

TILL RIKSDAGEN

BESLUTAD: 2018-06-27

DNR: 3.1.1-2017-0886

RIR 2018:21

Härmed överlämnas enligt 9 § lagen (2002:1022) om revision av statlig verksamhet m.m. följande granskningsrapport:

Nytt signalsystem för järnvägen

– effektiviteten i införandet av ERTMS

Riksrevisionen har granskat införandet av det nya signalsystemet ERTMS. Resultatet av granskningen redovisas i denna granskningsrapport. Den innehåller slutsatser och rekommendationer som avser regeringen och Trafikverket.

Riksrevisor Ingvar Mattson har beslutat i detta ärende. Revisor Erik Trollius har varit föredragande. Revisor Vanessa Liu, revisionsledare Sherzod Yarmukhamedov och tillförordnad enhetschef Martin Hill har medverkat i den slutliga handläggningen.

Ingvar Mattson

Erik Trollius

För kännedom:

Regeringskansliet; Näringsdepartementet
Trafikverket

NYTT SIGNALSYSTEM FÖR JÄRNVÄGEN – EFFEKTIVITETEN I INFÖRANDET AV ERTMS

Innehåll

Sammanfattning och rekommendationer	5
1 Inledning	11
1.1 Bakgrund och motiv till granskning	11
1.2 Frågeställningar och omfattning	12
1.3 Utgångspunkter	12
1.4 Bedömningsgrunder	13
1.5 Metod	16
2 Bakgrund	18
2.1 Signalsystemets roll i järnvägstrafiken	18
2.2 EU:s krav och tidsplan	19
2.3 Den nuvarande införandeplanen i Sverige	20
3 Trafikverkets underlag om kostnaderna för ERTMS	22
3.1 ERTMS-åtgärder i nationella transportplaner	22
3.2 Kostnader för utveckling av ERTMS-systemet	24
3.3 Kostnader för utrullning av ERTMS	29
4 Trafikverkets underlag om effekterna av ERTMS	36
4.1 Driftsäkerhet	36
4.2 Driftsproblem i den tidiga fasen	42
4.3 Kapacitet	44
4.4 Gränsöverskridande trafik	46
5 Planeringen av införandet	49
5.1 Reinvesteringsbehov i signalanläggningen	49
5.2 Operatörernas förutsättningar	57
5.3 Prövning av alternativa införandestrategier	61
Referenslista	66

NYTT SIGNALSYSTEM FÖR JÄRNVÄGEN – EFFEKTIVITETEN I INFÖRANDET AV ERTMS

Sammanfattning och rekommendationer

Riksrevisionen har granskat regeringens och Trafikverkets planering och införande av det EU-gemensamma signalsystemet för järnvägen ERTMS (European Rail Traffic Management System), som är ett led i att uppnå gränsöverskridande trafik på järnvägen inom unionen. Införandet av ERTMS ska samordnas med en reinvestering av den nuvarande föråldrade signalanläggningen. Riksdagen har beslutat att all reinvestering på järnvägen ska följa EU:s krav på driftskompatibilitet.

ERTMS har hittills införts på några pilotbanor i Sverige och stora delar av det svenska järnvägsnätet ska enligt EU:s tidsplan vara färdigutrustat med ERTMS senast 2030. Resterande delar av den svenska järnvägen är planerad att utrustas med ERTMS fram till 2035. Den uppskattade kostnaden för hela införandet av ERTMS inklusive reinvesteringarna är cirka 30 miljarder kronor.

Syfte och frågeställningar

Syftet med granskningen är att bedöma effektiviteten i planeringen och i införandet hittills av ERTMS i Sverige, givet de krav som ställs i svensk lagstiftning och EU-reglering. Granskningen utgår från tre revisionsfrågor.

1. Har Trafikverket tagit fram kostnadsuppskattningar av god kvalitet och främjat god resurshushållning?
2. Har Trafikverket kunnat redovisa vilka effekter ett införande av ERTMS kan förväntas leda till?
3. Säkerställer regeringens och Trafikverkets planering ett effektivt införande av ERTMS?

Granskningens resultat

Har Trafikverket tagit fram välgrundade kostnadsuppskattningar och främjat god resurshushållning?

Granskningen visar att Trafikverket och tidigare Banverket kraftigt underskattat kostnaden för att utveckla ett fungerande ERTMS-system som svarar mot EU:s specifikationer såväl som nationella krav. Att utveckla ett nytt signalsystem baserat på datoriserad teknik har visat sig vara mer resurskrävande än förväntat. I den nationella planen för transportsystemet 2010–2021 angavs en uppskattad kostnad på totalt 1,17 miljarder kronor för att utveckla ERTMS-systemet. Den kostnaden var kraftigt underskattad och har nästan tredubblats sedan dess på grund av

många justeringar, byte av baseline¹ och rättningar av systemet samt att utökad testkapacitet har införts. Riksrevisionen bedömer därför att kostnadsuppskattningarna för utvecklingen av systemet inte har varit välgrundade.

Sedan 2008 har ändrings- och tilläggsarbeten för systemutvecklingen beställts till ett värde av drygt 1,2 miljarder kronor. Priset för sådana ändringsarbeten regleras i det ramavtal som upprättats genom bland annat timkostnader för arbete, men arbetsmängden är rörlig. I praktiken innebär det att Trafikverket och leverantörerna har fått förhandla om priset när behov av ändringar har uppstått. Riksrevisionen ser en risk för att situationen har inneburit en svag förhandlingsposition för Trafikverket. Det finns en risk för att ytterligare kostnadsökningar kan uppstå i framtiden. Riksrevisionen anser att Trafikverket bör vidta åtgärder för att motverka en sådan utveckling, till exempel genom att utforma mjukvaruutvecklingen på ett sätt som minskar omfattningen på de delar som behöver genomgå nya godkännandeprocesser efter ändringar i mjukvaran.

De beräknade kostnaderna för att införa ERTMS på järnvägsnätet skiljer sig åt mellan de nationella transportplanerna från 2010, 2014 och 2018.² Två förklaringar till det är att omfattningen på åtgärderna har ändrats samtidigt som metoderna för att uppskatta kostnaderna har skiljt sig åt mellan planerna. Riksrevisionen ser positivt på att flera metoder har använts i planen 2018 för uppskattningen av kostnaden på Malmbanan, eftersom Malmbanan utgjort en utgångspunkt för resterande sträckor.

Riksrevisionen noterar dock att osäkerheten i beräkningarna har underskattats vid flera tidigare tillfällen. Den beräknade kostnaden för att införa ERTMS på stråket som benämns ScanMed Öst³ underskattades först med cirka 400 miljoner kronor i planen 2010 på grund av hur olika omvärldsfaktorer vägdes in i uppskattningen. Sedan visade det sig att kostnaden för samma sträcka hade underskattats med ytterligare 600 miljoner kronor i planen 2014 eftersom för små osäkerhetsspann användes i beräkningsmodellen.

I den senaste uppskattningen inför den nationella planen 2018–2029 har den totala kostnaden för införandet av ERTMS ändå sjunkit något. Den uppskattade kostnaden för Malmbanan och ScanMed Öst, som kommer tidigt i införandeplanen, har ökat. Men den ökningen motverkas av att den uppskattade kostnaden för övriga järnvägsnätet, som kommer sent i införandeplanen, har minskat. En anledning till detta är att Trafikverket har introducerat en arbetsmetod för att spara resurser genom så kallade läreffekter. Arbete genom en löpande band-princip ska kunna medföra effektiviseringar på de delar som

¹ Teknisk specifikation beslutad på EU-nivå.

² Samtliga kostnadsuppskattningar i denna rapport har justerats till prisnivån för planen 2018.

³ Sträckan ScanMed Öst överensstämmer i allt väsentligt med den sträcka som även kallas Korridor B, som går mellan Stockholm och Malmö, via Hallsberg och Norrköping (Södra stambanan ingår).

kommer senare i planen. Riksrevisionen ser positivt på att Trafikverket planerar för ett arbetssätt som kan hålla nere kostnader och öka produktiviteten. Samtidigt saknas underlag om var och hur effektiviseringen ska uppstå mer specifikt i ERTMS-utrullningen. Detta gör att kostnaden som redovisas i planen bygger på antaganden som inte är tillräckligt underbyggda och väl dokumenterade.

