnvägsnät i Sverige är det den nationella genomförandeplanen som anger när implementering av ERTMS ska ske.



Figur 2. Trafikeringsystem i det svenska järnvägsnätet.

2.2.3. ERTMS i Europa

ERTMS utvecklades från mitten på 1980-talet efter initiativ av europeiska forskningsorganisationer, järnvägsförvaltningar samt järnvägsindustrin. Från tidigt 2000-tal kopplades de första sträckorna in i bland annat Spanien och Italien, vilka vid denna tid byggde nya höghastighetsbanor, men även i länder som Schweiz och Belgien. Då systemen främst infördes i samband med byggande av helt nya banor bedömdes komplexiteten och kostnaderna för att koppla in ERTMS som relativt låga i relation till totalkostnaden för de nya banorna.

ERTMS fungerade mycket bra med hög tillgänglighet och säkerhet för höga hastigheter. I det inledande läget var specifikationerna för användning inom Europa inte låsta. Således utvecklades olika versioner av systemet, vilket gjorde att den interoperabilitet som eftersträvades inte uppnåddes inledningsvis. Sedan dess har specifikationerna blivit obligatoriska att följa för medlemsstaterna. ERA har också lagt fram ambitiösa och för medlemsstaterna bindande planer för fortsatta utbyggnader. I efterhand har det blivit tydligt att det är mer komplicerat att införa ERTMS på befintliga banor än vid nybyggnation. Dessutom är kostnaderna höga och systemet upplevs inte ge så stora funktionella fördelar jämfört med äldre system som man ursprungligen hoppats på.

Mot denna bakgrund har ERA de senaste åren inlett ett omfattande arbete med att utveckla ERTMS-systemet vidare. Siktet är att införa ett antal så kallade "Game Changers", vilka syftar till att sänka kostnader och införa nya funktioner. Det senare för att bland annat åstadkomma ökad kapacitet, till exempel hybrid nivå 3 (HL3), digitala automatiska koppel (DAC) och automatisk tågdrift (ATO).

Horizon Europe och Europe's Rail

Under 2020 startade EU:s sjuåriga forskningsprogram Horizon Europe med en budget på 95 miljarder euro. Inom ramen för Horizon Europe startar även år 2022 programmet Europe's Rail som är en fortsättning på det tidigare programmet Shift2Rail, vilket i princip uteslutande syftade till forskning. EU:s budget för Europe's Rail ligger på cirka 600 miljoner euro och deltagarna förväntas tillsammans delta med ungefär lika mycket. Trafikverket kommer delta med ungefär 250 miljoner kronor i egna FOI-medel.

Systemspelaren

Europe's Rail är uppdelat i två delar. Den så kallade Innovationspelaren fungerar ungefär som tidigare i Shift2Rail. Arbetet i den så kallade Systemspelaren har dock ett helt annorlunda innehåll.

I Systemspelaren kraftsamlar de medverkande inom EU för att åstadkomma de förbättringar av ERTMS-systemet som anses vara nödvändiga, det vill säga utvecklad funktionalitet och lägre kostnader. Utöver de ytterligare specifikationer som framställs tas underlag för lagstiftning om standarder och införande fram samt eventuell delfinansiering av införandet. Utöver ovanstående förbereds även för ensade trafikregler för ERTMS i Europa, vilket har varit efterfrågat i många år.

Trafikverket är en så kallad grundarmedlem i både forskningsprogrammet Shift2Rail och Europe's Rail. Dessutom agerar Trafikverket via medlemsorganisationerna EIM (European rail infrastructure managers), ERTMS Users Group och UIC (International union of railways). Trafikverket är även aktivt i initiativ som RCA (reference CCS architecture) och EULYNX som pågår för att vidareutveckla ERTMS-systemets funktion samt sänka kostnaderna.

3 Alternativ till införandet av ERTMS

Det finns huvudsakligen två möjliga alternativ till att införa ERTMS. Det ena alternativet är att bibehålla det nuvarande tågskyddssystemet ATC. Det andra alternativet är att utveckla ett nytt nationellt tågskyddssystem.

3.1. Bibehålla ATC

I slutet av 1960-talet började utvecklingsarbetet för att ta fram ett automatiskt tågskyddssystem (ATC) samt att komplettera befintligt signalsystem i syfte att förbättra trafiksäkerheten. År 1980 togs ATC i drift av SJ. ATC finns implementerat i mjukvara på signalställverk av modellerna 85 respektive 95. För övriga signalsystem är ATC implementerat med så kallade kodare kopplat utanpå signalutgångarna på signalställverken. Det medför att systemet har mycket begränsade utvecklings- och expansionsmöjligheter. Nuvarande ATC-system klarar inte av att tillgodose framtida kapacitetsbehov i högrafikerade områden och stråk, till exempel Stockholm, Göteborg och stambanorna.

ATC är ett punktbaserat tågskyddssystem där ny eller ökad kapacitet endast kan skapas med att bygga in fler punkter. Det ger en större anläggningsmassa som i sin tur skapar fler felkällor och högre underhållskostnader under livscykeln. Kommunikationen mellan ATC och fordonet sker vid fasta punkter i banan. I ett ERTMS-baserat tågskyddssystem hanteras samma behov till stora delar med logisk mjukvarufunktionalitet i systemets centraldatorer.

I dagsläget tillåter Trafikverkets säkerhetsbestämmelser hastigheter på upp till 200 km/h för ATC. Samtidigt finns det ett antal banor i Sverige med potential för hastigheter på upp till 250 km/h, till exempel Väst kustbanan och Botniabanen.

Idag finns det en leverantör av digitala ställverk med integrerat ATC. För att skapa konkurrens skulle det fordras att Trafikverket genomför en investering av en sådan volym att fler aktörer skulle intressera sig för att medverka i en anbudsgivning. Vilken volym som skulle krävas är i dagsläget svår att precisera. Från arbetet med att vidmakthålla denna mjukvara kan det konstateras att den är av äldre snitt och med endast en tillgänglig leverantör kostsam och komplicerad att vidareutveckla. Trafikverket är ensam kund för denna produkt, varför viljan till utveckling är begränsad hos leverantören och kostnaderna för ändringar är höga. Dagens mjukvara medger inte funktioner som förväntas behövas i framtidens signalsystem. Ett sådant exempel är axelräknare, vilka detekterar var respektive tåg befinner sig och bedöms medföra färre störningar och mindre förseningar än med dagens lösning baserad på så kallade spårledning.

Vidare kan det konstateras att vidareutveckling av klass B-system, vilket ATC är, inte är tillåtet enligt rådande europeisk lagstiftning. ATC är inte heller ett interoperabelt system i förhållande till övriga Europa.

Nuvarande signalsystem med ATC är gammalt och inom 20 år kommer huvuddelen att behöva bytas ut för att bibehålla nuvarande tillgänglighetsnivå. Samtidigt kan det konstateras att det är generellt dyrare att bygga med ATC än ERTMS⁴. Det då andelen fysisk utrustning i spår miljö är väsentligt högre i ATC än i ERTMS. Den kostnadsmässiga

⁴ Trafikverket genomför varje år flera signaltekniska utredningar, s.k. signalutredningar. De syftar till att visa på kostnader vid val av olika tekniska vägval t.ex. ERTMS eller ATC och dator- eller reläbaserat samt utbredning och funktionalitetsnivå. Merparten av dessa utredningar visar på en väsentlig kostnadsskillnad mellan ERTMS och ATC både i ett investeringskedje och ur ett livscykelperspektiv vid jämförbar omfattning och funktionsnivå.

skillnaden bedöms för närvarande vara cirka 25-30% lägre för ERTMS L2. Med ERTMS HL3 antas denna skillnad bli ännu större.

ERTMS bedöms ha en lägre livscykelkostnad än ATC, bland annat till följd av att andelen fysisk utrustning i spår miljö är lägre. Ett exempel som visar på skillnad i erforderlig insats är då behovet att göra en tillfällig hastighetsnedsättning uppstår. Med ERTMS kan det åstadkommas med hjälp av ett datorkommando. Med ATC krävs dock manuell utplacering av tekniska komponenter och hastighetstavlor i den fysiska spår miljön.

Den utvecklade översättningsmodulen (STM) mellan ATC och ERTMS måste vidmakthållas längre så att fordon med ERTMS ombordsystem installerat kan användas i Sverige. Vid en fortsatt användning av ATC kommer följande aspekter inte kunna implementeras eller vara svårare att hantera:

- Automatisk tågdrift (ATO). Konsekvensen av detta blir att en helautomatisk trafikering på banor med blandtrafik försvaras eller omöjliggörs.
- Hybrid nivå 3 (HL3). Konsekvensen blir att en kapacitetsökning med digital logik istället för fysisk infrastruktur omöjliggörs.
- Kompositbromsblock leder med ATC till sänkta hastigheter vintertid, vilket kan motverkas med utbyggd spår- och signalinfrastruktur.
- Digitala automatiska koppel (DAC). Får effekten att nytta med kapacitetshöjandeeffekter och digital logik inte kan tillvaratas.

3.2. Implementera ett unikt nationellt system

Introduktion av ett nytt klass B-system i Sverige bryter mot rådande europeisk lagstiftning, enligt vilken dessa system ska avvecklas till förmån för införandet av ERTMS. Ett potentiellt införande av ett nytt klass B-system ger också konsekvensen att Trafikverket tvingas utveckla och tillhandahålla någon form av STM för utländska fordon. Det för att möjliggöra en fortsatt interoperabilitet, exempelvis över Öresundsbron.

Det finns system med liknade funktionalitet som ERTMS. Dessa är utvecklade utanför EU, bland annat i Kina, Ryssland, USA och Japan. Dessa system kräver en anpassning till svenska behov, exempelvis kring frågan om säkerhetsskydd för informationssäkerhet liknande den om 5G-utbyggnaden.

För att klara framtida kapacitetsbehov i högtrafikerade områden och stråk skulle ett unikt nationellt system behöva efterlikna ERTMS HL3 avseende egenskaper och förmågor. Det skulle också kräva en utveckling av ett nytt ombordsystem som kan kommunicera med fordon och marksystem. Således kvarstår frågan om finansiering av ombordsystem. Dessutom skulle det kräva en uppdatering av alla fordon som har beställts eller redan är utrustade med ERTMS. Det innebär en högre kostnad än att slutföra kvarvarande fordonsflotta med ERTMS.

Varken ett globalt eller europeiskt intresse skulle finnas för ett nationellt utvecklat system. Kostnaden för att utveckla och vidmakthålla ett sådant system skulle vara väsentligen högre än för ERTMS då endast en kund skulle komma att bära alla kostnader.

Att utveckla eller köpa ett system som är helt unikt för EU skulle innebära en process på mer än 10 år för att anpassa det till de svenska regelverken. Vidare skulle systemet också kräva ett införande motsvarande det för ERTMS. Bedömningen är att ett nationellt system varken skulle medföra lägre kostnader eller kortare genomförandetid än vad ERTMS innebär.

3.3. Konsekvensanalys

Att bibehålla och reinvestera i ATC är inte kostnadseffektivt jämfört med att göra samma sak med ERTMS. Det gäller både ur ett investerings- eller underhållsperspektiv, men framförallt ur ett framtidsperspektiv. Kortsiktigt är det för tågoperatörer med endast nationell trafik ekonomiskt fördelaktigt att fortsätta med ATC. För tågoperatörer med gränsöverskridande trafik är det ogynnsamt då dessa fordon måste dubbelutrustas för både ERTMS och ATC.

ATC-systemet kommer med sin begränsade funktionalitet och utvecklingsförmåga inte att ge stöd åt flera av de smarta digitala lösningar som idag växer fram i allt snabbare takt. På sikt kommer detta att innebära ökade kostnader för att hålla järnvägssystemet konkurrenskraftigt gentemot andra transportslag. Samtidigt kommer vissa delar av järnvägssystemet att nå gränserna för det kapacitetsuttag som är möjligt med ett punktbaserat signalsystem.

Alternativet att utveckla och implementera ett unikt system enbart för svensk järnväg bedöms inte heller vara kostnadseffektivt. Det trots att ett sådant system, i likhet med ERTMS, skulle ge stöd åt framtida digitala lösningar. För tågoperatörerna är det inte heller en ekonomiskt fördelaktig lösning. Detta gäller speciellt för tågoperatörer med gränsöverskridande trafik, då fordonen måste dubbelutrustas med både ERTMS och det unika nationella systemet.

All utveckling på global nivå samt inom EU sker med inriktning mot ERTMS. Det gäller områden som fordon, koppel, signalsystem och trafikupplägg. Med ett eget nationellt system skulle Sverige gå miste om de konkurrens- och stordriftsfördelar som en större global marknad ger, i synnerhet i en snabbt föränderlig digital värld.

De två alternativen till ERTMS bedöms sammantaget ge:

- Högre kostnad över tid
- Sämre konkurrensförmåga
- Begränsad funktionalitet
- Begränsade utvecklingsmöjligheter
- Högre fordonskonverteringskostnader för nya fordon
- Förlorade möjligheter att tillvarata nya smarta digitala lösningar
- Väsentligen försämrade interoperabilitet med övriga Europa

Både ATC-alternativet samt ett alternativt nationellt system ger sämre förutsättningar än ERTMS för vidareutvecklingen av det svenska järnvägssystemet och därigenom järnvägens konkurrenskraft. Argumenten för detta är juridiska, politiska, ekonomiska och funktionella både på en nationell och på en europeisk nivå, vilket visualiseras i tabell 1.

Parametrar/tågskyddssystem	ERTMS	ATC	Nytt nationellt system
Trafiksäkerhet	+	0	-
Kostnader	+	0	-
Järnvägens konkurrenskraft	+	0	-
Konsekvenser järnvägsföretagen	+	0	-
Interoperabilitet	+	-	-
EU-konsekvenser	+	-	-

Tabell 1. Jämförelse mellan tre olika tågskyddssystem med avseende på sex olika parametrar.

4 Utgångspunkter för införandet av ERTMS

Införandet av ERTMS är komplext. Mellan tekniska och organisatoriska förutsättningar finns ett antal beroenden som på olika sätt och i olika utsträckning påverkar tid, kostnader och innehåll för såväl dagens som framtidens signalsystem. Dessa beroenden påverkar i sin tur förutsättningarna för planering, byggande, drift och underhåll av järnvägens anläggningar samt för bedrivandet av trafik på dessa. ERTMS kommer för en relativt lång tid att vara en signalteknik av flera som används i det svenska järnvägssystemet. Således behöver planeringen av ett införande av ERTMS även omfatta de befintliga tågskyddssystem som ERTMS ska ersätta. Det handlar om hur den tekniska tillgänglighet för dessa system kan säkras fram till dess de ersatts och hur de på ett säkert sätt kan avvecklas. ATC-tekniken utvecklades med start under 1960-talet och stora delar av anläggningen byggdes under 1980-talet. Nuvarande anläggningar åldras och det påverkar i sin tur i vilken ordning införandet av ERTMS bör ske.

Ytterligare exempel på förutsättningar till vilka ERTMS och dess införande har ett beroende är radiokommunikationssystemet GSM-R respektive installationer av optofiber. I ERTMS-systemet, men utanför Trafikverkets omedelbara kontroll, är också fordonsägarnas installationer av ombordsystem (ETCS). Utan ombordsystem kan ingen trafik bedrivas på sträckor där ERTMS ersätter ATC.