Har Trafikverket tagit fram de underlag som krävs för att visa på effekterna av ERTMS?

Trafikverket har genomfört analyser av driftsäkerheten genom att jämföra ERTMS-banorna Botniabanan, Ådalsbanan och Haparandabanan med banor på stornätet som har det befintliga signalsystemet ATC (Automatic Train Control) samt med det mindre urval av banor som har moderna ATC-ställverk.⁴ Analyserna visar att ERTMS-banorna uppvisar goda resultat och att de generellt sett presterar bättre än ATC-banorna. Det finns dock brister i jämförbarheten mellan ERTMS- och ATC-banorna som inte kan beaktas trots att Trafikverket har genomfört ett 20-tal olika analyser för att validera resultaten. Riksrevisionen bedömer att analyserna ger trovärdiga indikationer på en ökad driftsäkerhet med ERTMS. Men skillnaderna mellan jämförelsegrupperna gör att det finns betydande osäkerhet i kvantifieringen av nyttan. Den osäkerheten redovisades inte tillräckligt tydligt i samband med Trafikverkets samlade effektbedömning 2017.

I tidigare underlag har Trafikverket och tidigare Banverket framfört att ERTMS kan ge stora kapacitetshöjande effekter. Det har varit ett av de viktigaste argumenten för införandet men är sedan ett par år tillbaka inte längre aktuellt. I den samhällsekonomiska bedömningen från 2013 beräknades de samhällsekonomiska nyttorna av investeringen i utredningsalternativet uppgå till 25,9 miljarder kronor (främst genom förkortade restider till följd av ökad kapacitet, att jämföra med den uppskattade totalkostnaden på 27 miljarder kronor). När en ny samhällsekonomisk bedömning genomfördes 2017 var endast en nytta på 3,9 miljarder kronor, till följd av ökad driftsäkerhet, inkluderad i utredningsalternativet, jämfört med totalkostnaden på 30,2 miljarder kronor. Kalkylperioden var kortare i kalkylen 2017 än 2013 och storleken på uppskattade nyttor är därför inte direkt jämförbar. Men skillnaden i resultat är avsevärd även bortsett från detta. Riksrevisionen ser det som anmärkningsvärt att förändrade antaganden och metoder kan ge så olika utfall.

Det övergripande målet med ERTMS är att främja driftskompatibiliteten mellan nationella europeiska järnvägsnät och att främja gränsöverskridande trafik. Det finns dock en rad faktorer utöver signalsystemet som fortfarande försvårar gränsöverskridande trafik. Riksrevisionen bedömer att införandet av ERTMS i Sverige inte ger någon betydande nytta genom förbättring av den

⁴ Det finns moderna datoriserade ATC-ställverk, men det stora flertalet bygger på äldre relä-teknik.

gränsöverskridande trafiken inom överskådlig framtid. Trafikverket har heller inte kvantifierat några nyttor av ökad gränsöverskridande trafik i sina samhällsekonomiska bedömningar.

Sammantaget bedömer Riksrevisionen att det under planeringsprocessens gång har funnits brister i underlagen, men att Trafikverket sedan 2017 har presenterat tillräckliga underlag för bedömning av effekterna av ERTMS. Osäkerheten i bedömningen av ökad driftsäkerhet borde dock ha kommunicerats tydligare.

Säkerställer regeringens och Trafikverkets planering ett effektivt införande av ERTMS?

Vad som krävs för ett effektivt införande av ERTMS i Sverige är enligt Riksrevisionen en plan som utgår från behovet av reinvestering och samordnar det med EU:s krav på ett sätt som ger tillräckliga förutsättningar för tågoperatörerna att anpassa sin verksamhet efter tidsplanen. Riksrevisionen bedömer att de analyser av införandet av ERTMS som Trafikverket har presenterat har präglats av fel utredningslogik och att samhällsekonomiska analyser av alternativa införandestrategier inte genomförts på ett relevant sätt i rätt tid. Det har också funnits brister i samordningen av det reinvesteringsbehov som finns i signalanläggningen och av införandet av ERTMS. Den bristande samordningen har inneburit en svag beredskap för att genomföra nödvändiga reinvesteringar när ERTMS-planen har skjutits upp och riskerar även att ge större kostnader än nödvändigt framgent. Sammantaget har inte planeringen hittills bedrivits så att den ger tillräckliga förutsättningar att införa ERTMS och samtidigt omhänderta reinvesteringsbehovet i signalanläggningen på ett effektivt sätt.

Trafikverket har i utredningar under lång tid behandlat ERTMS-införandet med en traditionell "investeringslogik" där olika nyttor som effektiviserar transporterna har identifierats och uppskattats monetärt som motiv till ett införande av åtgärden. Det samlade ERTMS-införandet skiljer sig dock åt från vanliga investeringsprojekt eftersom det omfattar en reinvestering av den befintliga signalanläggningen som håller på att nå sin förväntade livslängd. Till skillnad från ett investeringsprojekt ligger nyttan istället huvudsakligen i att reinvesteringen möjliggör att den ursprungliga funktionen upprätthålls. Nyttan av ERTMS som nytt signalsystem, istället för ATC, är därtill enligt Trafikverkets senaste bedömningar relativt begränsad.

Med ett reinvesteringsperspektiv hade en central fråga att utreda därför istället varit vilka reinvesteringsalternativ, för att upprätthålla signalanläggningens funktionalitet, som kan samordnas med kraven på att införa ERTMS och som ger lägsta möjliga livscykelkostnad. Relevanta alternativ att pröva i en sådan analys är bland annat takten och turordningen för reinvesteringen och införandet av ERTMS på järnvägsnätet och möjligheterna att göra reinvesteringar separat från

planen för ERTMS-införandet. Så har dock inte planeringen bedrivits, även om Trafikverket på senare tid har styrt mer mot en sådan inriktning.

Trafikverket tog 2010 fram en utfasningsplan för kritiska ställverk i signalanläggningen. Men den följdes inte eftersom myndigheten räknade med att utfasningen skulle tas om hand i samband med ERTMS-övergången. När ERTMS-införandet sköts upp 2014 innebär det att marginalerna för att fasa ut ställverken krympte. Det fanns skäl till att skjuta fram tidsplanen för införandet, men Trafikverkets planering för att hantera reinvesteringsbehovet var inte anpassad för ett sådant beslut.

Situationen idag är att den beslutade planen för ERTMS-införandet inte löser hela reinvesteringsbehovet i tid. Det kommer därför sannolikt att krävas reinvesteringar i förtid sett till ERTMS-planen. I dagsläget saknar Trafikverket en strategi för hur sådana reinvesteringar ska hanteras. Sådana reinvesteringar kan bli ineffektiva sett till den slutliga målbilden för hur signalsystemet ska fungera 2035 och kan medföra ökade kostnader. För varje tillfälle som en reinvestering genomförs temporärt med moderniserad ATC uppstår stora merkostnader för konverteringen till ERTMS i ett senare skede. Alternativet att genomföra reinvesteringar med äldre ATC-utrustning innebär kortsiktiga lösningar eftersom anläggningen då måste bytas igen när ERTMS-konverteringen ska ske, och medför även det ökade kostnader. Riksrevisionen ser det som problematiskt att olika verksamhetsgrenar inom Trafikverket planerar reinvesteringarna av signalanläggningen beroende på om de genomförs i anslutning till ERTMS-planen eller inte, och att det inte finns en sammanhållen plan för hur arbetet ska genomföras.

Den befintliga anläggningen har cirka 750 ställverk av 15 olika typer som är i drift. Underhållsförmågan är i dag begränsad eller kritisk för mer än en tredjedel av ställverken. Brist på reservdelar och kompetens riskerar att ge otillräcklig förmåga att åtgärda fel i anläggningen som uppstår innan ERTMS-övergången. Liksom för nuvarande signalanläggning kan i nuläget endast originalleverantören av en ERTMS-anläggning tillhandahålla många av reservdelarna. Enligt Riksrevisionen är det viktigt att Trafikverket säkerställer att en liknande bristsituation inte uppstår i framtiden, eftersom det då kan leda till kostnadsökningar för underhåll och reinvesteringar. En möjlighet att minska risken för reservdelsbrist är att styra mot att komponenter i anläggningen ska få öppna gränssnitt i stället för leverantörsspecifika.