4.1. Förutsättningar för planens genomförande

Förverkligandet av de planer som redovisas enligt nedan förutsätter ett antal förhållanden över vilka Trafikverket inte har fullständig rådighet över. Bland dessa förutsättningar finns att:

- De fordon som ska användas inom område med ERTMS-utrustad infrastruktur är senast vid driftsättning av densamma utrustade med motsvarande versioner av ombordutrustning för ETCS och radio (GSM-R/FRMCS);
- Teknisk systemkompetens och resurser relaterade till ERTMS för infrastruktur och fordon är förstärkt;
- Tekniska förutsättningar som tas fram inom det europeiska samarbetet är utvecklade enligt planerat och till önskat läge;
- Möjligheterna till koordineringen av objekt med finansiering från olika investeringsbudgetar är erhållet;
- Undantag från krav på installation av ERTMS vid åtgärder i infrastrukturen⁵ fram till år 2029 är beviljat, för att genom det kunna bygga klass B signalsystem (ATC) under en övergångsperiod;

4.2. Påverkansfaktorer

I och med ovan beskrivna komplexitet har vissa påverkansfaktorer beaktats särskilt i framtagandet av införandescenarierna. I scenarierna förutsätts också att övriga

⁵ Kommissionens förordning 2016/919 av den 27 maj 2016 om teknisk specifikation för driftskompatibilitet avseende delsystemen Trafikstyrning och signalering i järnvägssystemet i Europeiska unionen.

infrastrukturåtgärder koordineras med ERTMS-införandet, vilket kommer att ha stor påverkan på i vilken ordning övriga åtgärder kan genomföras.

4.2.1. Kostnadseffektivitet

En generell förutsättning för ett framgångsrikt införande av ERTMS är att det sker på ett kostnadseffektivt sätt, vilket förutsätter en kostnadsmedvetenhet som genomsyrar alla ställningstaganden, val och beslut som sker i anslutning till och som en följd av införandet. I införandeplanerna ska det skapas en så jämn fördelning av antalet styrområde per år som möjligt, för bästa kassaflöde och resurshushållning över tid. Ju fler styrområden som ska byggas per år desto högre blir upparbetning av medel. Ett lågt kassaflöde är dock inte lika med en låg total kostnad ur ett livscykelinvesteringskostnadsperspektiv, den totala investeringskostnaden för att nå ett fullständigt ERTMS slutläge.

4.2.2. Framkomlighet

Under införandet behöver framkomligheten genom järnvägsnätet beaktas för att inte skapa för stora kapacitetsinskränkningar. Därför ska parallellt införande av ERTMS i både huvudstråk och omledningsstråk undvikas. Andra planerade åtgärder och en fördröjd fordonskonvertering riskerar att försvåra möjligheterna att hålla omledningsvägar tillgängliga under hela införandet. Noggrann planering kommer att krävas för att uppnå den önskade framkomligheten under införandet. Det kan innebära att olika investerings- och reinvesteringsåtgärder behöver tidigareläggas eller senareläggas i förhållande till ERTMS-införandet.

4.2.3. Trafikeringsystemsöar

Med Trafikeringsystemsöar avses mindre områden med ERTMS-teknik (och trafikeringsystem E2) eller konventionell signalteknik (ATC, med trafikeringsystem H) som är omgivet av ett signalsystem med annan teknik och trafikeringsystem. Trafikeringsystemsöar kallas även ERTMS- eller ATC-öar. Dessa öar kan ur ett trafikstyrningsperspektiv innebära såväl trafiksäkerhetsmässiga som trafikproduktionsmässiga risker. Hänsyn ska här tas till att ett snabbt införande minskar antalet ERTMS-öar, men kan medföra andra risker med negativa konsekvenser. Samtidigt beräknas ett långsammare införande öka antalet ERTMS-öar, vilket ska vägas mot övriga förtjänster scenariot erbjuder.

4.2.4. Ankringspunkter

Flera stora infrastruktursatsningar planeras under den kommande 15-årsperioden. Innehållet i många av dessa åtgärder kräver bland annat utbyte av signalsystem till ERTMS, till exempel vid införande av fjärrstyrning eller nya bansträckor. Ofta är åtgärderna också knutna till extern medfinansiering och därför låsta i tid. Därför utgör de så kallade ankringspunkter för när ERTMS kommer att införas i ett visst område eller stråk.

4.2.5. Kompositbromsblock

Stambanan genom övre Norrland, Boden-Ånge, är mest kritisk utifrån det kommande EU-kravet på införande av kompositbromsblock⁶ då de fungerar bättre med ERTMS än med ATC i vinterklimat. Driftsättning i Ånge, Älvsbyn och Sundsvall prioriteras därmed.

⁶ KOMMISSIONENS GENOMFÖRANDEFÖRORDNING (EU) 2019/774 av den 16 maj 2019 om ändring av förordning (EU) nr 1304/2014 vad gäller tillämpningen av den tekniska specifikationen för driftskompatibilitet avseende delsystemet "Rullande materiel – buller" på befintliga godsvagnar

4.2.6. Utfasning av livscykelkritiska signalsystem

Sådana signalsystem som har nått, eller snart kommer att nå, sin tekniska livslängd behöver fasas ut i tid så att Trafikverket kan säkerställa en robust och tillgänglig anläggning. Därför ska i införandet av ERTMS styrområden där behovet av nytt signalsystem är som störst prioriteras. Samtidigt ska styrområden som innehåller liten eller ingen mängd livscykelkritisk signalsystem om möjligt förläggas sent i införandeplanen.

4.2.7. Vidmakthållande av anläggning

För ett fungerande vidmakthållande av klass B-systemet krävs att livscykelkritiska delar av signalanläggningen frigörs. Det sker inte i tillfredställande utsträckning endast genom ett införande i norr. För att lösa detta samt möjliggöra ett effektivt införande med sammanhängande stråk och minimalt antal trafikeringssystemösor, där signalsystemet på en trafikplats avviker från dem på omgivande sträckor, krävs ett införande av ERTMS längs Södra stambanan samt utanför TEN-T stornätet där signalanläggningsdelar kan frigöras och tillgången är som störst.

4.2.8. Ombordutrustning

ERTMS ombordutrustning på de fordon som ska trafikera ett specifikt styrområde är en förutsättning för att ERTMS ska kunna införas. Införandeordning och utformning utgår från områden där stora delar av det trafikerande fordonsunderlaget redan helt eller delvis har kompatibel ETCS-ombordutrustning. Baserat på de scenarier som analyserats kan inte omledningsvägar via klass B-system garanteras från och med år 2029. Det medför att ETCS-ombordutrustning (och STM-översättningsmodul) därefter behöver vara obligatorisk.

4.2.9. Minimering av ATC-mellansteg efter 2029

Parallellt med ERTMS-införandet finns stora behov av både investering- och reinvestering i signalsystemet som konkurrerar om budget, tid i spår och kritiska resurser. ATC-produkten är idag ungefär 25 % dyrare än motsvarande ERTMS-produkt och på sikt kommer ERTMS-utvecklingen innebära att skillnaden ökar i takt med att ERTMS blir alltmer virtuell och därmed billigare att bygga. Alla ATC-system måste i någon form byggas om eller bytas ut vid en konvertering till ERTMS, vilket innebär att ATC-mellansteg kan göra att ett styrområde kan kosta 40 % mer för att nå ett slutläge med ERTMS sett till livscykelinvesteringskostnad. Utvecklingen av ERTMS mot mer logisk infrastruktur innebär att det funktionella och regelverksmässiga gapet mellan ERTMS och ATC kommer att växa med tiden.

4.2.10. Ökning av införandetakt

Ökningen av antalet styrområden med ERTMS-driftsättningar per år sker i harmoniserad takt med en avtagande mängd planerade signalåtgärder relaterade till klass B-system. Ökningen av antalet styrområden per år förutsätter att ledtiden för ibruktagnings av ett styrområde effektiviseras från dagens sju år till fyra år.

5.2. Huvudscenario

Scenario 2042, Trafikverkets huvudscenario, beräknas pågå mellan åren 2023 och 2042. Under införandet kommer TEN-T stornät vara 50 % färdigt år 2033 och 100 % färdigt år 2040. TEN-T övergripande nät, av vilket TEN-T stornät utgör en del, är 50 % färdigt år 2032 och 100 % färdigt år 2040. Övrigt nät är helt färdigställt år 2042.

Det kommer att ställa särskilda krav på Trafikverket och branschen för att genomföra införandet. Huvudscenariot utgår ifrån en i flera avseenden balanserad plan mellan kort och långsamt införande av ERTMS på den järnväg som Trafikverket förvaltar.

Av beskrivna påverkansfaktorer (se Påverkansfaktorer) har följande områden varit särskilt styrande i utformningen av det slutliga huvudscenariot utifrån tids-, kostnads- och innehållsmässigt perspektiv:

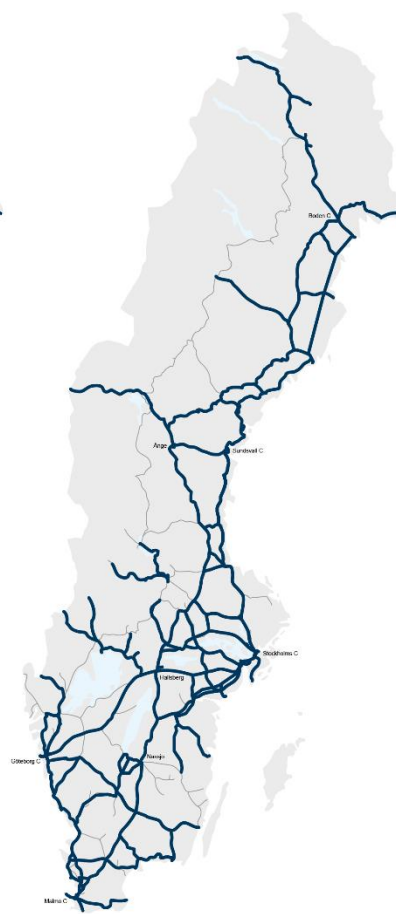
- Kostnadseffektivitet
- Fordonskonvertering
- Hantering av livscykelkritiska signalsystem
- Minimering av ATC-mellansteg
- Trafikeringsystemsöar
- Framkomlighet



Figur 4. Karta över ERTMS utbredning år 2033.



Figur 5. Karta över ERTMS utbredning år 2036.



Figur 6. Karta över ERTMS utbredning år 2040.

Huvudscenariot och senareläggningen av det har en gemensam sekvens på styrområden till och med år 2036. Därmed tillåter huvudscenariot en viss flexibilitet när den nationella planen uppdateras framöver.

5.2.1. Omfattning

Införandeplan av ERTMS enligt huvudscenariot omfattar hela den svenska järnvägens TEN-T stom- och övergripande nätet samt övrigt nät. Införandet av ERTMS omfattar totalt 161 styrområden grupperade i 155 färdigställandeomgångar under en 20-årsperiod med start från år 2023 och slutår 2042.

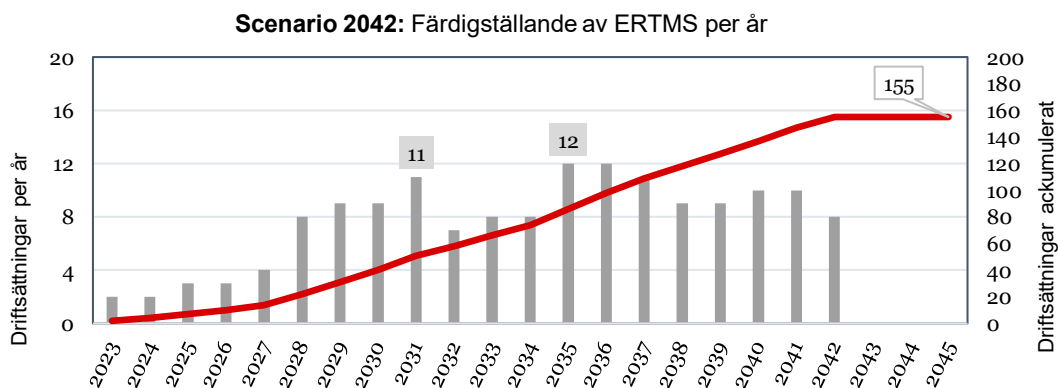
Av den totala mängden styrområden som driftsätts återfinns 87 styrområden i TEN-T stornätet, inklusive 5 nya styrområden för nya stambanorna samt 18 stycken i det övergripande svenska TEN-T nätet. I det övriga svenska järnvägsnätet kommer 50 styrområden driftsättas med ERTMS, varav tio styrområden klassificeras som lågtrafikerade banor.

Preliminärt föreslås två piloter för test och utveckling av nya och kommande standarder relaterade till ERTMS, bland annat en ERTMS nivå 2 produkt för lågtrafikerade banor, axelräknare och ERTMS hybrid nivå 3. Till och med år 2031 planeras driftsättningar av styrområden med ERTMS nivå 2 version 3.6 för att år 2032 tillämpa ERTMS hybrid nivå 3 som standard.

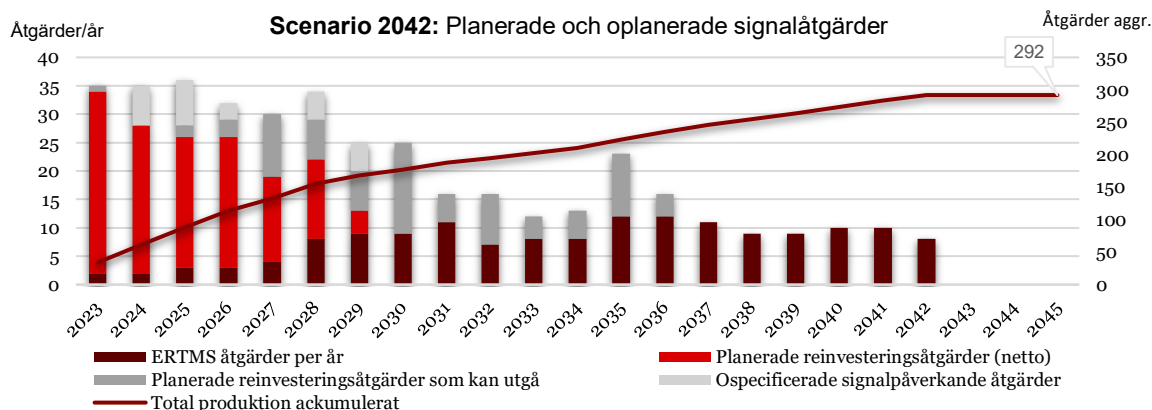
Produktionstakten för scenariot ökar successivt i takt med att Trafikverkets och branschens ERTMS-förmågor har byggts upp till andra halvan av 2020-talet. I planen går det att urskilja två tydliga produktionstoppar under år 2031 och 2035 eftersom 11 respektive 12 styrområden då driftsätts (se figur 7). Den första toppen förklaras till viss mån av att i scenariot prioriteras ett snabbt ERTMS-införande i norra Sverige, vilket är till följd av EU:s införandekrav av kompositbromsblock på internationella godståg år 2025.

Kompositbromsblock fungerar ur ett kapacitetsperspektiv bättre med ERTMS än med ATC i vinterklimat. Den svenska dispensen för av använda icke-kompositbromsblock i nationell godstrafik löper ut år 2032. Störst påverkan av kompositbromsblock finns norr om Ånge och Gävle längs Stambanan genom Övre Norrland. I huvudscenariot planeras Vännäs och Hällnäs som sista styrområdena längs Stambanan och kommer att kunna tas i bruk med ERTMS år 2032.

När scenariot år 2035 når produktionstaket om 12 driftsättningar är det istället områden med mest livscykelkritisk anläggningsmassa och kortast livslängd, kring 2030-2035 som driver upp produktionen.



Figur 7. Huvudscenariots produktionsomfattning avseende färdigställande av styrområde med ERTMS per år.