Rekommendationer

Riksrevisionen lämnar följande rekommendationer till Trafikverket.

- Trafikverket bör ta fram en strategi för i vilken utsträckning och hur reinvesteringsåtgärder utanför den nuvarande ERTMS-planen ska genomföras med hänsyn till den slutliga målbilden för signalanläggningen. I detta ingår även att ha en sammanhållen plan för att minimera kostnaden för hela reinvesteringen och konverteringen till ERTMS.
- Trafikverket bör genomföra en analys av var kostnadsbesparingarna genom så kallade läreffekter kan uppstå och hur stora de kan bli. Antaganden om läreffekter som används i uppskattningen av kostnaderna till den nationella transportplanen behöver vara bättre underbyggda i god tid innan projekterings- och byggfasen.
- Trafikverket bör utveckla en metodik och instruktioner för hur samhällsekonomiska analyser av stora reinvesteringsprojekt ska genomföras. Detta behövs för att kunna pröva olika alternativa tillvägagångssätt och tidsplaner för reinvesteringen som kan påverka livscykelkostnaden och den samhällsekonomiska lönsamheten.

Vidare är det enligt Riksrevisionen angeläget att Trafikverket fullföljer det arbete som redan inletts på två viktiga punkter:

- Trafikverket bör vidta åtgärder för att motverka framtida kostnadsökningar i samband med utvecklingen av ERTMS-systemet. En möjlig väg kan vara att utforma mjukvaruutvecklingen på ett sätt som minskar omfattningen på de delar som behöver genomgå nya godkännandeprocesser efter ändringar i mjukvaran.
- Trafikverket bör säkerställa att dagens reservdelsbrist inte uppstår i framtiden för ERTMS och att reservdelsförsörjningen kan ske till så låg kostnad som möjligt. Detta kan göras genom att Trafikverket vid nästa upphandling ställer krav på att alla reservdelar där det är möjligt följer de gemensamma gränssnitt som utvecklas i samarbete mellan vissa europeiska länder.

1 Inledning

Signalsystemet är en viktig del av järnvägen som säkerställer trafiksäkerhet och som organiserar trafiken så att kapaciteten på spåren kan utnyttjas på ett bra sätt. I dag används olika nationella signalsystem inom Europa, där Sverige och Norge använder sig av det så kallade ATC-systemet (Automatic Train Control). Europeiska kommissionen tog de första stegen mot att utveckla ett gemensamt signalsystem på 1990-talet. Resultatet blev ERTMS (European Rail Traffic Management System), som ska införas av EU:s samtliga medlemsstater med syfte att underlätta gränsöverskridande trafik och att effektivisera trafikledningen.

1.1 Bakgrund och motiv till granskning

Riksdagen har beslutat att all reinvestering på järnvägen ska följa EU:s krav.⁵ Regeringen gav 2012 i uppdrag åt Trafikverket att ta ett helhetsansvar för införandet av ERTMS i Sverige. ERTMS införs enligt gällande plan successivt på det svenska järnvägsnätet fram till 2035. Systemet har hittills i Sverige införts på tre pilotbanor och på Botniabanan. Införandet av ERTMS ska samordnas med en reinvestering av den nuvarande signalanläggningen. Dagens cirka 750 ställverk av blandad typ och ålder ska ersättas med 162 datoriserade ställverk.

Den nationella transportplanen för perioden 2018–2029 fastställdes av regeringen i juni 2018. I planen ingår insatser för utveckling och införande av ERTMS (inklusive reinvestering i signalanläggningen) till en kostnad av 11,6 miljarder kronor. Den totala kostnaden uppskattas till cirka 30 miljarder kronor. Den höga kostnaden för införandet är ett starkt skäl för Riksrevisionen att genomföra en granskning.

ERTMS är ett långt och tekniskt komplext projekt med många faktorer som påverkar genomförandet. Hur planen för införandet utformas påverkar både kostnaderna och hur framtidens järnvägstrafik kommer att fungera. Riksrevisionen har i tidigare granskningar visat på exempel där underlagen i tidiga skeden av infrastrukturinvesteringar ger en alltför positiv bild av projektet, för att sedan revideras längre fram i beslutsprocessen.⁶

⁵ Kraven på EU-anpassning framgår av järnvägslagen (2004:519) och har preciserats i bl.a. 2 kap. järnvägsförordningen (2004:526).

⁶ Se t.ex. RiR 2011:22 *Botniabanan och järnvägen längs Norrlandskusten* och RiR 2012:21 *Statens satsningar på transportinfrastruktur – valuta för pengarna?*.

Även om det är naturligt att kunskapen i ett projekt utvecklas i takt med projektet, så är det viktigt att den kunskap som finns vid ett givet tillfälle är tillräcklig och väl redovisad för att möjliggöra väl avvägda prioriteringar av hur statens resurser används. Riksrevisionen hade inför beslutet om att inleda en granskning sett indikationer på att både kostnadsuppskattningar och uppskattade positiva effekter hade genomgått betydande förändringar under planeringsprocessen.

1.2 Frågeställningar och omfattning

Syftet med granskningen är att bedöma effektiviteten i planeringen och införandet hittills av ERTMS i Sverige, givet de krav som ställs i svensk lagstiftning och EU-reglering. Granskningen utgår från tre revisionsfrågor.

1. Har Trafikverket tagit fram kostnadsuppskattningar av god kvalitet och främjat god resurshushållning i planeringen av ERTMS?
2. Har Trafikverket kunnat redovisa vilka effekter ett införande av ERTMS kan förväntas leda till?
3. Säkerställer regeringens och Trafikverkets planering ett effektivt införande av ERTMS?

De berörda granskningsobjekten är regeringen och Trafikverket. Granskningen omfattar underlag och planering från 2004, när den nya järnvägslagen infördes, till 2018. Tyngdpunkten i granskningen ligger dock på arbetet i närtid eftersom det har större relevans för dagens situation och för den fortsatta planeringen.

1.3 Utgångspunkter

Granskningen utgår från att ERTMS ska införas i enlighet med järnvägslagen och EU-reglering.

1.3.1 Krav på driftskompatibilitet och ERTMS på järnvägen

Riksdagen har beslutat att all ny- och ombyggnad på järnvägen ska följa EU:s krav på driftskompatibilitet, där ERTMS som standard för signalsystemet är ett sådant krav. Detta följer av järnvägslagen⁷ som antogs av riksdagen 2004 och av järnvägsförordningen⁸.

I propositionen⁹ till järnvägslagen noterade regeringen att direktivens tvingande bestämmelser om driftskompatibilitet endast omfattar delar av, och inte hela, det svenska järnvägsnätet. Regeringen gjorde dock bedömningen att utgångspunkten bör vara att enhetliga regler om driftskompatibilitet ska gälla för hela det svenska järnvägsnätet. Som motiv angavs bland annat ett sådant ställningstagande

⁷ Järnvägslagen (2004:519).

⁸ Järnvägsförordning (2004:526).

⁹ Prop. 2003/04:123, bet. 2003/04:TU14, rskr. 2003/04:258.

överensstämmer med direktivens övergripande målsättningar för det europeiska järnvägssystemet. En av avsikterna med en teknisk standardisering är att skapa förutsättningar för en gemensam järnvägsmarknad inom Europa. Direktiven utgör ett första led i en sådan harmonisering.

I propositionen kommenterade regeringen risken för att lagstiftningen skulle leda till ökade kostnader för investering och reinvestering i infrastruktur. I detta sammanhang framfördes att det nuvarande trafikledningssystemet ATC kan behöva ersättas av ett nytt system och att införandet av ERTMS kan komma att innebära större investeringskostnader under en längre tidsperiod. Regeringen bedömde dock att det nya regelverket borde kunna åstadkomma en förutsebarhet för marknadens aktörer som innebär kostnadsbesparingar inför framtida investeringar. Regeringen bedömde även att ett införande av krav på driftkompatibilitet på hela det svenska järnvägsnätet bör kunna balanseras med de undantag som tillsynsmyndigheten (Transportstyrelsen) kan meddela.

Sammantaget gjorde regeringen bedömningen att de föreslagna bestämmelserna om driftkompatibilitet bör omfatta hela det svenska järnvägssystemet. Trafikutskottet hade inget att erinra mot vad regeringen föreslog om en samlad och ny järnvägslag samt krav på järnvägssystem (bl.a. driftkompatibilitet), inte heller mot vad regeringen anförde om ekonomiska konsekvenser. Riksdagen beslutade om att anta den nya järnvägslagen.

1.3.2 EU-gemensamma tidsfrister

EU:s förordning för ett transeuropeiskt transportnät beslutades 2013. Förordningen är direkt bindande i medlemsstaterna och anger två övergripande tidsfrister för när ERTMS ska vara infört. ERTMS ska vara infört på det så kallade stomnätet till 2030 och på det övergripande nätet till 2050.¹⁰ Se mer i avsnitt 2.2.

1.4 Bedömningsgrunder

De övergripande bedömningsgrunderna för granskningen utgörs av de transportpolitiska målen och budgetlagens krav på effektivitet och hushållning. För att besvara granskningens frågor används operationella bedömningsgrunder vilka utgår från riksdagens och regeringens uttalanden om kostnadskontroll och om samhällsekonomiska analysers roll vid infrastrukturplanering.

¹⁰ Stomnätet (Core Network) består av de sträckningar som anses vara strategiskt allra viktigast för transportflödena både inom Europa och globalt sett.

1.4.1 Transportpolitiska mål om samhällsekonomisk effektivitet

Transportpolitikens övergripande mål är att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet. Därutöver finns ett funktionsmål och ett hänsynsmål som är jämställda varandra.¹¹ Funktionsmålet innebär bland annat att kvaliteten för näringslivets transporter förbättras och den internationella konkurrenskraften stärks samt att tillgängligheten förbättras mellan Sverige och andra länder. Hänsynsmålet innefattar mål för säkerhet, miljö och hälsa.¹²

1.4.2 Krav på hög effektivitet och god resurshushållning

Enligt budgetlagen ska hög effektivitet eftersträvas och god hushållning iaktas i statlig verksamhet.¹³ Med hög effektivitet åsyftas, enligt förarbetena till budgetlagen, att den statliga verksamheten bedrivs så att de mål som riksdagen har satt upp nås i så hög grad som möjligt och inom ramen för tillgängliga resurser. God hushållning innebär att onödiga utgifter undviks och att verksamheten bedrivs med hög produktivitet.¹⁴

1.4.3 Bedömningsgrund för kostnadsuppskattningar och främjande av god resurshållning

I propositionen till den nya järnvägslagen 2004 framförde regeringen att kraven på driftskompatibilitet kan innebära högre kostnader. Riksrevisionen utgår från att sådana kostnader bör identifieras tidigt och preciseras allteftersom kunskapen ökar. Kostnadsuppskattningar av god kvalitet behöver redovisas för att riksdagen och regeringen ska kunna fatta välinformerade beslut om finansieringen av infrastrukturåtgärder. Granskningen utgår från följande kriterier¹⁵ för att bedöma om kostnadsuppskattningar är av god kvalitet:

- Den kalkylmetod som använts är tydlig och etablerad.
- Antaganden och beräkningar bakom kalkylen är välunderbyggda och går att härleda i dokumentation.
- Kalkylen är aktuell och beaktar all känd kunskap.
- Kalkylens osäkerhet och risker är tydligt belysta.

När en åtgärd väl är beslutad är det viktigt att samhället får ut så mycket som möjligt för beslutade medel. Regeringen uttryckte en ambition i prop. 2008/09:35 om att förbättra den ekonomiska styrningen och att stärka kostnadskontrollen i investeringsprojekt. I bedömningen av Trafikverkets arbete för en god

¹¹ Prop. 2008/09:93, bet. 2008/09:TU14, rskr. 2009/09:257.

¹² Ibid.

¹³ 1 kap. 3 § budgetlagen (2011:203).

¹⁴ Prop. 1995/96:220, bet. 1996/97:KU3, rskr. 1996/97:27.

¹⁵ Kriterierna baseras på Trafikanalys, *Granskning av Trafikverkets byggstartsförslag 2015*.

resurshushållning utgår granskningen från att det ska finnas en väl fungerande kostnadskontroll i planeringen:

- Uppgifter om vad som orsakar kostnadsavvikelser ska upprättas och sammanställas.
- Det ska finnas en beredskap för att möta oförutsedda händelser som kan leda till kostnadsavvikelser och man ska kontinuerligt arbeta för att hålla kostnaderna nere.

1.4.4 Bedömningsgrund för underlag om förväntade effekter

Regeringen har framhållit att relevanta och jämförbara samhällsekonomiska analyser bör spela en viktig roll vid prioriteringen av infrastrukturinvesteringar.¹⁶ I proposition 2008/09:35 framhålls att en samlad effektbedömning kan vara ett verktyg för att beskriva föreslagna åtgärder på ett strukturerat och allsidigt sätt. En bra effektbedömning kännetecknas enligt propositionen av att den:

- ger en rättvisande bild av vad en åtgärd leder till
- möjliggör sakliga jämförelser mellan olika alternativ
- är öppen med sina förutsättningar och begränsningar
- innehåller relevanta känslighetsanalyser
- är tydligt och klart dokumenterad.

Riksrevisionen utgår i granskningen från att de samlade effektbedömningar som regeringen eller Trafikverket har tagit fram för planeringen av införandet av ERTMS bör uppfylla ovanstående egenskaper. Syftet med effektbedömningarna och andra underlag är i fallet med ERTMS inte huvudsakligen att de ska utgöra underlag för jämförelse och prioritering mellan ERTMS och andra infrastrukturåtgärder. Eftersom lagstiftningen föreskriver att ERTMS ska användas på järnvägen innebär det att ERTMS utgår från andra premisser vid prioriteringen av infrastrukturinvesteringar. Att ta fram utförliga underlag för ERTMS-åtgärder blir då snarare viktigt för att värdera effektiviteten av olika tänkbara genomförandestrategier under planeringsprocessen.

1.4.5 Bedömningsgrund för en planeringsprocess som säkerställer effektivitet

I bedömningen av huruvida Trafikverkets och regeringens planering har säkerställt ett effektivt införande av ERTMS har Riksrevisionen utgått från beslutet om att ERTMS ska införas successivt på hela det svenska järnvägsnätet och i samband med investeringar och reinvesteringar. Mot den bakgrunden förutsätter Riksrevisionen att regeringen och Trafikverket har *en samlad bild av tillståndet i den befintliga signalanläggningen* och av *behovet av reinvesteringar* över tid.

¹⁶ Prop. 2008/09:35, bet. 2008/09:TU2, rskr. 2008/09:145, s. 69–71.

ERTMS-införandet behöver vidare *beakta ERTMS-teknikens mognadsgrad* (det vill säga om mark- och ombordutrustning finns utvecklade) och *järnvägsoperatörernas förutsättningar* (det vill säga deras acceptans och beredskap för investeringar).¹⁷

Om det finns skäl för att bevilja tillfälligt undantag från ERTMS, i samband med en investering eller reinvestering i signalanläggningen, bör det finnas *en plan för hur ERTMS ska införas senare på sträckan*.

I ett så pass långt projekt som ERTMS utgör är tidsaspekten mycket viktig. Det är naturligt att den tillgängliga kunskapen är mindre tidigt i planeringsprocessen. ERTMS-införandet är ett projekt där förutsättningar och kunskap har förändrats under processens gång, bland annat när nya beslut har tagits på EU-nivå om tidsplaner och tekniska krav. Därför är frågan om underlagens aktualitet extra viktig, det vill säga *om rätt kunskap har kunnat presenteras vid rätt tidpunkt*.

1.5 Metod

Riksrevisionen har granskat planeringen av och underlaget för ERTMS-införandet utifrån bedömningsgrunderna. Materialet som har granskats inkluderar utredningar och promemorior som upprättats av såväl Trafikverket som dåvarande Banverket. Dit hör bland annat Trafikverkets underlag till införandeplaner för ERTMS och samhällsekonomiska effektbedömningar. Riksrevisionen har gått igenom regeringens beslut om nationella transportplaner och rapporteringar till EU-kommissionen om Sveriges införandeplan för ERTMS.

Riksrevisionen har granskat de kostnadsuppskattningar som gjorts i samband med de nationella transportplanerna från 2010 och framåt. Granskningen fokuserar på hur kostnaderna har beräknats och om beräkningarna varit välgrundade. Vidare har Riksrevisionen undersökt omfattningen av fördyringar, om förändringarna kan förklaras och riskerna för att ytterligare fördyringar ska uppstå.