Figur 8. Planerade och oplanerade signalåtgärder i ERTMS och Klass B-systemteknik vid huvudscenariot.

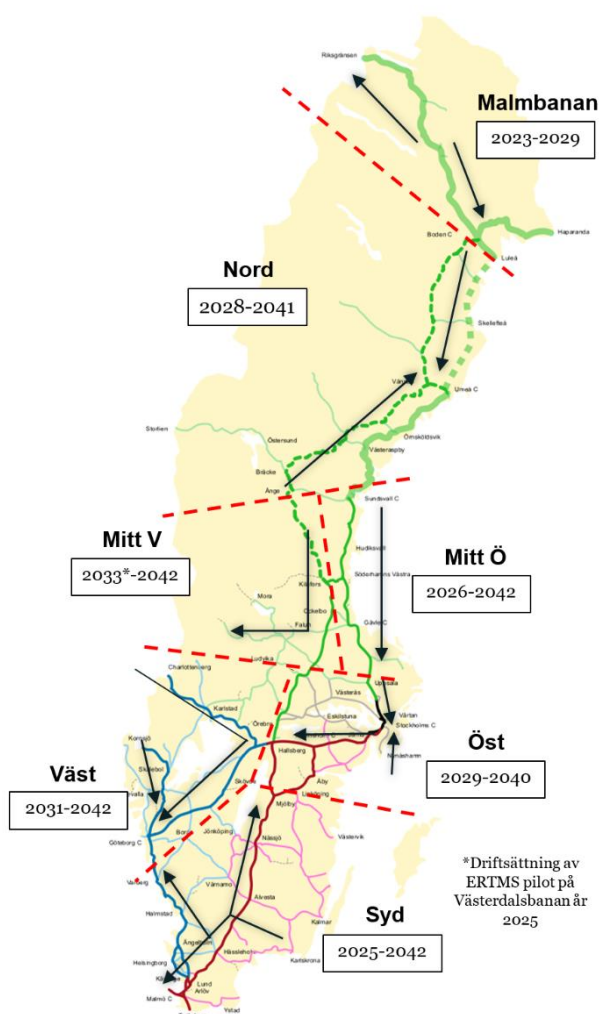
Införandet enligt huvudscenariot (se figur 9) inleds med ibruktagning av ERTMS på **Malmbanan** med första driftsättning år 2023 av Gällivare. Införandet fortsätter sedan norrut mot Riksgränsen år 2024 och den norska gränsen med Ofotbanen som angränsar mot Malmbanan ska enligt BaneNOR öppna för trafik med ERTMS år 2027.

Från Gällivare fortsätter införandet sedan ner mot Boden år 2025. Boden och Luleå ligger något senare och förväntas öppna för trafik med ERTMS under perioden mellan år 2028 och 2029. För Luleå tillkommer även införande av fjärrstyrd trafikledning i samband med ibruktagning av ERTMS.

I slutet av 2020-talet kommer även Malmbanan vara ihopkopplad med Haparandabanan och dess gränsövergång mot Finland.

Införandet i område **Nord** och på Stambanan genom Övre Norrland (Älvsbyn – Ånge) beräknas ske mellan år 2028 till och med 2031.

Först ut i detta område är Ånge år 2028 i den södra delen samt Älvsbyn under år 2029, vilket också inkluderar anslutningen till Piteå.



Figur 9. Översikt av införandescenario 2042 utifrån geografiska områden.

Mellan år 2030 och 2032 sker ett synkroniserat införande av den kvarstående bansträckningen Bräcke, Långsele, Mellansele, Hällnäs, Vännäs, Umeå och Bastuträsk.

Även för Ånge, Långsele, Mellansel och Skellefteå tillkommer införande av fjärrstyrd trafikledning i samband med ERTMS-införandet.

På Mittbanan och sträckningen mellan Sundsvall (**Mitt Ö**) och Ånge (**Nord**) planeras ett ERTMS-införande av Stöde (**Mitt Ö**) år 2031, vilket därmed skapar ett sammanhängande stråk med flera kapacitetshöjande åtgärder inplanerade och underlättas av ERTMS.

För sträckan mellan Ånge och Storlien mot den norska gränsen sker ett uppehåll efter driftsättningarna av Ånge och Stöde fram till år 2039, då styrområde Östersund driftsätts och sträckan kan öppna för ERTMS-trafik. Meråkerbanen på den norska sidan av gränsen planeras enligt BaneNOR att tas i bruk år 2027. Därefter sker en succesiv utbyggnad från och med 2026 med start i Sundsvall längs östkusten i område **Mitt** (Mitt Ö) i riktning söderut. På denna del är Sundsvalls införande år 2026 samordnat med införandet av ett nytt resecentrum.

Införandet fortsätter sedan söderut med driftsättningar av Hudiksvall och Gävle år 2028 som ett förutsättningskapande steg inför kommande ombyggnationsprojekt runt Gävle med bland annat ny bansträckning mot bergslagsbana samt för Ostkustbanan Gävle – Söderhamn, vilket både kräver nytt signalsystem och måste utföras med ERTMS. Vid ibruktagnings av Gävle öppnas tre nya fronter från var det är möjligt att bygga vidare med ERTMS.

Söderut införs ERTMS i Uppsala med efterföljande driftsättning av styrområde Marma och Örbyhus under perioden år 2033 till 2035. Söderhamn är i förslaget planerad att driftsättas något senare, år 2036, i samband med utbyggnationen av nya Ostkustbanan dubbelspåret Gävle-Söderhamn.

För Norra Stambanan och Godsstråket genom Bergslagen planeras införandet starta i ett par knutpunkter med Hallsberg (**Öst**) år 2032 följt av Storvik (**Mitt V**) år 2033. Därefter planeras införande på Norra stambanan (Ljusdal – Avesta-Krylbo) och **Mitt Västs** sydligaste styrområde, Avesta-Krylbo år 2034 för att därefter fortsätta söderut längs Godsstråket genom Bergslagen med Snyten och Frövi år 2035 till 2036. Parallellt planeras även införande i nordlig riktning med Ockelbo år 2035, vilket även inkluderar TEN-T stommsträckningen Kilafors – Söderhamn. Bansträckningen avslutas med driftsättningar av område **Öst** med Örebro och Motala år 2037 samt Fagersta år 2040. För område **Mitt Väst** färdigställs bansträckningen med Ljusdal år 2038 i norr och med anslutning till Mittbanan samt och Horndalen år 2040 i söder. Totalt beräknas införandet på sträckan ta nio år.

Fristående, men inom område **Mitt V** är plan och inriktning att ersätta dagens ”ERTMS regional” med ERTMS BL3 R2 i form av en uppgraderad ERTMS pilot. Axelräknare introduceras också och användas för positionering. Planerad driftsättning sker under år 2025.

Driftsättningen av området **Syd:s** del av ScanMed Öst (Mjölby - Peberholm) startar med ett antal knutpunkter där Alvesta är först ut år 2026, följt av Nässjö och Hässleholm och anslutningen mot Danmark (Peberholm) samt Älmhult år 2027. Därefter planeras Osby år 2028 och Malmö år 2029. Norrut planeras Mjölby år 2028 samt Tranås år 2029 för att knytas ihop med Nässjö där även införandet av fjärrstyrning av trafik tillkommer.

Under perioden mellan år 2030 och 2032 planeras införande på hela stråket från Peberholm till Mjölby med undantag för Höör som öppnar för trafik år 2035.

För ScanMed Öst:s nordliga bansträckning (Järna – Motala/Mjölby) planeras införande med start i Järna år 2033 som sedan rullas söderut längs Västra och Södra Stambanan. Sträckan längs Södra stambanan pågår till år 2035 och sker samordnat med byggnationerna av Ostlänken. Sträckan längs Västra Stambanan väntas pågå under fem år med undantag för Vingåker som planeras öppna för trafik år 2040.

Område Syd:s del av ScanMed Väst (Trelleborg - Kornsjö) startas utbyggnaden via en knutpunkt där Halmstad är planerad till år 2028 följt av Hallandsås och Åstorp. Därefter planeras Varberg, Arlöv och Kävlinge driftsätts och öppna för trafik under år 2030 till 2032. Införandet mellan Arlöv och Varberg beräknas ta åtta år och pågå mellan år 2028 och 2035.

I område **Väst** och Norge/Vänerbanans sträckning mellan Trollhättan Kil vidare mot Kristinehamn planeras införandet under perioden från år 2031 till 2036, vilket även innefattar två gränspassager. Arvika och Kil styrområden öppnar för trafik med ERTMS år 2031, vilket möjliggör gränsöverskridande trafik mot Norge via Charlottenberg. För Kil tillkommer även införande av fjärrstyrd trafikledning i samband med ERTMS-införandet. Införandet sker synkroniserat med Kongsvingerbanen som BaneNOR beräknar kunna öppna år 2030.

Vidare sker införande i Trollhättan år 2035 i nordlig riktning parallellt med ibruktagnig av Karlstad och Kristinehamn under åren 2034 till 2035 och avslutas med styrområdena Öxnered och Ed år 2036, vilket möjliggör gränsöverskridande trafik vid Kornsjö samma år. Från år 2034 beräknar även BaneNOR att Østfoldbanen kunna öppna för ERTMS-trafik.

Parallellt med införandet av ScanMed Öst och Väst införs ERTMS på Blekinge kustbana, något som samordnas med utbyggnaden av Sydostlänken där Karlskrona planeras med ERTMS år 2026 och Olofström år 2028. Även på Skånebanan planeras införande på Klippan år 2029 inom en pågående planerad kapacitetsåtgärd.

För Mälardalen i område **Öst** införs i Sundbyberg år 2030 och samordnas med projektet för den planerade fyrspårsutbyggnaden. Därefter planeras införande i riktning västerut längs Mäljarbanan med Enköping först ut år 2033 följt av Svealandsbanans Arboga år 2031. Enköping och Arboga samordnas med redan planerade re-investeringsprojekt. ERTMS-införandet på Mäljarbanan och Svealandsbanan beräknas pågå mellan år 2030 till 2034 respektive 2031 till 2040. Tabell 2 visar en övergripande sekvensering för geografiska områden med tillhörande införandeperioder och områdenas primära införanderiktningar. Tabell 3 visar planerade inkopplingsår vid landsövergångar.

Sekvensområde	Införandeperiod	Första styrområde som driftsätts med ERTMS
Malmbanan	2023 – 2029	Gällivare
Nord	2028 – 2041	Ånge
Mitt Ö	2026 – 2042	Sundsvall
Mitt V	2025-2042	Ljusdal
Öst	2029 – 2040	Uppsala och Nynäshamn
Väst	2031 – 2042	Arvika och Motala
Syd	2025 – 2042	Alvesta och Karlskrona samt Bjärka-Säby

Sekvensområde	Införandeperiod	Första styrområde som driftsätts med ERTMS
Göteborg storstadsområde	2034-2040	Kungsbacka
Malmö storstadsområde	2027-2032	Peberholm
Stockholm storstadsområde	2029-2039	Uppsala och Nynäshamn
Övrigt	2025	Malung

Tabell 2. Geografisk sekvensering av ERTMS-införandet för Scenario 2042.

Sekvensområde	Landsgränsövergång	Styrområde	Preliminär ÖFT
Malmbanan	Riksgränsen: Malmbanan- Ofotbanen (Norge, ÖFT BaneNOR)	Björkliden	2024
Nord & Mitt V	Haparanda: Haparandabanan – Kolaribanan (Finland)	Haparanda	Redan driftsatt
	Storlien: Mittbanan- Meråkerbanen (Norge, ÖFT BaneNor 2027)	Östersund	2039
Väst	Charlottenberg: Värmlandsbanan- Kongsvingerbanen (Norge, ÖFT BaneNOR 2030)	Arvika	2031
	Kornsjö: Norge/Vänerbanan – Østfoldbanen (Norge, ÖFT BaneNOR 2034)	Ed	2036
Syd	Peberholm: Öresundsbanan (Danmark, ÖFT Banedanmark 2025)	Peberholm	2027

Tabell 3. Preliminära inkopplingsår vid landsgränsövergångar för Scenario 2042.

5.2.2. Storstadsområden

Införandet av ERTMS i Stockholms storstadsområde omfattar pendeltågstrafikområdet från Uppsala i norr ner till Järna och Nynäshamn i söder och Sundbyberg och Karlberg i väst. Införandet området planeras mellan år 2029 och 2039.

Storstadsområdenas turordning av ERTMS-införande (se tabell 4) baseras på ett flertal parametrar, exempelvis produktionsförmågan, uppskattad tid för fordonskonvertering, signalanläggningarnas kvarvarande tekniska livslängd, förmågan att upprätthålla kapacitet under införandet, ur ett trafikalt och trafiksäkerhetsmässigt perspektiv - förutsättningar för sammanhållna stråk med minimalt antal systemgränser med mera.

Malmöområdet är först ut och beräknas kunna öppna för ERTMS-trafik vid Öresundsbron till Danmark (styrområde Peberholm) år 2027 och vidare rullas norrut mot Arlov. Från år 2028 kommer majoriteten av (omlednings-)vägarna till och från Malmö att ha blivit avskurna och sakna vägar som inte omfattas av ERTMS till Skåne och Blekinge. I Malmö storstadsområde omfattas Peberholm i söder och upp till Kävlinge och Lund. Den totala byggtiden för Malmöområdet uppskattas till cirka sex år med öppning för trafik vid styrområde Arlov år 2032.

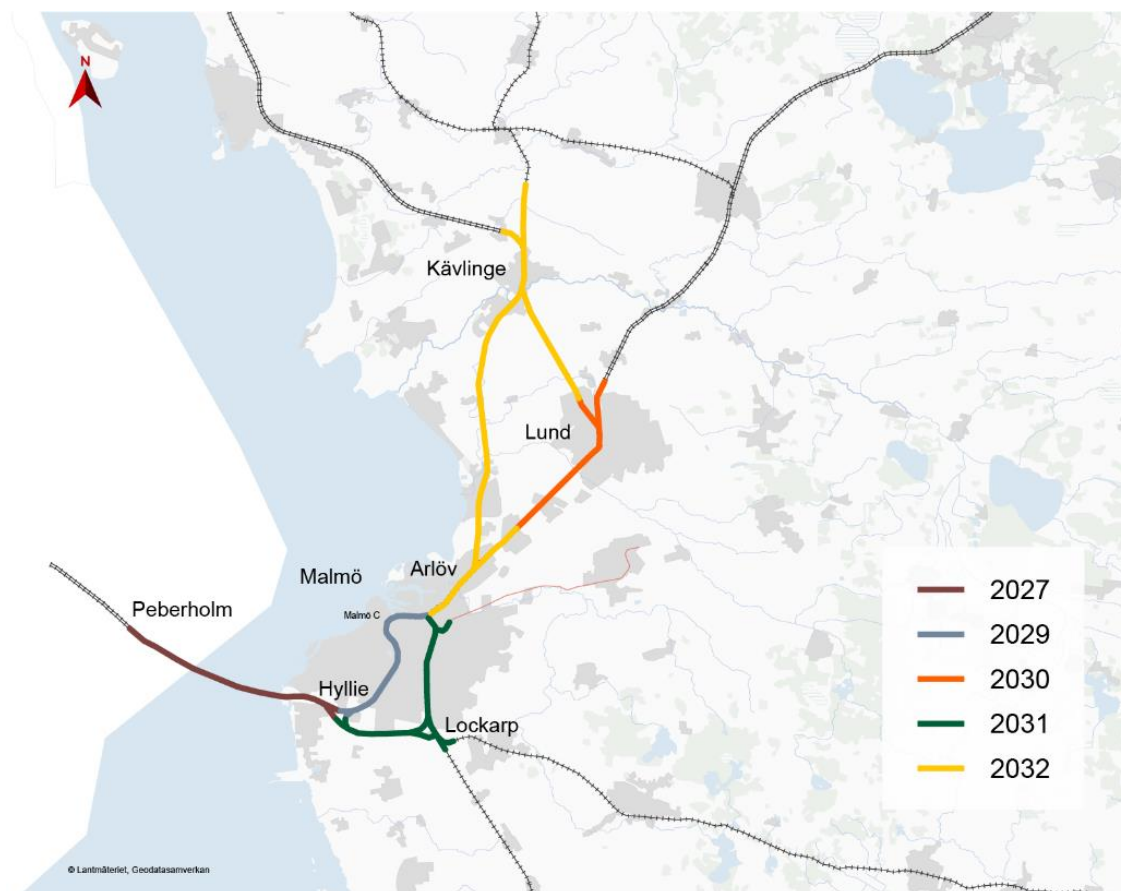
Näst ut är Stockholmsområdet med start i Uppsala som öppnar för trafik år 2029 och vidare införande i södergående riktning. Området som sträcker sig till från Uppsala i norr till Järna

i söder beräknas ta 11 år att bygga och vara färdigt år 2039 med styrområde Södertälje och Hagalund bangård som sista driftplatsen att öppna för ERTMS-trafik.