Riksrevisionen har jämfört viktiga underlag över tid för att studera vilka skillnader som framträder mellan dem. En granskning har även gjorts av Trafikverkets mest aktuella analyser för att identifiera vilka osäkerheter och risker som finns inför den fortsatta planeringen. Några områden har Riksrevisionen granskat mer djupgående. De rör de beräknade kostnaderna för ERTMS-införandet, de bedömda effekterna av ERTMS på driftsäkerheten samt reinvesteringsbehovet i den nuvarande signalanläggningen. Utgångspunkten har varit viktiga resultat (exempelvis beräknade kostnader) som har presenterats i publicerade rapporter,

¹⁷ En annan aspekt att beakta är funktionaliteten av att införa ERTMS sett till de övriga järnvägssträckor som är driftsatta med det befintliga signalsystemet (det vill säga att undvika så kallade ERTMS-öar).

för vilka Riksrevisionen har begärt att få granska underlagen till de presenterade resultaten (exempelvis kalkylmodell och indata).

Riksrevisionen har haft närmare 20 intervjuer och platsbesök med Trafikverket. Riksrevisionen har träffat olika företrädare från ERTMS-projektet¹⁸, företrädare från verksamhetsområdena Planering, Underhåll respektive Trafikledning samt även träffat Trafikverkets internrevision. Representanter på Näringsdepartementet har intervjuats vid två tillfällen. Därutöver har Riksrevisionen haft ett telefonmöte med företrädare för Transportstyrelsen och haft möten med företrädare för järnvägsoperatörerna.

¹⁸ ERTMS-projektet ligger organisatoriskt under en verksamhetsgren på Trafikverket som benämns "Stora projekt".

2 Bakgrund

Kapitlet ger en översikt av vad ERTMS är, vilka krav som ställs från EU i dag och den aktuella införandeplanen för ERTMS i Sverige.

2.1 Signalsystemets roll i järnvägstrafiken

Ett signalsystem bidrar till säkerhet på järnvägen genom att organisera trafiken så att tåg kan framföras längs en kontrollerad väg utan risk för kollisioner och så att spårkapaciteten utnyttjas på ett bra sätt. För den här genomgångens skull delas signalsystemet in i två huvudsakliga delar: *tågskyddssystemet*¹⁹ samt *ställverket*.

Tågskyddssystemet signalerar när tåget ska stanna, köra eller byta hastighet. Om körbeskedet inte följs ser systemet till att tåget bromsar eller stannar. Systemet förebygger därmed olyckor genom att vara ett stöd till lokföraren. "Hjärnan" bakom det som tågskyddssystemet kommunicerar är *ställverket*, som kontrollerar att tågvägen är säker och fri från annan trafik. Om en föreslagen tågväg inte är säker så tillåter inte ställverket framfart på den vägen.

2.1.1 Olika standarder för tågskyddssystem

Sverige har sedan 1980-talet använt ATC²⁰ som standard för tågskyddssystemet där optiska signaler längs spåren ger kör- eller stoppsignal till lokföraren. Med ERTMS används i stället ETCS²¹ som standard där de optiska signalerna tas bort och föraren i stället får körbesked i realtid på en monitor i sitt fordon. ERTMS består av två delsystem och standarder. Det ena delsystemet är just tågskyddssystemet ETCS och det andra delsystemet avser radiokommunikation med GSM-R som standard.²² När ERTMS ska införas innebär det – förenklat – att nuvarande signalanläggning ersätts med ny *markutrustning*, samtidigt som fordonen behöver förse med en särskild *ombordutrustning*.

2.1.2 Nya ställverk är en förutsättning för ERTMS

Sveriges nuvarande signalanläggning består i huvudsak av reläbaserade²³ ställverk med ATC som standard för tågskyddssystemet. För att kunna tillämpa ERTMS behöver ställverken vara datorbaserade. De datorbaserade ställverken är mer

¹⁹ Tågskyddssystemet kallas även för *signalsäkerhetssystemet*.

²⁰ Automatic Train Control.

²¹ European Train Control System.

²² ERTMS består av två delsystem och standarder. Dels standarden för signalsäkerhetssystemet ETCS (European Train Control System) som i Sverige ska ersätta signalsäkerhetssystemet ATC. Dels standarden för radiokommunikationssystemet GSM-R (Global System for Mobile Communication – Railway). I dag används inte radiokommunikation inom signalsystemet med ATC.

²³ Reläer bygger på elektromekanisk teknik.

komplexa och styr större sträckor längs banan och fler driftplatser än de reläbaserade ställverken. Införandet av ERTMS i Sverige samordnas därför med en reinvestering av den nuvarande föråldrade signalanläggningen inklusive ställverken. Trafikverket beskriver att införandet av ERTMS består av två lika nödvändiga delmoment:

- Signalanläggningen, inklusive ställverken, ska moderniseras och digitaliseras. Det innebär att dagens 754 till största del reläbaserade ställverk ska ersättas med 162 datorställverk.
- Det nya tågskyddssystemet ska utvecklas och införas. Det innebär att dagens ATC-system ersätts med den europeiska standarden ERTMS/ETCS.

Tabell 1 Standarder för tågskyddssystem

Ställverkstyp	Standard för tågskyddssystem	Standard för radiokommunikation
Reläbaserad och/ eller datorbaserad	ATC	---
Datorbaserad	ETCS	GSM-R



Källa: Riksrevisionens illustration.

2.2 EU:s krav och tidsplan

För att uppnå driftskompatibilitet på EU:s järnvägar anger EU-kraven att ERTMS ska tillämpas vid investering och vid ombyggnad av järnvägsinfrastruktur eller järnvägsfordon. Kraven har införlivats i svensk lagstiftning år 2004.

I den s.k. TEN-T-förordningen²⁴ som beslutades 2013 fastställs också riktlinjer och mål för när ERTMS ska vara infört på större järnvägsstråk inom unionen.²⁵ Enligt förordningen ska ERTMS vara infört på det s.k. stomnätet (Core Network) till 2030 och på det övergripande nätet (Comprehensive Network) till 2050.²⁶

Inom stomnätet finns också nio stomnätskorridorer (Core Network Corridors) utpekade för att underlätta och strömlinjeforma utbyggnaden av stomnätet i sin helhet. Sträckorna Stockholm–Malmö samt Trelleborg–Korsjö ingår i korridoren Scandinavian-Mediterranean (ScanMed).

²⁴ Europaparlamentets och rådets förordning (EU) nr 1315/2013 av den 11 december 2013 om unionens riktlinjer för utbyggnad av det transeuropeiska transportnätet.

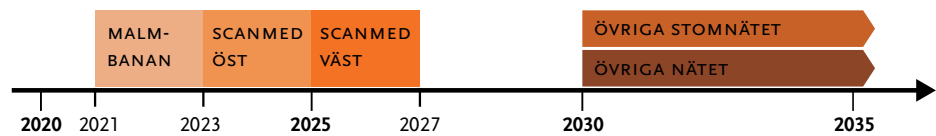
²⁵ EU:s ambitioner för unionens gemensamma transportinfrastruktur har fastställts i den s.k. TEN-T-förordningen som beslutades 2013. Förordningen, som är direkt bindande för medlemsstaterna, anger mål för när ERTMS ska vara infört på utpekade järnvägsstråk inom EU.

²⁶ *Stomnätet* (Core Network) består av de sträckningar som anses vara strategiskt allra viktigast för transportflödena både inom Europa och globalt sett.