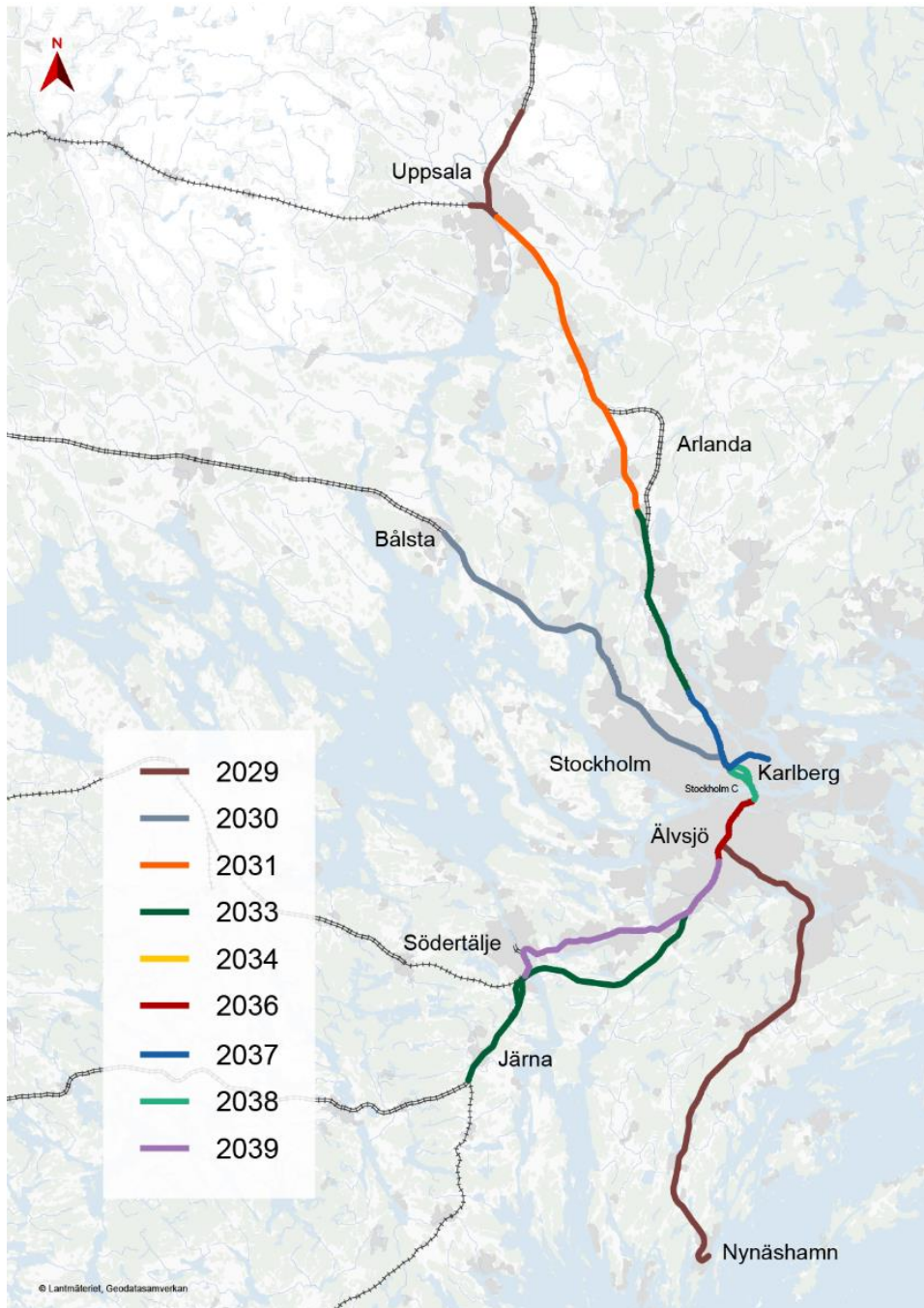
Sist ut planeras Göteborgsområdet som avgränsas med Kungsbacka i söder och Alingsås och Trollhättan i norr. Första beräknade trafikstart planeras med Kungsbacka år 2034, men avser preliminärt en införande från norr till söder. Skandiahammen planeras som sista styrområde att öppna för trafik år 2040. Byggtiden för området uppskattas till sju år och omfattar Västlänken och dess nya sträckningar som förbereds för ERTMS.

Storstadsområde	Geografiskt randområde	Införandeperiod	Byggtid
Malmö	Arlöv, Malmö C, Peberholm, Fosieby, Lund, Kävlinge	2027-2032	6 år
Stockholm	SL pendeltågstrafikområde (Uppsala, Myrbacken, Häggvik, Sundbyberg, Solna, Hagalund Bg, Karlberg, Citybanan, Stockholm C, Älvsjö Gbg, Älvsjö, Nynäshamn, Södertälje, Järna)	2029-2039	11 år
Göteborg	Sel/Sär, Mdn/Am/VL, Göteborg, Skandiahammen, Kungsbacka, Trollhättan, Alingsås	2034-2040	7 år

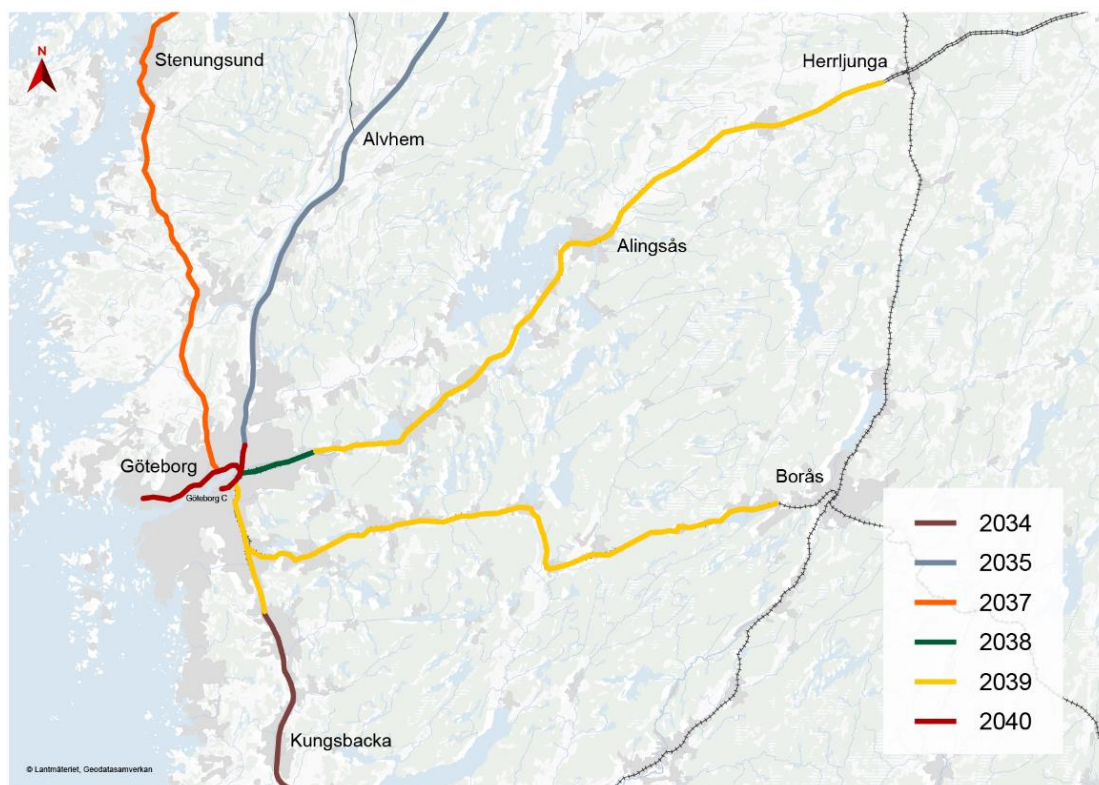
Tabell 4. Införandeperiod för storstadsområden för huvudscenariot.



Figur 10. Karta över ordningen av ERTMS införande i storstadsområdet Malmö.



Figur 11. Karta över ordningen av ERTMS införande i storstadsområdet Stockholm.



Figur 12. Karta över ordningen av ERTMS införande i storstadsområdet Göteborg.

5.2.3. Piloter och teststräckor

Under år 2022 förväntas det inom Europeiska unionen publiceras en reviderad version av TSI CSS med specifikationer för bland annat ERTMS HL3, tågintegritet (TIMS), tågledning HL3, radio FRMCS, optimerade bromskurvor eller ATO. Scenariot förutsätter att en betydande förmågeutveckling kopplat till kompetens och teknik (exempelvis möjligheten att driftsätta med logisk infrastruktur från 2032) kommer att ske och att pilot och testbanor för HL3, TIMS, digitala automatkoppel (DAC), axelräknare med mera driftsätts år 2029.

För att testa och utveckla dessa planeras följande styrområden driftsättas med piloter:

- Västerdalsbanan, styrområde Malung (2025)
 - Pilot på Västerdalsbanan som syftar till att möjliggöra effektiv ombyggnad av system M banor till ERTMS nivå 2 för lågtrafikerade banor
- Nynäshamnsbanan, styrområde Nynäshamn (2029)
 - Pilot på Nynäshamnsbanan som syftar till att möjliggöra ett effektivt införande i Stockholmsområdet

Trafikverket har sedan tidigare driftsatt två testbanor (Katrineholm–Åby, år 2017; respektive Mertainen, år 2018) samt fyra piloter, (Botniabanan, år 2010; Ådalsbanan, år 2011; Västerdalsbanan, år 2012; respektive Haparandabanan, år 2013).

5.3. Tidigareläggning

Scenario 2038, en tidigareläggning och snabbare scenario jämfört med huvudscenariot, pågår mellan år 2023 och 2038 (se figur 13). Det snabbare scenariot utgår från en mer komprimerad plan för införande än huvudscenariot, vilket medför en minskad kostnad i förhållande till underhållsskulden. Det då den minskar snabbare i samband med ett snabbt ERTMS-införande. Scenariot ställer stora krav på Trafikverket, branschen samt leverantörerna för införande av ERTMS och det finns marginella utrymmen för omplanering vid försening.

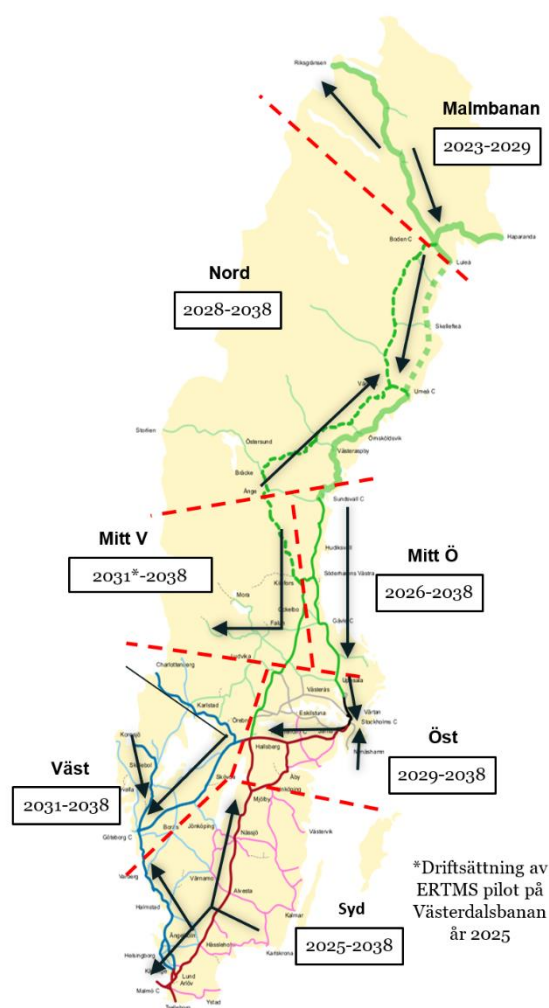
Det snabbare scenariot är identiskt med huvudscenariot fram till år 2029 vad avser ERTMS-införandehastighet och antalet ERTMS-driftsättningar.

Efter år 2029 ökas produktionstakten i det snabbare scenariot. Produktionstaket om 15 ERTMS-driftsättningar per år nås år 2034. Denna nivå hålls sedan konstant fram till år 2037, det näst sista införandeåret, för att sedan gå ner till 12 driftsättningar per år för år 2038 (se figur 17 och 18). Vid tidpunkten där det snabbare scenariots takt ökar sker istället en nedtrappning i huvudscenariot fram till år 2035 och fluktuerar sedan kring 8-12 driftsättningar per år fram till år 2042.

I och med den högre produktionstakten och ett tydligare fokus på stambanorna blir TEN-T stornätet och det övriga TEN-T nätet färdigt 2036 i det snabbare scenariot till skillnad från år 2040 i huvudscenariot. Sett från de geografiska sekvensområdena komprimeras i snitt införandetiderna med tre till fem år, exempelvis Godsstråket genom Bergslagen och Västra Stambanan.

Sett till reinvesteringsbehovet skiljer sig inte scenarierna åt när det gäller livscykelkritiska komponenter och relästillverk. Detsamma gäller för driftsättning vid Sveriges landsgränsövergångar som har samma driftsättningsår för de båda scenarierna.

För ekonomiska konsekvenser se bilaga 1 Kalkyl ERTMS avsnitt 2.3 Kostnadsberäkning för en tidigareläggning.



Figur 13. Översikt av scenario 2038 införandeperioder utifrån geografiska områden.



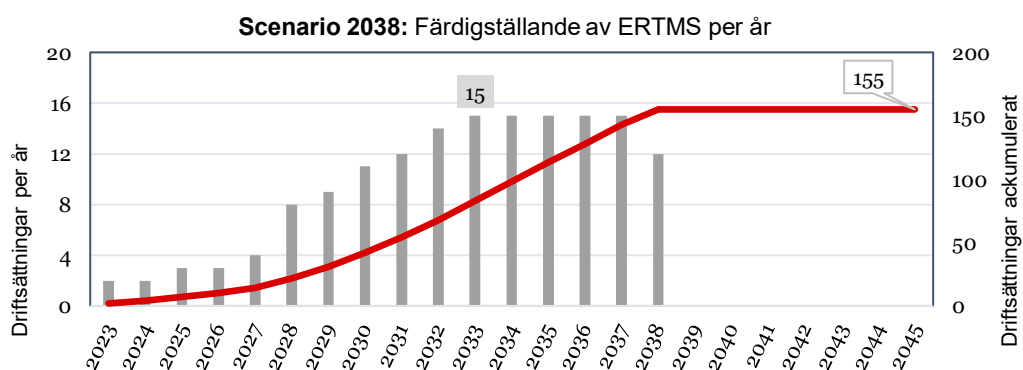
Figur 14. Karta över ERTMS utbredning år 2033 vid tidigareläggning



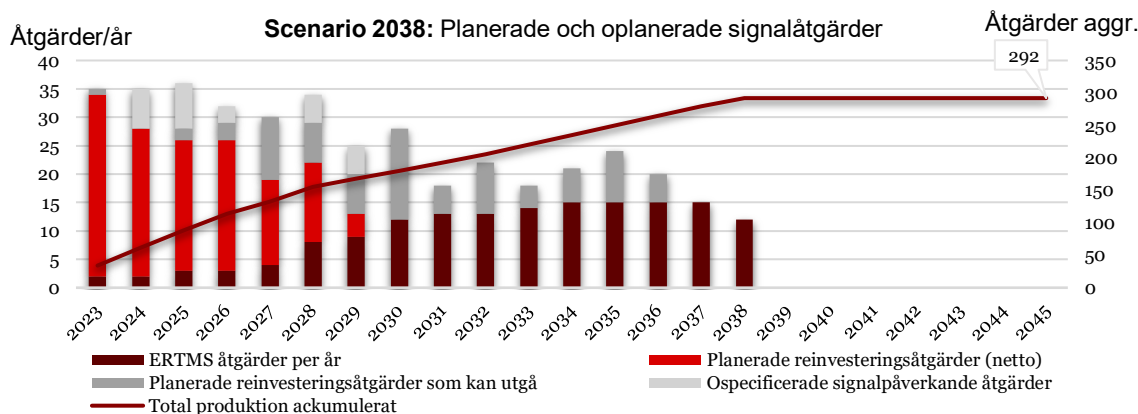
Figur 15. Karta över ERTMS utbredning år 2036 vid tidigareläggning.



Figur 16. Karta över ERTMS utbredning år 2038 vid tidigareläggning.



Figur 17. Produktionsomfattning avseende färdigställande av styrområde med ERTMS per år.



Figur 18. Planerade och oplanerade signalåtgärder i ERTMS och Klass B-systemteknik vid en tidigareläggning.

5.4. Senareläggning

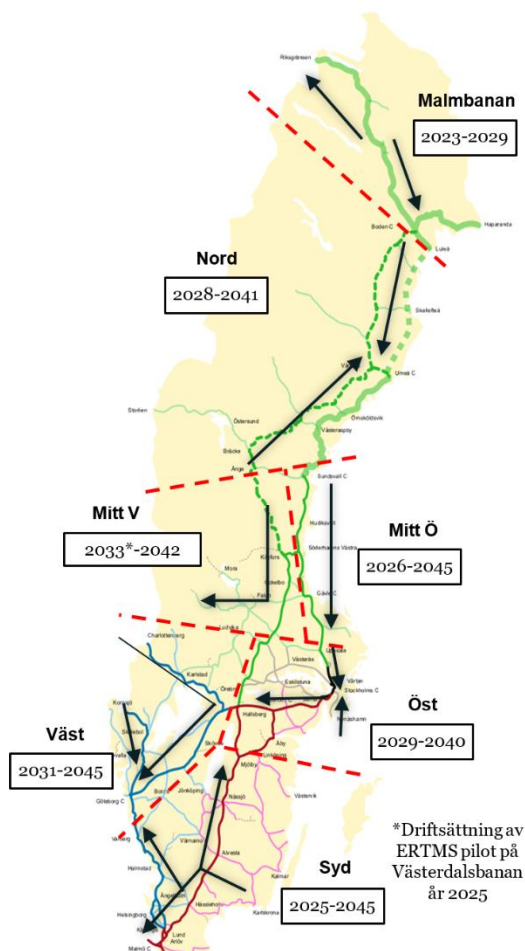
Scenario 2045, en senareläggning och ett långsammare scenario jämfört med huvudscenariot, föreslås pågå mellan år 2023 och 2045. Det långsammare scenariot utgår från en plan med ett mer utsträckt införande än huvudscenariot, vilket medför en minskad årlig kostnad för det planerade införandet av ERTMS. I

senareläggningen beräknas TEN-T stornätet vara 50 % färdigt till år 2033 och fullt ERTMS utrustat mellan 2041-2043. Det långsammare scenariot är identiskt med huvudscenariot fram till och med år 2036 avseende ERTMS-införandets ordning och takt på styrområden.

Från och med december 2022 föreslås ett beställningsstopp för nyinstallation av klass B-system samt ett inkopplingsförbud av nya eller ändrade klass B-system från och med 2030. Det långsammare scenariot kan kräva ett undantag från kravet om ERTMS även efter 2030, vilket bedöms som osäkert om detta beviljas.

Från och med år 2029 kan inte omledningsvägar via klass B-system garanteras, vilket medför att ETCS-ombordutrustning samt STM-modul behöver bli obligatoriskt.

Scenariot har samma upptrappning av införandetak och produktionskapacitet som huvudscenariot avseende ERTMS driftsättningar, vilket planeras pågå under



Figur 19. Översikt av scenario 2045 införandeperioder utifrån geografiska områden.

tio år. Från två styrområden under år 2023 till maximal produktion om 12 styrområden som driftsätt med ERTMS under år 2034.

Preliminärt föreslås två piloter för test och utveckling av nya och kommande standarder relaterade till ERTMS, bland annat en ERTMS nivå 2 produkt för lågtrafikerade banor, axelräknare och ERTMS hybrid nivå 3 med driftsättningar år 2025. Till och med år 2031 planeras driftsättningar av styrområden med ERTMS nivå 2 version 3.6 för att år 2032 tillämpa ERTMS hybrid nivå 3 som standard.

För de styrområden som saknar fjärrstyrning av trafik kommer det att vara infört 50 % till år 2033, samtliga styrområden som planeras med fjärrstyrning beräknas vara klart till år 2045.

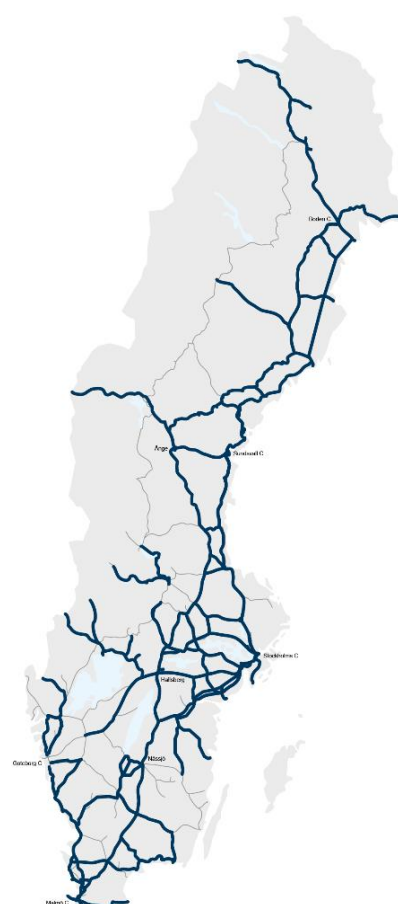
Det långsammare scenariot skiljer sig från Trafikverkets huvudscenario från år 2037, genom att flera mindre mellanliggande styrområde senareläggs till efter 2042. Produktionstakten som avtar efter år 2036 i form av en nertrappning i jämförelse med huvudscenariot. Göteborgs storstadsområde med omnejd senareläggs med ungefär tre år och är beräknad att införas mellan perioden 2041 till 2043. Cirka hälften av de lågtrafikerade banorna skjuts även fram till slutet av tidplanen (se figur 19).



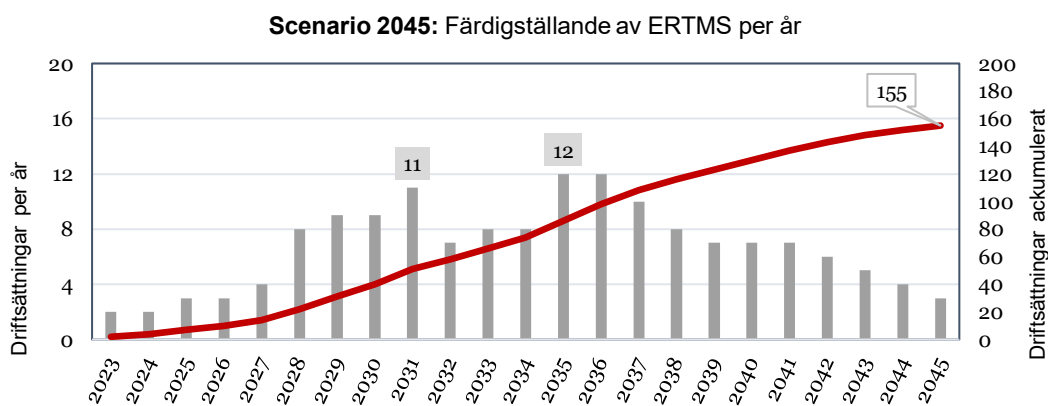
Figur 20. Karta över ERTMS utbredning år 2033 vid senareläggning.



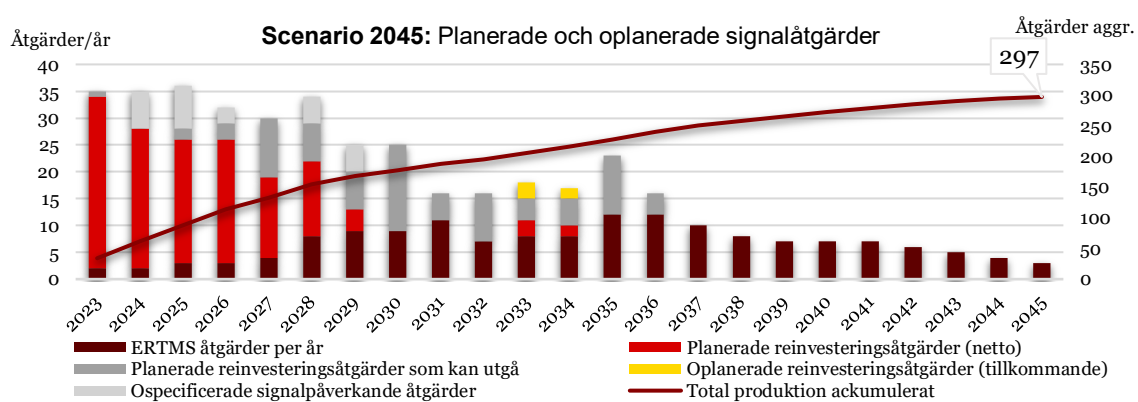
Figur 21. Karta över ERTMS utbredning år 2036 vid senareläggning.



Figur 22. Karta över ERTMS utbredning år 2040 vid senareläggning.



Figur 23. Produktionsomfattning avseende färdigställande av styrområde med ERTMS per år.



Figur 24. Planerade och oplanerade signalåtgärder i ERTMS och Klass B-systemteknik vid en senareläggning.

Totalt omfattar det långsammare scenariot 227 stycken planerade reinvesteringsåtgärder och ATC-mellansteg i nuvarande signalanläggningens klass B-system, vilket är fem fler än huvudscenariot. Av dessa utgår cirka 85 stycken till följd av planeringsoptimering och samordning med andra projekt. De fem åtgärder som skiljer sig i det långsammare scenariot uppstår år 2033-2034 till följd av en utdragen införandeplan. Således blir konsekvensen att livcykelkritiska reläställverk inte hinner fasas ut i tid och behöver ersättas med annan klass B-systemteknik (ATC-mellansteg). Därtill finns ett 30-tal ospecificerade signalpåverkande åtgärder av exempelvis växelbyten och kontaktledningsupprustning som kan behöva hanteras.

6 Konsekvenser av ERTMS-införandet

I detta avsnitt beskrivs konsekvenserna av ERTMS-införandet på en allmän nivå samt med avseende på trafik, signalsystemets underhållsskuld och relaterade system.

6.1. Allmänt

ERTMS innebär inte bara ett införande av ny teknik utan påverkar även organisatoriska och individuella nivåer, för Trafikverket och dess verksamheter liksom för andra aktörer. Införandet av ERTMS kräver dialog och en förmåga att över organisatoriska gränser fatta medvetna beslut för att kunna driva de förändringar som följer av ERTMS-införandet.

Med införandet av ERTMS kommer också nya arbetssätt med en högre grad av automatisering för delar av det som idag är manuellt arbete. Till exempel förutsätter införandet av ERTMS att trafikledningen bedrivs genom fjärrstyrning. Ett tydligare systemperspektiv krävs för att få en funktionell järnväg, där olika intressen och aktörer kan koordineras. Det är särskilt aktuellt i samband med kommande förändringar och uppdateringar av systemen, med påverkan på fordon, planering av trafiken och själva framförandet.

Åtgärder som exempelvis kapacitetsutökning kommer att i högre utsträckning kunna ske via logik istället för som idag, med lokala förändringar i fysisk infrastruktur. Det förväntas leda till bättre styrning, snabbare utveckling av järnvägen med mindre påverkan på trafiken och omkringliggande miljöer. Det ger även möjlighet att mer effektivt kunna bygga vidare på det svenska järnvägsnätet till en lägre kostnad och med färre felkällor genom till exempel standardisering.

Införandet av ERTMS, som ett gemensamt trafikstyrningssystem för Europa, innebär även att beslutshierarkin förflyttas. Beslut som tidigare togs på myndighets- eller nationell nivå förflyttas till EU-nivå. Detta gäller till exempel vissa standarder, undantag, tekniska specifikationer för driftkompatibilitet eller godkännande av fordon. Uppgifter som tidigare gjorts av Transportstyrelsen kommer i delar utföras av den Europeiska järnvägsbyrån (ERA). På nationell nivå kommer införande, vidmakthållande och byggnation av nya signalsystem, utöver att påverka Trafikverkets verksamhetsområden, även att beröra myndigheter som Post- och telestyrelsen (PTS), Säkerhetspolisen (SÄPO) och Transportstyrelsen.

Med ERTMS-införandet flyttar delar av infrastrukturen från mark till fordonen och därmed rådgivningen från Trafikverket till aktörer på en oreglerad marknad. Enligt föreslagen införandeplan behöver ombordutrustning för ERTMS vara obligatorisk för att kunna trafikera Sveriges järnvägar från år 2029. Det då omledningsvägar som inte är utrustade med ERTMS inte går att garantera vid planerade och oplanerade störningar/åtgärder efter det. Den fysiska markinfrastrukturen är i dagsläget dyr och i delar svår att underhålla. Att i högre grad än idag låta vidmakthålla en logisk infrastruktur bidrar till att på sikt kunna minska den så kallade underhållsskulden.

En europeisk tågtrafik som enklare kan trafikera även det svenska järnvägsnätet bidrar till att möjliggöra en förflyttning av trafik från väg till järnväg, vilket i sin tur bedöms kunna bidra till målen i EU:s "Green deal", i vilken stipuleras att trafiken på järnväg till år 2050 ska ha fördubblats genom en överflyttning av transporter från väg till järnväg.

6.2. Påverkan på framkomligheten

Störst skillnad jämfört med dagens banarbetstryck förväntas ERTMS-införandet skapa på enkelspåriga sträckor. Det berör med andra ord främst järnvägsnätet norr om storstadstriangeln Stockholm – Göteborg – Malmö, samt nätet utanför de stora stambanorna i södra Sverige. Här kommer mängden trafikavbrott till följd av infrastrukturåtgärder att öka betydligt.