2.3 Den nuvarande införandeplanen i Sverige

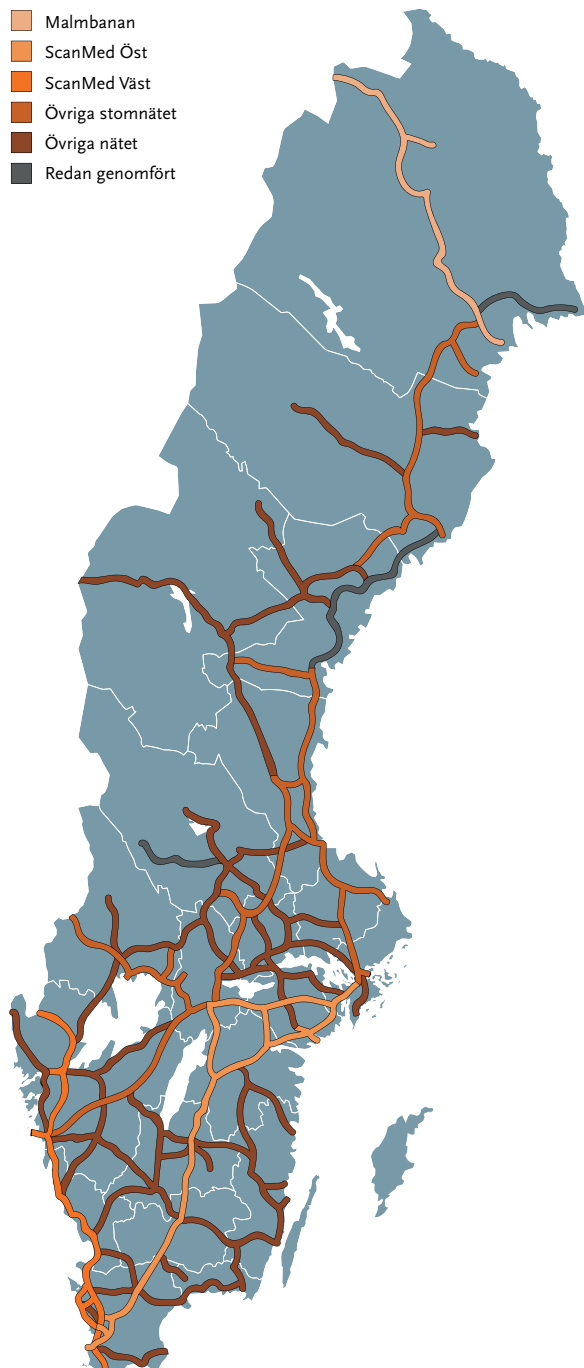
ERTMS har hittills införts på Botniabanan, Ådalsbanan, Haparandabanan och Västerdalsbanan. Malmbanan kommer närmast i planen och ska driftsättas med ERTMS från och med 2021. ERTMS ska sedan införas på den östra delen av ScanMed-korridoren från 2023, och därefter på den västra delen av ScanMed-korridoren. Övriga delar av järnvägsnätet är planerade att utrustas med ERTMS efter planperioden 2018–2029. Sveriges plan är att hela den svenska järnvägen ska utrustas med ERTMS.

Figur 1 Den svenska införandeplanen för ERTMS, tidslinje



Källa: Riksrevisionens bearbetning av material från Trafikverket 2018-06-11.

Figur 2 Den svenska införandeplanen för ERTMS, karta



Källa: Riksrevisionens bearbetning av material från Trafikverket 2018-06-11.

3 Trafikverkets underlag om kostnaderna för ERTMS

Riksrevisionen har granskat huruvida Trafikverket har tagit fram välgrundade kostnadsuppskattningar och främjat god resurshushållning i planeringen av ERTMS och i införandet hittills. Kapitlet inleds med en översikt av de uppskattade kostnader som redovisats i de senaste tre nationella transportplanerna. Därefter behandlas kostnadsuppskattningarna för utvecklingen av ERTMS-systemet respektive för utrullningen på järnvägsnätet i separata avsnitt.

3.1 ERTMS-åtgärder i nationella transportplaner

Riksrevisionen har jämfört hur de uppskattade kostnaderna för ERTMS-åtgärderna har förändrats i de nationella transportplanerna sedan 2010.²⁷ Planerna omnämns i rapporten som planen 2010, planen 2014 och planen 2018. Samtliga kostnadsuppskattningar har justerats till prisnivån för planen 2018.²⁸

I transportplanen för perioden 2010–2021 fanns tre investeringar namngivna med uppskattad kostnad: utvecklingen av ERTMS samt införandet av ERTMS på ScanMed Öst²⁹ respektive på Malmbanan (Luleå–Riksgränsen–(Narvik)). En totalsumma för ett införande av ERTMS i hela landet saknades dock.

I efterföljande plan, för perioden 2014–2025, tillkom en investering för det samlade införandet på resten av järnvägsnätet. Tillsammans med övriga investeringar kunde en totalsumma på 33,5 miljarder kronor förväntas för det sammanlagda ERTMS-införandet för staten.

I den senaste planen 2018–2029 har det resterande införandet preciserats i tre etapper som jämte övriga ERTMS-investeringar ger en totalkostnad på dryga 30 miljarder kronor. Tabell 2 sammanställer ERTMS-objekten i de nationella planerna och de totalkostnader som angivits för dem i respektive plan.

²⁷ Nationell plan för transportsystemet 2010–2021; Nationell plan för transportsystemet 2014–2025 samt Förslag till nationell plan för transportsystemet 2018–2029.

²⁸ Uppräkningen har gjorts med signalindex som ingår i Trafikverkets banindex, ett branschindex som speglar kostnadsutvecklingen inom järnvägen. ERTMS-projektet använder i sina egna beräkningar signalindex, eftersom prisutvecklingen inom signalanläggningsbranschen är mycket högre än det viktade banindex. Riksrevisionen har därför använt sig av samma index.

²⁹ Objekten "Korridor B" (från Nationell Plan 2010–2021) respektive "ScanMed Öst" (egentligen "ScanMed 1" från senare planer) är i allt väsentligt jämförbara med varandra.

Tabell 2 Beräknad totalkostnad för ERTMS-objekt enligt de nationella transportplanerna, miljoner kronor (prisnivå för februari 2017)

	Plan 2010–2021	Plan 2014–2025	Plan 2018–2029	Förändring 2014–2018
ERTMS utveckling	1 168	2 245	2 937	31 %
Luleå–Riksgränsen–(Narvik)	(856)*	2 017	2 704	34 %
ERTMS Korridor B/ ScanMed Öst	(4 888)*	5 762	6 188	7 %
ERTMS, övriga sträckor ³⁰		23 502	18 207	-23 %
Totalt		33 526	30 036	

Anm.: *Kostnaderna för Malmбанan respektive ScanMed Öst i plan 2010 angavs under medfinansiering (brukaravgifter) och inte som kostnad inom nationell plan. Kostnaden för Malmбанan omfattade endast en avgränsad del i planen 2010 och är därför inte jämförbar med senare planer.

Källa: Nationella transportplaner.

Av tabell 2 framgår att den beräknade kostnaden för att utveckla ERTMS har ökat kraftigt sedan den första redovisningen år 2010. Då uppgavs en kostnad på 1,17 miljarder kronor medan kostnaden beräknas till 2,93 miljarder i planen 2018, alltså 152 procent högre. Mellan planen 2014 och 2018 har den beräknade kostnaden för utvecklingen ökat 31 procent. Den uppskattade kostnaden för att utrusta Malmбанan med ERTMS har också ökat noterbart mellan planerna 2014 och 2018 (34 procent). Kostnaden för det planerade införandet på ScanMed Öst har ökat med 7 procent.

För resten av järnvägsnätet uppskattades en kostnad för införandet på sammanlagt 23 miljarder kronor i den nationella planen för 2014–2025. I den nu gällande planen för 2018–2029 anges dock en förväntad totalkostnad på 18,2 miljarder kronor, dvs. en 23 procent lägre summa än vad som angavs 2014.

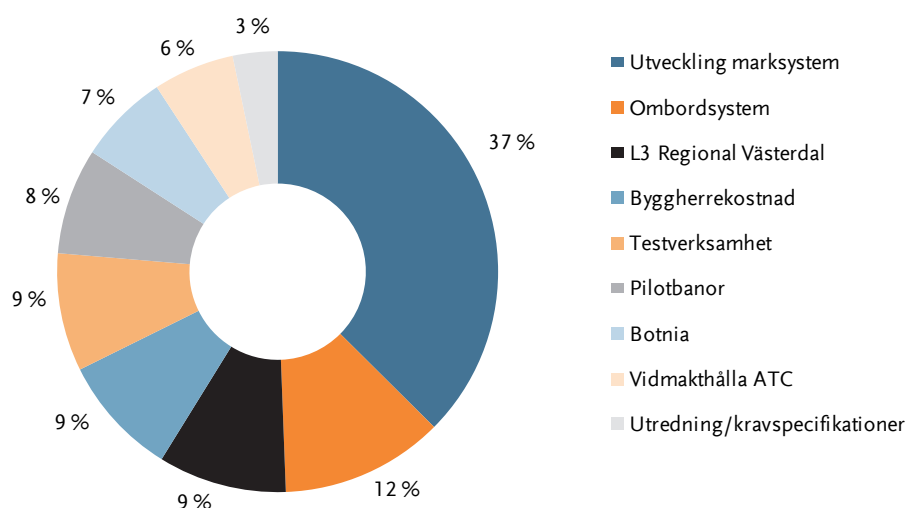
I genomgången som följer skiljer Riksrevisionen på kostnaderna för utveckling av ERTMS, där större delen av kostnaderna är upparbetade, och kostnaderna för utrullning av ERTMS på järnvägen, där utbyte och modernisering av den befintliga signalanläggningen ingår. Den uppskattade kostnaden för utrullningen utgör huvuddelen av ERTMS-införandet och ligger framåt i tiden.

³⁰ Objektet "ERTMS fortsättning etapp" (Nationell plan 2014–2025) motsvarar objekten "ScanMed etapp 2", "Övrigt stamnät" samt "Resterande banor" i nu gällande plan.

3.2 Kostnader för utveckling av ERTMS-systemet

Utvecklingen av ERTMS består huvudsakligen i att utveckla, verifiera och testa mjukvaran för såväl marksystem³¹ som ombordsystem³² och att få den typgodkänd så att systemet sedan kan implementeras vid utrullningen på järnvägen. Trafikverket har sedan 2008 ett ramavtal om utveckling och införande av ERTMS marksystem med två leverantörer, och utvecklingsarbetet består därför av separata processer för varje leverantör, vilket tas upp under avsnitt 3.2.3. Fördelningen av kostnaderna hittills för utveckling framgår av diagram 1.

Diagram 1 Ungefärlig uppdelning av totala kostnader för utveckling av ERTMS vid 2017, miljoner kronor (prisnivå för februari 2017)



Källa: Material från Trafikverket 2018-01-31, utdrag från ekonomisystemet. Ska tolkas med försiktighet på grund av annan kostnadsindelning än avtalen och beställningarna inom det som i nationella planerna kallas ERTMS utveckling.

3.2.1 Kostnaden för utvecklingen av ERTMS var kraftigt underskattad och otillräckligt underbyggd

Den beräknade totalkostnaden för utvecklingen av ERTMS var 1,17 miljarder kronor i planen 2010. Den var kraftigt underskattad och har nästan tredubblats sedan dess. Riksrevisionens bedömning är att kostnadsuppskattningarna för utvecklingen av ERTMS inte har varit av tillräckligt god kvalitet eftersom Trafikverket haft bristande kunskap om vad som krävts för att beställa och

³¹ Här ingick också utvecklingen av ERTMS L3 Regional. Beslut om att avsluta utvecklingen togs 2014.

³² Utveckling av STM samt ETCS ombord. Det senare inkluderades i ett särskilt ramavtal för utveckling av ombordutrustning (EOS-avtalet) men lades ner 2012 efter en marknadsanalys där det framgick att ramavtalet hämmade konkurrens på leverantörsmarknaden.

utveckla ett fungerande system. Uppskattningarna har inte varit tillräckligt underbyggda och osäkerheterna har inte belysts på ett tydligt sätt.

Eftersom Trafikverket haft avtal med leverantörer för utvecklingen menar Riksrevisionen att det funnits en bra bas för att uppskatta den förväntade totalkostnaden för utvecklingsarbetet. Men förmågan att förutse tillkommande arbeten har varit begränsad och osäkerheterna har underskattats. År 2008 hade Trafikverket lagt initiala beställningar för utvecklingen av ERTMS till en kostnad av cirka 865 miljoner kronor.³³ Sedan 2008 har ändrings- och tillägsarbeten beställts till ett värde av drygt 1,2 miljarder kronor.

Under granskningen har det framkommit att det varit mer utmanande än förväntat för Trafikverket att utveckla ett nytt system baserat på digital teknik. Trafikverket uppger att EU-standarden haft ett stort tolkningsutrymme som behövt specificeras vid flera tillfällen, och att flera tillägsarbeten har tillkommit allteftersom kompletteringar och rättningar behövt göras i den nationella specifikationen.³⁴ Det har gjorts i en omfattning som Trafikverket inte tagit höjd för. Riksrevisionen noterar dock att det inte går att ställa samma krav på att ta höjd för tillkommande kostnader som följer av förändringar i EU:s specifikation under pågående svenskt utvecklingsarbete. Trafikverket uppskattar att det rör sig om cirka 40 procent av kostnaden för tillkommande arbete.³⁵

3.2.2 Orsaker till kostnadsavvikelser finns sammanställda

Trafikverket har kunnat redovisa sammanställda uppgifter om vad som orsakat kostnadsavvikelserna för utvecklingsarbetet, vilket är nödvändigt för en god kostnadskontroll. Fram till 2016 gjordes tillägsarbeten framför allt för att justera marksystemets mjukvara, men också för att bygga upp ett testlabb och för att testa marksystemens och ombordsystemens funktionalitet sinsemellan.³⁶

År 2016 och framåt har flera stora tilläggsbeställningar gjorts för utvecklingen av marksystemet. Dels fattade Trafikverket beslut om att bygga två testbanor där tågkörningar ska genomföras som ett ytterligare steg efter testerna i labbmiljö. Dels krävdes ytterligare utveckling av de båda leverantörernas system för att få dem godkända enligt EU:s första specifikation³⁷ – något som ännu inte hade uppnåtts trots flera års utvecklingsarbete. Samtidigt lade Trafikverket en

³³ Kostnaden avser tidpunkten vid beställning och inte vid fakturering. Beloppet har dock räknats upp till prisnivå för februari 2017.

³⁴ Material från Trafikverket, 2018-01-31; Material från Trafikverket, 2018-03-26.

³⁵ Trafikverkets faktagranskning, 2018-05-28.

³⁶ Integrationstester i labb genomförs för att kontrollera hur gränsövergångarna mellan olika leverantörers olika marksystem fungerar. Kompatibilitetstester görs för att se till att ombordutrustning från olika leverantörer fungerar tillsammans med marksystemen.

³⁷ Här avses den specifikation som benämns Baseline 2.3.0d.

beställning på utvecklingen av den systemversion som ska uppfylla den nya EU-specifikationen som beslutades 2016 och som ska bli den version som ska rullas ut framgent på järnvägen i Sverige.³⁸

3.2.3 Svagt utgångsläge för Trafikverket när kostnader för ändringsarbeten förhandlas fram

Under granskningens gång har det blivit tydligt att Trafikverket inte haft beredskap för att hålla nere kostnaderna för de ändringsarbeten som tillkommit, något som inte kan sägas vara i linje med en god resurshushållning.

Trafikverket tecknade 2008 ramavtal för utveckling och införande av ERTMS marksystem på det svenska järnvägsnätet. Fem leverantörer lämnade anbud vid upphandlingen, varav en diskvalificerades.³⁹ Företagen Bombardier och Ansaldo lämnade de mest fördelaktiga anbuden och vann upphandlingen. Därefter tecknade Trafikverket ramavtal med dessa leverantörer.⁴⁰ Avtalen sträckte sig initialt till 2016 och har därefter förlängts till 2024.

I avtalen ingår initialt att respektive leverantör ska utveckla ett ERTMS-system anpassat till nationella förutsättningar och att införa det på varsin pilotbana. Sedan kan Trafikverket avropa införande av ERTMS på andra delar av järnvägsnätet. Båda leverantörerna får då lämna varsitt anbud för det införandet, förutsatt att de har ett ERTMS-system som blivit typgodkänt.⁴¹ Än så länge har ingen sträcka avropats för det kommande införandet.

Ersättningen för utveckling av ERTMS-systemet regleras genom prislister i ramavtalet. Men ERTMS-systemet har modifierats löpande under utvecklingsprocessen, både på beställarens initiativ och utifrån nya krav från EU.⁴² Den kontinuerliga utvecklingsprocessen har lett till att den produkt som beställdes och som offererades i ramavtalet inte är densamma som den som utvecklas i dag. En viktig fråga handlar därför om hur priset sätts för det arbete som tillkommer efter hand och som inte omfattas av ramavtalet. Priset för sådana arbeten som uppstår hanteras olika beroende på om det rör sig om fel som leverantören ansvarar för eller ändringar på beställarens initiativ.