Tidplanen för ERTMS-införandet är koordinerad i förhållande till dess ingående aktiviteter. Den förutsätter dock även att alla övriga infrastrukturåtgärder också koordineras med ERTMS-införandet. Det för att rimliga omledningsmöjligheter av trafiken upprätthålls. Det kommer att ha stor påverkan på i vilken ordning övriga åtgärder kan genomföras, och är en särskild utmaning för Trafikverket. Ett exempel på en sådan utmaning är den utökade utbyttestakten för elkraftsanläggningar som redan påbörjats.

En generell ökning av underhålls- och investeringsåtgärder är planerad kommande år. Det gör att det även utan ERTMS-åtgärder sker en ökning av banarbetstrycket.

6.2.1. Skillnaden mellan scenarierna

Den stora skillnaden i trafikpåverkan mellan de tre föreslagna scenarierna bedöms vara att trafikavbrott och enkelspårsdrifter kommer att påverka trafiken på fler ställen samtidigt ju fler styrområden som kopplas in per år. Det förväntas få störst konsekvenser för långväga trafik.

Införandet av ERTMS alstrar ett omfattande behov av omplanering av tågens tidtabeller. Ju fler styrområden som kopplas in per år, desto mer komplicerad blir tidtabellsplaneringen.

Det kommer att krävas en mycket noggrann koordinering av alla infrastrukturåtgärder, för att järnvägstrafikens framkomlighet ska säkras under införandet. Om tidplanen ska hållas, måste ERTMS-inkopplingarna ske utpekade år, vilket begränsar utrymmet för övriga åtgärder.

I och med att införandeplanerna är lika fram till år 2029 bedöms skillnaden mellan de olika införandescenarierna märkas för trafiken först under första halvan av 2030-talet.

Ju högre införandetakt, desto svårare att resursmässigt klara omplaneringen av trafiken, större konsekvenser för den långväga trafiken, svårare att få plats med andra åtgärder under de år införandet pågår och högre risker för händelser med trafikpåverkan.

6.2.2. Banarbetspåverkan till följd av införandet

- Enkelspårsdrifter: Geografiskt utsträckta och veckolånga enkelspårsdrifter förväntas inträffa i betydligt fler antal än idag.
- Veckolånga trafikavbrott: Förväntas inträffa på dubbelspår fler gånger än idag och på enkelspår betydligt mer än idag.
- Trafikavbrott helg: På dubbelspår i nivå med idag och på enkelspår mer frekvent än idag.
- Kortare trafikavbrott under veckorna: På dubbelspår mycket sällsynt, som idag. På enkelspår på flera ställen i landet samtidigt, vilket är betydligt mer än idag.

Samtidigt genererar andra infrastrukturåtgärder längre trafikavbrott och enkelspårsdrifter i minst lika stor utsträckning som idag.

6.2.3. Sammanfattning trafikkonsekvenser

Om tidplanen för ERTMS införande ska hållas, kommer det att innebära begränsningar för när andra åtgärder i järnvägsanläggningen kan genomföras under åren 2026 – 2042. Grundprinciper för prioritering av åtgärderna måste upprättas för att säkra en ändamålsenlig koordinering.

Branschens samlade förmåga att planera om trafiken kommer att ställas inför stora prövningar. Ju snabbare takt i införandet, desto mer utmanande. Resursförsörjningen måste säkras.

På dubbelspåriga banor förväntas trafikpåverkan av ERTMS-införandet innebära ett något större banarbetstryck än dagens. Under inkopplingarna (10 % av den totala banarbetstiden för ERTMS-införandet) förväntas trycket vara mer intensivt, men bedöms kunna hanteras.

På enkelspåriga banor förväntas trafikpåverkan av ERTMS-införandet innebära ett betydligt större banarbetstryck än i dagsläget, framförallt på grund av de förberedande arbeten som krävs. Det kommer att belasta inte minst godstrafiken avsevärt i form av ökat planeringsarbete och mindre effektiva transporter.

Ju långsammare takt, desto rimligare situation för trafiken under genomförandet. Det eftersom att det långsammare alternativet ger en lägre påverkan på trafiken.

Bedömningen av trafikpåverkan förutsätter att:

- Trafikbestämmelser för järnväg (TTJ) tillåter tänkta inkopplingsstrategier som för närvarande analyseras i enlighet med CSM-RA (gemensamma säkerhetsmetoder för riskvärdering och riskbedömning).
- Arbetena kan genomföras på ett trafiksäkerhets- och arbetsmiljömässigt sätt.
- Samtliga infrastrukturåtgärder koordineras så att omledningsvägar inte stängs av.
- Resurser för omplaneringen av trafiken kan säkras.
- Påverkan från varje banarbete kan reduceras så att bedömd ökad mängd i antal inte resulterar i motsvarande ökning av trafikpåverkan.
- Branschen accepterar ett högre och tidvis mycket högre banarbetstryck än normalt under införandets tid.

6.3. Grad av påverkan på underhållsskuld

I detta avsnitt sammanfattas de tre olika scenariernas påverkan på signalanläggningens underhållsskuld i tabellformat (se tabell 5-7).

Objektstyp	Bortbyggd mängd av objektstypen vid investeringsplanens slut	Tidpunkt för cirka 50 % klart	Tidpunkt för cirka 75 % klart	Tidpunkt för 100 % klart
Ställverk 85	57 %	2032	3035	2040
Ställverk 65	Cirka 58 %	2033	2036	2041
Ställverk CST	0 %	2037	-	2038
LC-kritiska reläställverk	Cirka 50 %	2031	2038	2039
Hybridlinjeblock	Cirka 71 %	2031	2034	2036

Tabell 5. Grad av påverkan på underhållsskuld avseende signalanläggningar för huvudscenariot.

Objektstyp	Bortbyggd mängd av objektstypen vid investeringsplanens slut	Tidpunkt för ca. 50 % klart	Tidpunkt för ca. 75 % klart	Tidpunkt för 100 % klart
Ställverk 85	66 %	2032	2034	2038
Ställverk 65	Cirka 60 %	2032	2035	2037
Ställverk CST	0 %	2035	-	2036
LC-kritiska reläställverk	Cirka 50 %	2031	-	2034
Hybridlinjeblock	Cirka 75 %	2031	2033	36

Tabell 6. Grad av påverkan på underhållsskuld avseende signalanläggningar vid en tidigareläggning.

Objektstyp	Mängd kvar av objektstypen vid investeringsplanens slut	Tidpunkt för ca. 50 % klart	Tidpunkt för ca. 75 % klart	Tidpunkt för 100 % klart
Ställverk 85	57 %	2032	2035	2042
Ställverk 65	Cirka 58 %	2033	2037	2041
Ställverk CST	0 %	2037	-	2038
LC-kritiska reläställverk	Cirka 50 %	2031	2038	2041
Hybridlinjeblock	Cirka 71 %	2031	2034	2036

Tabell 7. Grad av påverkan på underhållsskuld avseende signalanläggningar vid en senareläggning.

6.4. Påverkan på delsystem

Påverkan på de delsystem i infrastrukturen som är kopplade till införandet av ERTMS är tids- och kostnadsmässigt desamma oavsett införandescenario. Åtgärderna i radiokommunikationssystemet (GSM-R och FRMCS) respektive uppgraderingen av optofibernet föräns också av andra skäl än införandet av ERTMS, där FRMCS är det radiokommunikationssystem som ersätter dagens GSM-R.

Åtgärder för fjärrstyrning (tågledningssystem) följer tidsmässigt respektive införandeplaner för ERTMS, men är kostnadsmässigt densamma oavsett scenario.

Kostnader för till exempel konvertering av fordon är inte medtagna i denna sammanställning. I en riskanalys⁷ som genomförts inom ramen för samarbetsorganet Stärkt branschsamverkan värderades grundinvesteringen i ombordutrustning för fordon att uppgå till cirka 7 miljarder kronor. I summan ingår inte kostnader för framtida uppdateringar och kostnader för produktionsbortfall.

⁷ Kommersiell riskanalys av ERTMS påverkan på branschaktörer och deras kunder av ERTMS-införandet i Sverige, Ramböll (2020)

Delsystem	Kostnader	Genomförande
GSM-Railway	760 miljoner kr	2022-2028
FRMCS	4,6 miljarder kr	2027-2031/2032
Opto 2.0	7 miljarder kr	2022-2033
Tågledningssystem (fjärrstyrning)	143 miljoner kr	2028-2042

Tabell 8. Påverkade delsystem.

7 Ekonomiska konsekvenser

Se bilaga 1 Kalkyl ERTMS avsnitt 2 Kostnadsberäkningar. I denna bilaga beskrivs potentiella effektiviseringar och de tre olika införandescenarierna för ERTMS ur ett kostnadsperspektiv.

7.1. Potentiella effektiviseringar

I detta avsnitt beskrivs orsaker till kostnadsökningar och åtgärder för kostnadsreduktion relaterade till införandet av ERTMS.

7.2. Orsaker till kostnadsökningar

Se bilaga 1 Kalkyl ERTMS avsnitt 1.1 Orsaker till kostnadsökningar. Där beskrivs skillnaden i kostnadsutveckling för ERTMS mellan nationell plan för transportinfrastruktur 2018 och kalkyl 2021.

7.3. Kostnadsreducerande åtgärder

På övergripande nivå agerar Trafikverket för att stärka central styrning, process och finansiering av alla delar i järnvägssystemet för hela livscykeln inklusive stråk och trafikpåverkande åtgärder (TPÅ). Vidare eftersträvas mer renodlade signalbeställningar och ökad stabilitet i tidplaner. Tid- och kostnadseffektivitet säkras i större omfattning genom att systematiskt införa nya versioner på ej påbörjade investeringar och därefter uppgradera. Även en översyn av tekniskt godkänt material (TGM) avseende produkter och ledtider för ändringar genomförs. Trafikverket bör även verka aktivt för större grad av standardisering inom EU och minska graden av anläggningsspecifika krav i Sverige. Utöver detta bör Trafikverket genomföra och vidareutveckla en upphandlingsstrategi för stärkt position mot projekteringsleverantörer samt även införa incitamentsprogram i avtal. Ytterligare ett initiativ är att införa stärkt projekt- och verksamhetsstyrning samt strikt ändringshantering och en ny organisation med tydligt ägarskap för tid, kostnad och innehåll (TKI) inom ERTMS-programmet. Se även bilaga 1 Kalkyl ERTMS avsnitt 1.2 Kostnadsreducerande åtgärder.

7.4. Tekniska förutsättningar

Som en del av ett effektivare införande av ERTMS genomförs ett arbete med att utveckla de tekniska förutsättningarna. En sådan utveckling kan ligga till grund för generella dispenser, förslag på effektivare tolkningar av existerande regelverk, uppdatering av existerande

regelverk eller nya tekniska lösningar. De fyra förslag som beskrivs är godkända för användning i en uppdaterad kalkyl för ERTMS-införandet. Förutom kompositkanalisation kan de även betraktas som tillgängliga för projektering. De fyra förslagen kan ses som lågt hängande frukter och bedöms ge några enstaka procents besparing. Det bedöms dock finnas betydande besparingspotential i en fortsatt utveckling av de tekniska förutsättningarna.

Tvärkanalisation berör ett antal funktioner kring spårledningar, optofiber och kraftförsörjning i olika kombinationer. Möjliga lösningar påverkas även av olika konfigurationer kopplat till om det är på en driftplats eller ute på spår, om det är enkelspår eller dubbelspår samt placering av teknikhus och spårledningsupptag. En kritisk aspekt kring tvärkanalisation är kopplingen till gemensam planering för bra kapacitetsutnyttjande, där ett omfattande ingrepp i banvallen både tar lång tid att utföra och kräver hastighetsnedsättningar under lång tid efter återställning för att banunderbyggnadens stabilitet ska säkerställas.

Viktiga krav kopplat till brunnar och kanalisation i ett underhållsperspektiv är robusthet mot skador och åldring, skydd av kablage samt möjlighet till utbyte av skadad kanalisation endast på skadade sektioner så att ny kanalisation är kompatibel med gammal kanalisation över livscykeln. Lock till kanalisation måste vara funktionellt kompatibla mellan olika delar av anläggningen och mellan generationer eftersom kanalisationen är en infrastruktur som har bland de längsta livslängderna i vårt järnvägssystem. Alternativa material till betong kan ge fördelar både med avseende på miljöavtryck och att det ger nya förutsättningar för produktion som kan skapa möjligheter till kostnadsreduktioner. Det kan finnas förutsättningar för bra lösningar med kompositmaterial i brunnar och kanalisation om leverantörer och entreprenörer går samman och satsar på detta.

Som fundament till teknikhus och linjekiosker tillåts markskruv. Typ, kvalitet och konfiguration av markskruv samt byggmetoder utvecklas i samarbete mellan projekt, regelverksansvarig och branschen.

I dagens ERTMS-lösning avseende linjekiosker för anslutning av spårledningsupptag på Malmbanan placeras teknikhus med utdelningsskåp vid varje spårledningsskarv. Det leder till en mycket hög anläggnings- och underhållskostnad. Utredningar har värderat två alternativa tekniska lösningar. En lösning baseras på anpassning av ett inköpt, säkerhetsklassat optomodem och en enklare lösning som är ställverksleverantörsspecifik.

8 Riskområden

I samband med framtagande av införandescenarier för ERTMS har en riskbedömning genomförts genom litteratur- och dokumentstudier samt intervjuer och workshops. Riskbedömningen har genomförts inom Trafikverket och externt i samverkan med branschen samt med ett antal infrastrukturförvaltare i andra länder. Totalt identifierades 117 risker, varav 43 förädlade risker analyserades med avseende på sannolikhet och konsekvens samt förslag på ansvariga för fortsatt hantering. Av dessa risker värderades 16 som mycket höga, varav dessa är beskrivna i fem riskområden nedan. Urvalet är dock inte en uttömmande beskrivning för alla risker kopplat till ERTMS-införandet.

8.1.1. Kostnadsberäkningar

Samtliga införandescenarier utgår från att effektiviseringar i fråga om tekniska förutsättningar och genomföranden kan göras (se Ekonomiska konsekvenser). Dessa baseras på erfarenheter av hittills genomförda införanden och är resultat av interna analyser. Organisationen kring planering, beställning och uppföljning av införandet av ERTMS har stärkts och en riskreserv ingår i kalkylerna. Kostnadsberäkningarna förutsätter emellertid att bedömda effektiviseringar kan genomföras eller att kalkylerad riskreserv är tillräcklig för att hantera eventuella uteblivna hemtagningar.

8.1.2. Finansiering

Flera transportföretag och särskilt godstransportföretag har idag svårt att ekonomiskt motivera och finansiera den utrustning som ERTMS kräver. Idag finns det en möjlighet att söka bidrag ur europeiska CEF-fonden (Connecting Europe Facility) och Trafikverket har åtagit sig att koordinera sådana ansökningar. Det finns dock ingen garanti att ansökan om bidrag beviljas och beviljade belopp kan vara reducerade. Det riskerar därmed att nödvändiga åtgärder uteblir, vilket i sin tur innebär att statens åtagande att införa ERTMS försåras. Införandet av ERTMS medför även att viss funktionalitet som idag finns i infrastrukturen överförs till fordon. Denna överflyttning kommer att öka i omfattning vid vidareutveckling av ERTMS, men även relaterade teknikutvecklingar.

Ur perspektivet att säkra ett införande av ERTMS i Sverige med fortsatt hög andel järnvägstransporter tyder ovanstående på att den nuvarande hanteringen är otillräcklig. Den principiella frågan om finansiering av ombordutrustning skulle vinna på att lösas på kort sikt, men i än högre grad även för att säkra framtida teknikutveckling och det svenska järnvägssystemets funktionalitet och konkurrenskraft i ett europeiskt perspektiv. En utebliven medfinansiering (eller motsvarande lösning) kan komma att antingen medföra strukturrationalisering inom branschen där mindre aktörer ser sig tvingade att avveckla verksamheten eller ett järnvägssystem som inte fullt ut tar tillvara den digitala utvecklingens möjligheter.

8.1.3. Anslutning till bibanor

Anslutningen till bibanor har inte tagits i beaktande fullt ut vid tidigare införandeplaner. Det är på grund av oklar ansvarsfördelning, tidigare principbeslut om att alla fordon som trafikerar anläggning med ERTMS ska ha ETCS-ombordutrustning samt nuvarande regelverk för växling. Det finns dock ett stort antal fordon på terminaler och godsbangårdar samt arbetsfordon som är nödvändiga för järnvägssystemets funktion, men vars materiella värden understiger kostnaden för en fordonskonvertering. Riskens ansluter till den finansieringsfråga som beskrivs ovan. Det kan i förlängningen påverka järnvägens

attraktionskraft som transportslag för de av landets industrier som ligger i anslutning till sådan bibana.

8.1.4. Ägarskap och mandat

En vidareutveckling av ERTMS är nödvändig för att Trafikverket ska kunna införa nya tekniska specifikationer för driftskompatibilitet och realisera den aktuella införandeplanen. Vidareutveckling är också nödvändig för att sänka de framtida vidmakthållandekostnaderna för ERTMS. Dock finns det osäkerheter kring ägarskap och mandat i fråga om beslut relaterade till implementering av olika versioner och av standarder för system på både europeisk och nationell nivå samt för infrastruktur och fordon. Det riskerar att medföra ett svårhanterligt och kostsamt införande av system samt avvikelser i funktionalitet och implementering av system. Löpande modifiering av system riskerar att driva kostnader för Trafikverket som infrastrukturförvaltare samt för operatörer och fordonsägare. Förväntade produktionsförbättringar och kostnadsbesparingar kan då utebli.

8.1.5. Resurser

I en situation då flera länder och förvaltningar samtidigt ska införa nya system och har införandeplaner som sträcker sig över flera årtionden är det viktigt att behovet av resurser tillgodoses. Samtidigt bör hushållning ske med tillgängliga resurser på leverantörssidan för att inte skapa kompetensgap. Det gäller systemleverantörs- och implementeringsresurser samt verkstäder som utför installation av ombordutrustning. Det går till exempel att välja mellan att upphandla flera leverantörer, för att på det sättet åstadkomma en bibehållen konkurrens på marknaden, och en systemleverantör för att en fullt ut dedikerad leverantör. Samtidigt krävs det att en samordning och konkurrens om kritiska resurser mellan olika upphandlande förvaltningar beaktas. Planering och livscykelhantering av system för att undvika fördyringar och förseningar av införandet behöver ske i dialog med andra beställare samt leverantörer och operatörer för att säkerställa tillgången på resurser.

8.1.6. Teknik och säkerhet

Kring teknik och säkerhet finns risker kopplat till införandet av ny teknik med hjälp av en marknad bestående av ett fåtal leverantörer, med risk för osunda prisbilder. En ytterligare risk kopplat till teknik rör uppdatering av den existerande tekniken där det även i dagsläget råder en reservdelsbrist som kan driva kostnader för temporära system under en lång införandeperiod. Utöver detta bidrar aktuell brist på halvledare till en osäkerhet kring de tekniksprång som behöver göras och riskerar att skapa en fördyring kring införandet av nya system.

9 Diskussion och slutsatser

Signalanläggningen i den svenska järnvägsinfrastrukturen är i behov av reinvestering. Det finns även behov av att standardisera och modernisera den för att effektivisera dess förvaltning samt möjliggöra en mer effektiv och robust tågtrafik. En stor del av Trafikverkets signalsystem måste bytas ut inom 20 år till följd av uppnådd teknisk livslängd. I dagsläget har 10 % av ställverken nått sin tekniska livslängd och redan till år 2026 kommer en betydande del av den övriga signalanläggningen att ha passerat sin tekniska livslängd. En omfattande reinvestering är därför nödvändig för att minst bibehålla dagens kapacitet och tillgänglighet i järnvägssystemet samt säkra tillgången på viktiga komponenter. Reinvesteringen är också nödvändig för att vidmakthålla och fortsatt säkra tillgången på kompetenser, som i annat fall riskerar att välja mer expansiva arbetsmarknader.

Sverige har åtagit sig att följa EU:s krav genom att signalanläggningar som inte medger interoperabilitet successivt ska fasas ut. När det gamla signalsystemet ersätts sker det därför samordnat med införandet av ERTMS, som är en europeisk standard för tågskyddssystem (European Rail Traffic Management System). EU:s vision med ERTMS är att minska järnvägens konkurrensnackdelar, i form av bristande driftskompatibilitet och interoperabilitet, gentemot andra trafikslag. Med en gemensam standard för den europeiska järnvägen förenklas trafiken över gränserna och ett gemensamt tågskyddssystem är ett steg på vägen mot denna vision. I förordningen för det transeuropeiska transportnätet (TEN-T) har länderna i Europa med vissa förbehåll åtagit sig att införa ERTMS på stamnätet senast år 2030. Enligt kommissionens förordning (EU) 2016/919 om teknisk specifikation för driftskompatibilitet (TSD) avseende delsystemen trafikstyrning och signalering ska medlemsstaterna upprätta en nationell plan för genomförandet av TSD. Trafikverket överlämnade sitt förslag till genomförandeplan till regeringen i juni 2017.

Förslaget till uppdaterade tidplanen för införandet av ERTMS i Sverige baseras bland annat på hanteringen av nya styrområden som uppstår när antalet ställverk i signalanläggningen minskas från dagens 750 till ungefär 160. Ordningsföljden och takten på införandet av nya styrområden baseras på flera faktorer. En faktor är EU-krav på införandet av ERTMS på stamnät (2030) samt övrigt nät (2050). Som en följd av ett annat EU-beslut och skärpta krav i Tyskland ökar användningen av godsvagnar utrustade med bromsar i kompositmaterial i Sverige. Det har identifierats ett antal risker kopplade till användningen av sådana bromsblock under nordiska vinterförhållanden. För att hantera dessa risker finns bland annat rekommendationer om att under sådana förhållanden framföra godståg i lägre hastighet, något som får negativ påverkan på såväl punktlighet som kapacitet i järnvägssystemet. ERTMS hanterar denna kapacitetspåverkan bättre än det nuvarande tågskyddssystemet ATC. Därför prioriteras styrområden i de norra delarna av Sverige. Det är även i linje med tågforetagens önskemål om att införa ERTMS från norr till söder. För att kunna vidmakthålla ATC-anläggningen med hjälp av återanvända komponenter från styrområden där ERTMS införts, måste dock även styrområden i södra Sverige och utanför stamnätet prioriteras.

Styrområdenas inbördes geografiska placering är ytterligare en faktor för att bland annat undvika öar av styrområden med avvikande trafikeringssystem (till exempel system E2 för ERTMS) med större omgivande områden med andra trafikeringssystem (exempelvis system H för ATC). Ur ett trafiksäkerhetsperspektiv bedöms ERTMS-öar (som uppstår i inledningen av ERTMS-införandet) vara mindre kritiska än ATC-öar (som uppstår i slutet av ERTMS-införandet).

Införandet av ERTMS får inte leda till alltför stora inskränkningar av järnvägens tillgänglighet under byggskedet eller mellan olika byggetapper. Ur ett kapacitetsperspektiv beaktar således ordningen och takten på införandet av nya styrområden även framkomlighet, nya eller befintliga omledningsvägar samt effekter av andra planerade kapacitetsinskränkande investerings- och underhållsåtgärder. Trafikverket bedömer att fordon efter år 2029 måste vara utrustade med ERTMS ombordutrustning för att kunna trafikera den järnvägsinfrastruktur som Trafikverket förvaltar utan att inverka på framkomligheten. En tydlig och fastställd införandeplan för ERTMS efterfrågas av järnvägsföretagen, för att dessa ska hinna vidta de åtgärder som krävs för att fortsatt bedriva tågtrafik.

Trafikverkets kostnadsberäkningar av införandet av ERTMS i svensk järnväg omfattar endast införande i signalsystemets markanläggning. Genomförda kostnadsberäkningar baseras på nya arbetssätt och tekniklösningar. Maximal kostnadseffektivitet med totala procents reduktion från dagens nivå uppnås år 2028 och får effekt på alla styrområden som tas i bruk från år 2032 och framåt. Genomförda förändringar av tekniska regelverk ingår och beräknas ge några enstaka procents kostnadsreduktion.

Det finns två huvudsakliga alternativ till införandet av ERTMS. Det ena alternativet är att fortsätta med ATC och det andra är att utveckla ett nytt nationellt tågskyddssystem. Inget av dessa två alternativ bedöms vara realistiska. Att bibehålla och reinvestera i ATC är inte kostnadseffektivt, det gäller både ur ett investerings- eller underhållsperspektiv, men framförallt ur ett framtidsperspektiv. Redan i dagsläget är det billigare att bygga med ERTMS än med ATC och denna skillnad kommer troligtvis att öka med tiden. En anledning till detta är att ERTMS har färre komponenter i anläggningen än vad ATC har, vilket bidrar till att ERTMS har lägre förvaltningskostnader. Därmed genererar ERTMS även lägre livscykelkostnader än ATC ur ett infrastrukturperspektiv. Samtidigt finns det en underhållsskuld i järnvägsinfrastrukturen där befintlig signalanläggning måste bytas ut. I och med att ERTMS måste införas förr eller senare kan en reinvestering med ATC istället för med ERTMS bli avsevärt dyrare. Ett utdraget införande av ERTMS blir således dyrare ur ett livscykelkostnadsperspektiv för signalsystemet, även om ERTMS förväntas bli allt billigare över tid. Den kvarvarande ATC-anläggningen måste underhållas en längre tid till en högre kostnad och ett antal fördyrande ATC-mellansteg måste användas för att möta reinvesteringsbehovet. Samtidigt minskar signalanläggningens robusthet och risken för trafikstörningar ökar eftersom det är en ökande brist på både komponenter och kompetenser relaterade till ATC.

En annan nackdel med att senarelägga införandet av ERTMS är att möjligheten till förbättrade förutsättningar för många andra åtgärder i anläggningen går förlorad, till exempel avseende kapacitetsökning. Samtidigt blir det mindre möjligheter att genomföra nya åtgärder i kommande nationella planer för transportinfrastrukturen, eftersom ERTMS-relaterade åtgärder som ersatts med kostsamma ATC-mellansteg under innevarande nationella plan endast skjutits på framtiden. Dock måste de genomföras förr eller senare för att erhålla författningsefterlevnad och för att minska underhållsskulden. Vissa planerade åtgärder får enligt lagkrav endast genomföras med ERTMS och ett utdraget införande skulle bidra till fler ERTMS-öar under en längre tid. Kortsiktigt är det för järnvägsföretag med endast nationell trafik ekonomiskt fördelaktigt att fortsätta med ATC. För järnvägsföretag med gränsöverskridande trafik är det ogynnsamt då dessa fordon måste utrustas med både ERTMS och ATC.

ATC-systemet kommer med sin begränsade funktionalitet och utvecklingspotential inte att ge stöd åt flera av de smarta digitala lösningar som idag växer fram i allt snabbare takt. Det

beror på att dagens mjukvara inte medger funktioner som är förväntade att behövas i framtidens signalsystem. På sikt kommer det att innebära ökade kostnader för att hålla järnvägssystemet konkurrenskraftigt gentemot andra trafikslag.

Samtidigt kommer vissa delar av järnvägssystemet att nå gränserna för det kapacitetsuttag som är möjligt med ett signalsystem som ATC. Enligt gällande regelverk för ATC är största tillåtna hastighet 200 km/h, vilket gör att kapacitetshöjande åtgärder i befintlig anläggning som baseras på högre hastigheter än denna inte är möjlig, till exempel på Västkustbanan och Botniabanen. Nya banor med högre hastighet än 200 km/h är inte heller möjliga att bygga med ATC.

I och med det tekniska, geografiska och tidsmässiga beroendet mellan olika system i infrastrukturen och fordon är det viktigt med en långsiktighet och stabilitet i planeringen för ERTMS. Det är också viktigt då flera av järnvägssystemets aktörer har långa ledtider samt att stora investeringar och resursbehov i samband med införandet av ERTMS måste samordnas. Ett exempel är fiber (Opto 2.0) där det finns ett behov att både ersätta befintlig fiber som passerat sin tekniska livslängd och att utöka den nuvarande omfattningen. Ett annat exempel är radionätet (GSM-R) som måste kompletteras och vara på plats samt även förberedas inför en framtida konvertering till FRMCS. Det är även nödvändigt att införa fjärrstyrning på järnvägsnätets delar med lokal styrning innan en konvertering till ERTMS är möjlig. Utöver dessa tekniska system är finansieringen av en vidareutveckling av ERTMS nödvändig för att Trafikverket ska kunna ta steget till nya TSD:er och realisera den föreslagna införandeplanen. Vidareutvecklingen är också nödvändig för att sänka de framtida vidmakthållandekostnaderna för ERTMS.

Fordonskonvertering är också en förutsättning för järnvägssystemets funktion och konkurrenskraft i och med införandet av ERTMS. Många transportföretag och särskilt godstransportföretag har idag svårt att ekonomiskt motivera och finansiera prototyper och serieinstallationer av den utrustning som ERTMS kräver. Det finns en möjlighet att söka EU-bidrag (CEF, Connecting Europe Facility) för bland annat detta syfte, och Trafikverket har åtagit sig att koordinera sådana ansökningar. Det finns dock ingen garanti för att EU beviljar bidrag. Ansökta belopp kan också reduceras och då riskerar åtgärden att utebli. Det innebär att genomförandet av statens åtagande att införa ERTMS försvåras. Trafikverket föreslår därför återigen att få i uppdrag av regeringen att utreda om det är möjligt för staten att medfinansiera ombordutrustning för ERTMS.

Ytterligare ett motiv till statlig medfinansiering av ombordutrustning är att införandet av ERTMS medför att funktionalitet överförs från infrastruktur till fordon. Denna överflyttning kommer även att öka i omfattning vid vidareutveckling av ERTMS, men även relaterade teknikutvecklingar (till exempel från nuvarande GSM-R till FRMCS, Future Railway Mobile Communication System). Vidare finns det ett stort antal fordon på terminaler och godsbangårdar samt arbetsfordon som är nödvändiga för järnvägssystemets funktion, men som har materiella värden som understiger kostnaden för en fordonskonvertering.

Ovanstående beskrivning tyder på att den nuvarande hanteringen av finansiering för fordonskonvertering är otillräcklig och att den principiella frågan om statlig medfinansiering av ombordutrustning måste lösas på kort sikt, men i än högre grad även för att säkra framtida teknikutveckling och det svenska järnvägssystemets funktionalitet och konkurrenskraft i ett europeiskt perspektiv. En utebliven medfinansiering (eller motsvarande lösning) medför antingen en strukturrationalisering inom branschen med utslagning av mindre aktörer eller ett järnvägssystem som inte fullt ut tar tillvara den digitala utvecklingens möjligheter.

Införandet av ERTMS ska vara genomfört i Europa på stomnätet år 2030 och övrigt nät år 2050. Enligt de senaste införandeplanerna skiljer sig tidpunkterna för införande åt mellan olika länder. Danmark avser att införa ERTMS i den västra delen år 2027 och på hela järnvägsnätet till år 2030. Norge planerar att införa ERTMS på sitt stomnät till år 2025 och hela nätet till år 2034. Finland planerar att stomnätet ska vara utrustat med ERTMS till år 2035 och hela nätet till år 2040. Italien och Österrike planerar att införa ERTMS på stomnätet till år 2030, där Italien planerar att ha infört ERTMS på hela järnvägsnätet till år 2036. Tyskland planerar att införa ERTMS på strax över 40 % av stomnätet till år 2030, med möjlighet att trafikera mellan Danmark och Österrike. Införandet på hela det tyska stomnätet är planerat till år 2035. Nederländerna inför ERTMS i etapper där hela järnvägssektorn stegvis går över till det nya systemet. Fram till år 2031 kommer Nederländerna att utbilda fler än 15 000 personer, den rullande materielen kommer att konverteras samt sju spåravsnitt och de norra banorna kommer att få ERTMS. Från år 2050 kommer ERTMS att vara standardsäkerhetssystemet i hela Nederländerna. Enligt motsvarande version av planer anger Sverige att ERTMS ska vara infört på hela stomnätet till år 2035. Dock kommer dessa planer att uppdateras under år 2022 och i Sveriges fall är införandet på stomnätet enligt huvudförslag redovisat i denna rapport senarelagt till år 2040 och hela nätet efter det. Även om Sverige och grannländerna samordnar sitt införande av ERTMS vid gränsovergångarna planerar Norge och Danmark att vara färdiga tidigare på nationell nivå. Det visar sammanfattningsvis att Sverige varken är först eller sist med införandet av ERTMS. Det kan också noteras att många ser införandet av ERTMS som ett paradigmskifte i den digitala transformeringen av järnvägen och förutsättningsskapande för att ta tillvara digitaliseringens möjligheter

10 Referenslista

Europaparlamentets och rådets förordning (EU) nr 1315/2013 av den 11 december 2013 om unionens riktlinjer för utbyggnad av det transeuropeiska transportnätet och om upphävande av beslut nr 661/20210/EU. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2013/1315/oj>

Riksrevisionen 2018:21. Nytt signalsystem för järnvägen – effektiviteten i införandet av ERTMS. <https://www.riksrevisionen.se/rapporter/granskningsrapporter/2018/nytt-signalsystem-for-jarnvagen---effektiviteten-i-inforandet-av-ertms.html>

Kommissionens förordning (EU) 2016/919 av den 27 maj 2016 om teknisk specifikation för driftskompatibilitet avseende delsystemen Trafikstyrning och signalering i järnvägssystemet i Europeiska unionen. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/919/oj>

Kommissionens genomförandeförordning (EU) 2019/774 av den 16 maj 2019 om ändring av förordning (EU) nr 1307/2014 vad gäller tillämpningen av den tekniska specifikationen för driftskompatibilitet avseende delsystemet ”Rullande material – buller” på befintliga godsvagnar. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2019/774/oj

Ramböll (2020). Kommersiell riskanalys av ERTMS påverkan på branschaktörer och deras kunder av ERTMS-införandet i Sverige. <https://www.trafikverket.se/contentassets/96fdf487d12d4a1fb19db543bac62ea7/kommersiell-riskanalys-for-ertms-inforande-delrapport-fas-2.pdf>

Bilaga 1 Kalkyl ERTMS

Analys och kvalitetssäkring av införandet av ERTMS i det svenska järnvägssystemet
Ärendenummer: TRV 2021/42663

Bilaga 1 Kalkyl ERTMS

I denna bilaga beskrivs potentiella effektiviseringar och de tre olika införandescenarierna för ERTMS ur ett kostnadsperspektiv. En mer detaljerad redogörelse av skillnaderna mellan scenarierna i tid och innehåll återfinns i huvudrapporten och kan relateras till kostnaderna.

1 Potentiella effektiviseringar

I detta avsnitt beskrivs orsaker till kostnadsökningar och åtgärder för kostnadsreduktion relaterade till införandet av ERTMS.

1.1. Orsaker till kostnadsökningar

Kostnadsutveckling för ERTMS mellan nationell plan för transportinfrastruktur 2018 och kalkyl 2021 beror huvudsakligen på förändringar i förutsättningar och behov relaterade till tekniska lösningar.

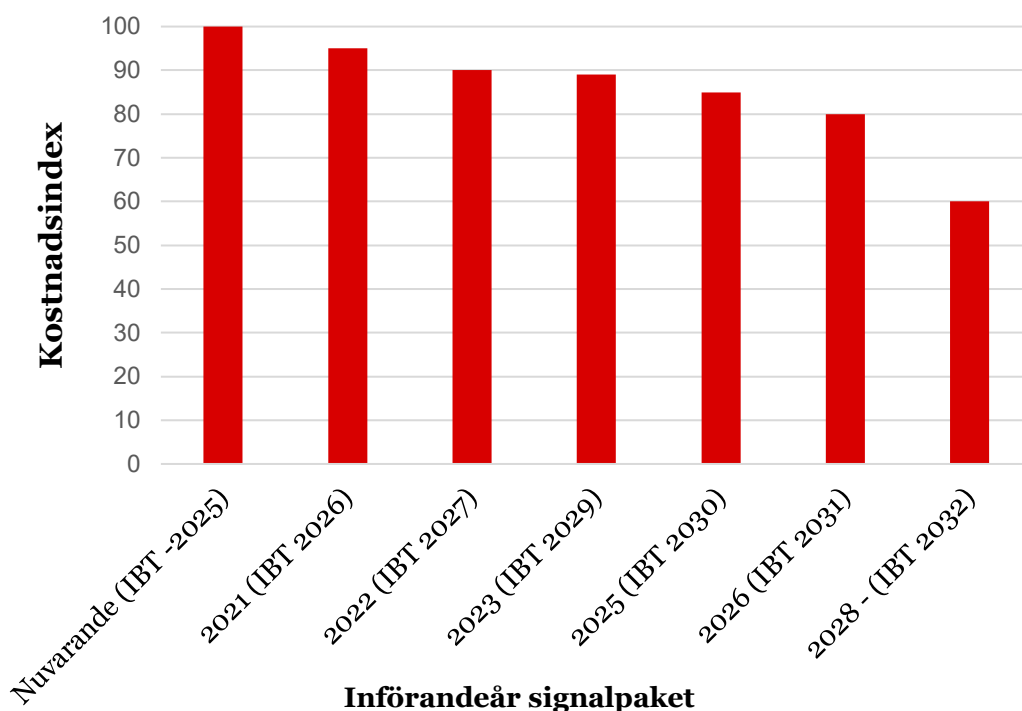
Idag finns bättre förutsättningar för mer exakta beräkningar för införandet av ERTMS. Bland annat utifrån erfarenheter från införandet på Malmbanan, som visade sig bli dyrare än beräknat. Till exempel var behovet av teknikhus längs linjen för spårledningsupptagen och de associerade kostnaderna inte identifierade år 2018. En annan stor kostnadsökning beror på att andelen komponenter som kan återanvändas från befintlig anläggning visade sig bli betydligt lägre än förväntat på grund av dess dåliga tekniska tillstånd. Utöver detta kan större kostnadsökningar härledas till ERTMS-projektens förutsättningar, organisation och genomförande. Till exempel drivs kostnadsökningarna av många ändringar och speciellt ändringar i sena skeden. Ju senare en ändring görs av innehållet desto större påverkan får den på både projekttid och kostnad. Ändringarna orsakas av faktorer som långa ledder, oklara krav, parallell utveckling och implementering, arbetssätt och tekniska lösningar samt omvärldsförändringar. Alternativ som utgår från att fortsätta som idag är därmed orealistiska.

1.2. Kostnadsreducerande åtgärder

En viktig del i förbättringsarbetet är att upprätta en färdplan för förbättringar i ett antal tydliga signalpaket. Dessa signalpaket införs i arbetet successivt vid angivna årtal (se figur 1). Ett signalpaket omfattar metoder, verktyg och tekniklösningar. Kostnadseffektiviteten med signalpaket bedöms öka successivt. En maximal nivå på 40 % kostnadsreduktion bedöms att uppnås år 2028 och får effekt på alla styrområden med ibruktagning från och med år 2032. Hittills identifierade tekniska förutsättningar ingår och har beräknats ge cirka 4 % kostnadsreduktion.

Bilaga 1 Kalkyl ERTMS

Analys och kvalitetssäkring av införandet av ERTMS i det svenska järnvägssystemet
Ärendenummer: TRV 2021/42663



Figur 25. Kostnadsindex (%) och införandeår samt ibruktagnig (IBT) för signalpaket.

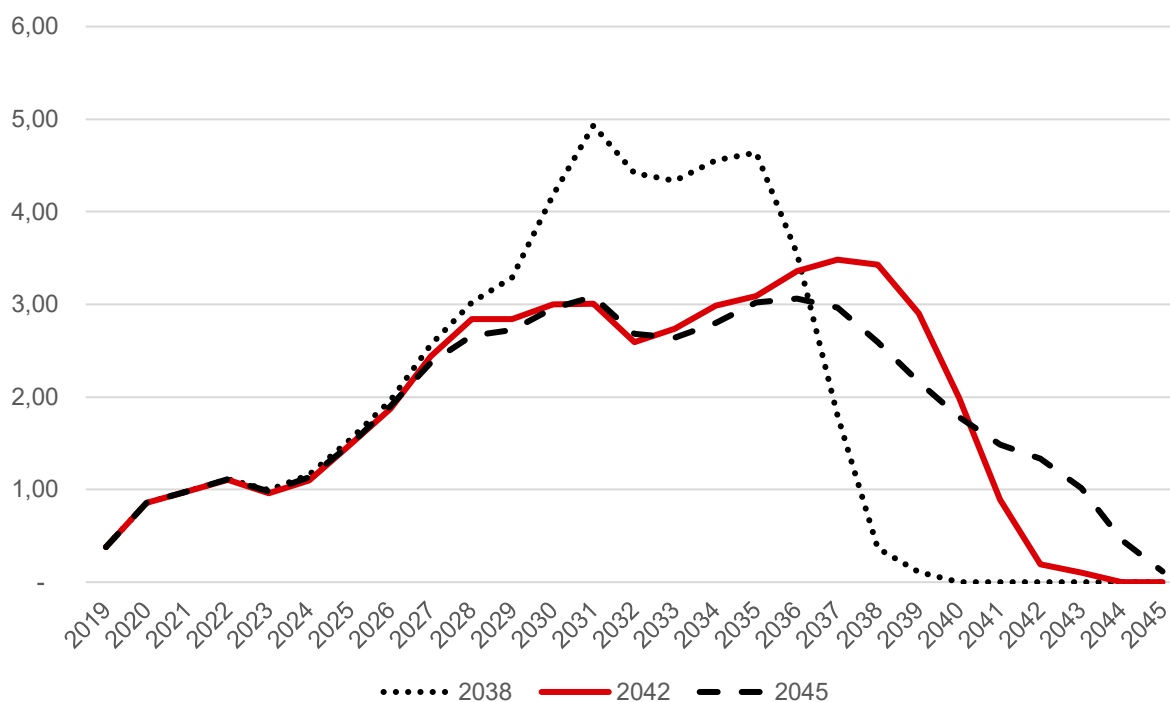
2 Införandescenarier

Den totala kostanden för införandet av ERTMS i befintlig anläggning hamnar på 51 miljarder kronor oavsett scenario. Av dessa har medel om cirka 2,5 miljarder kronor förbrukats i samband med införandet av ERTMS under innevarande och tidigare planperioder. Utöver det finns ett tjugotal större ombyggnadsåtgärder med en total budget på 5,6 miljarder kronor i förslaget på nationell plan för transportinfrastrukturen 2022-2033, där införandet av ERTMS ingår som en del.

Figur 2 visar kostnadsberäkningar för införandet av ERTMS i befintlig anläggning enligt Trafikverkets huvudscenario samt en senareläggning respektive en tidigareläggning av huvudscenariot. Utöver det tillkommer kostnader för radiosystem, optiskt fibernät, pågående och framtida utveckling av ERTMS, fjärrstyrning av banor som idag saknar sådan samt ERTMS-införande i samband med större ombyggnadsprojekt i infrastrukturen.

Bilaga 1 Kalkyl ERTMS

Analys och kvalitetssäkring av införandet av ERTMS i det svenska järnvägssystemet
Ärendenummer: TRV 2021/42663



Figur 26. Kostnader för införandet av ERTMS enligt tre scenarier. Kostnader anges i miljarder kronor.

2.1. Kostnadsberäkningar för huvudscenariot

Den totala framtida kostnaden för ERTMS-införandet i huvudscenariot uppgår till 48 miljarder kronor från planperiodens start till införandets färdigställande år 2042 (se röd heldragen linje i figur 2).

Under planperioden 2022-2033 förbrukas medel om cirka 26 miljarder kronor med en årsförbrukning om 2 miljarder kronor (medelvärde). Under planperiodens inledande fyra år planeras för en kostnad om cirka 1 miljard kronor per år. Denna kostnad trappas därefter upp under åren 2026-2028 till en årsförbrukning på 3 miljarder kronor. Kostnaden förblir på samma nivå planperioden ut, för att sedan kring år 2040 börja trappas ned och för införandets sista år ligga på en årsförbrukning strax under 1 miljard kronor (se röd heldragen linje i figur 2).

2.2. Kostnadsberäkning för en senareläggning

Den totala framtida kostnaden för ERTMS-införandet i ett långsamt scenario uppgår till 49 miljarder kronor från planperiodens start till införandets färdigställande år 2045 (se svart streckad linje in figur 2).

Under planperioden 2022-2033 förbrukas medel om cirka 26 miljarder kronor med en årsförbrukning om 2 miljarder kronor (medelvärde). Under planperiodens inledande fyra år planeras för en kostnad om cirka 1 miljard kronor per år. Denna kostnad trappas därefter upp under åren 2026-2028 till en årsförbrukning på 3 miljarder kronor. Kostnaden förblir på samma nivå planperioden ut, för att sedan kring år 2039 börja trappas ned och för

Bilaga 1 Kalkyl ERTMS

Analys och kvalitetssäkring av införandet av ERTMS i det svenska järnvägssystemet
Ärendenummer: TRV 2021/42663

införandets sista år ligga på en årsförbrukning under 1 miljard kronor (se svart streckad linje i figur 2).

2.3. Kostnadsberäkning för en tidigareläggning

Den totala framtida kostnaden för ERTMS-införandet i ett snabbt scenario uppgår till 49 miljarder kronor från planperiodens start till införandets färdigställande år 2038 (se svart prickad linje i figur 2).

Under planperioden 2022-2033 förbrukas medel om cirka 34 miljarder kronor med en årsförbrukning om 3 miljarder kronor (medelvärde). Under planperiodens inledande fyra år planeras för en kostnad om cirka 1 miljard per år. Denna kostnad trappas därefter upp under åren 2026-2027 till en årsförbrukning på 3 miljarder kronor. Kostnaden förblir på samma nivå till och med år 2029 varefter ännu en upptrappning sker kring år 2030 där kostnaderna når cirka 4 miljarder i årsförbrukning. Denna nivå bibehålls planperioden ut med undantag för år 2031 där kostnaden kulminerar kring cirka 5 miljarder i årsförbrukning. Efter planperioden, år 2034-2035, kommer ännu en topp med en årsförbrukning på 5 miljarder varefter kostnaderna från år 2036 börjar trappa ner för att under införandets sista två år ligga på en nivå under 1 miljard (se svart prickad linje i figur 2).

Trafikverket: 781 89 Borlänge.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 020-600 650

trafikverket.se