Om ett systematiskt fel uppstår som är leverantörens ansvar ska det åtgärdas utan kostnad för beställaren så att felet inte kan uppstå igen. Om det i stället är

³⁸ Här avses den specifikation som benämns Baseline 3.6.0.

³⁹ Material från Trafikverket 2017-12-04 (a).

⁴⁰ Den typ av avtal som används för ESTER-avtalen kallas för ABT06 (Allmänna bestämmelser, totalentreprenad 2006). Det är den vanligaste kontraktsformen hos Trafikverket.

⁴¹ Trafikverkets ERTMS ESTER-avtal.

⁴² Det är The European Union Railway Agency som ansvarar för att införa nya standarder och innehållet i dessa.

beställaren som önskar förändringar av innehållet ska dessa hanteras genom att ramavtalet kompletteras med ny justerad ersättning, så kallad ÅTA (Ändring, Tillägg, Avgående).⁴³ Leverantören ska då lämna en skriftlig offert på dessa arbeten som innehåller en kalkyl för arbetet med all relevant information.⁴⁴ Värdet ska beräknas enligt avtalade prislistor.⁴⁵ Men leverantören får uppge vilken arbetsmängd som krävs, vilket har stor inverkan på priset. I praktiken innebär det att Trafikverket och leverantören förhandlar om totalpriset för tilläggsarbetet.

Riksrevisionen ser en stor risk för att detta har medfört en svag förhandlingsposition för Trafikverket. De ändringsarbeten som har genomförts inom ramen för utvecklingsarbetet syftar generellt till att ta fram ett stabilt, säkert och driftssäkert system som är utformat i enlighet med de senaste tekniska specifikationerna. Om ERTMS-införandet ska fortskrida enligt planen med de två leverantörerna måste varje förhandling om pris för ändringsarbeten sluta med att Trafikverket accepterar offerten från leverantören, och det här förhållandet är känt på förhand.

Riksrevisionen ser dock inte att Trafikverket hade kunnat reglera priserna för framtida ändringar på ett uppenbart bättre sätt i ramavtalet. Utifrån den kunskap som var tillgänglig 2008 var det inte möjligt att förutse vilka ändringar som skulle behöva genomföras i framtiden, på en sådan detaljerad nivå att det kunnat specificeras på förhand. Som exempel kan nämnas att det i ramavtalen finns en option för uppgradering av systemet till en ny EU-specifikation som förväntades i framtiden. Den versionen blev dock aldrig aktuell, utan beslutet som kom på EU-nivå gällde en version med annat namn och innehåll.⁴⁶ Eftersom optionen inte kunde användas var priset inte reglerat för den uppgradering som faktiskt genomfördes, utöver den mån som prislistor var tillämpliga. I stället förhandlades pris för ändrings- och tilläggsarbete fram.

3.2.4 Risken för fortsatt ökade utvecklingskostnader behöver motverkas

Riksrevisionen ser en risk för att framtida ändringar av systemversioner ska fortsätta att leda till ändringsarbeten som blir kostsamma för Trafikverket. Den beräknade totalkostnaden på 2,93 miljarder kronor som anges i planen 2018 omfattar utveckling och färdigställande av systemet enligt de beslut och rekommendationer som finns i dag på EU-nivå.⁴⁷ Samtidigt visar processen hittills

⁴³ Det är i enlighet med ABT06 (Allmänna bestämmelser för totalentreprenader).

⁴⁴ Trafikverkets ERTMS ESTER-avtal.

⁴⁵ 6 kap. 6 § ABT 06.

⁴⁶ Optionen gäller Baseline 3.0, men den beslutade versionen är Baseline 3.6.0.

⁴⁷ Den systemversion som avses motsvarar Baseline 3.6.0.

att Trafikverket har haft svårt att förutse vilka behov av ändringar och tillägg som har krävts i systemutvecklingen.

Utvecklingen av EU-standarderna har inte heller nått sitt slut ännu. Det förväntas till exempel en mer omfattande uppdatering av den tekniska specifikationen år 2022. Dessutom driver bl.a. Sverige på för att utforma specifikationer som underlättar att implementera alternativ till dagens radiosystem GSM-R.⁴⁸ Eftersom sådana icke beslutade ändringar troligtvis kommer att kräva ytterligare moment i utvecklingsarbetet finns en tydlig risk för att den uppskattade kostnaden för utveckling av ERTMS kommer att behöva justeras upp i framtiden.

Generellt gäller att ändringar som tillkommer sent i utvecklingsprocessen är förenade med högre kostnader. Om ändringar i systemversionen ska genomföras efter att ERTMS har implementerats på ytterligare sträckor (t.ex. Malmbanan) finns risk för att kostnaderna blir än större. Uppgraderingar av ERTMS-system på en bana där det redan är installerat kan endast genomföras av den leverantör som äger den unika källkoden.⁴⁹ Det går därför inte att konkurrensutsätta uppgraderingsarbeten med mindre än att systemet rivs upp och byggs om från början till orimligt stor kostnad.

Riksrevisionen ser ett behov av att Trafikverket utvecklar metoder för att kunna hantera framtida utvecklingsarbete mer effektivt och minska risken för kostnadsökningar. Det nuvarande avtalet med ERTMS-leverantörerna löper ut 2024 och kan inte förlängas ytterligare. Innan dess kommer därför en ny upphandling att behöva genomföras. Det ger tillfälle att utvärdera om det finns mer effektiva sätt att avtalsmässigt hantera tillkommande utvecklingsarbete i den mån det fortfarande är aktuellt.

En annan viktig fråga handlar om hur processer för säkerhetsgodkännande av systemet hanteras. Dessa processer är mycket omfattande och arbetskostnaderna utgör en betydande del av kostnadsökningarna. Även när bara mindre detaljer har ändrats i mjukvaran behöver nya omfattande prövningar genomföras, som inte nödvändigtvis behövs för att garantera säkerheten i systemet. Utifrån diskussioner med sakkunniga på Trafikverket har Riksrevisionen noterat att en effektivisering av processen kan uppnås genom en bättre paketering av de delar av systemet som måste "läsas upp" och genomgå ny säkerhetsprövning. Genom att i förväg ha definierade paket kan det vara möjligt att endast en mindre del behöver genomgå säkerhetsbevisning efter förändringar i mjukvaran.⁵⁰

⁴⁸ Telefonmöte med Transportstyrelsen, 2018-02-08.

⁴⁹ Material från Trafikverket, 2017-12-04 (a).

⁵⁰ Möte med Trafikverket, 2018-03-09.

3.3 Kostnader för utrullning av ERTMS

Kostnaderna för utrullning av ERTMS inkluderar modernisering av den befintliga signalanläggningen och utbytet av ställverken. De beräknade kostnaderna för utrullningen skiljer sig åt mellan planerna 2010, 2014 och 2018. Metoderna för att uppskatta kostnaderna har förändrats samtidigt som omfattningen på åtgärderna har justerats, vilket beskrivs plan för plan nedan.

3.3.1 Planen 2010 – underskattad osäkerhet för ScanMed Öst och ofullständiga uppgifter för övriga nätet

Av Trafikverkets redogörelser för Riksrevisionen av hur kostnaden uppskattades för ScanMed Öst till planen 2010 har det framgått att osäkerheterna i kostnaden inte belysts på ett tydligt sätt, vilket tyder på brister i kalkyltillämpningen och i sin tur brister i kvaliteten på uppskattningen.

Kostnaden för införandet av ERTMS på ScanMed Öst och Malmbanan uppskattades inför planen 2010 genom varsin osäkerhetsanalys enligt principen för så kallad successiv kalkylering.⁵¹ Metoden för successiv kalkylering syftar till att fånga en realistisk kostnadsbild av ett projekt som sträcker sig långt fram i tiden. Gruppanalys är ett centralt moment i den successiva kalkylen och används för att strukturera kalkylen.⁵² Metoden för successiv kalkylering började tillämpas mer systematiskt inom dåvarande Banverket runt 2009, efter det att regeringen gett ett uppdrag till dåvarande Banverket och Vägverket att införa en ny modell för styrning och uppföljning av stora infrastrukturinvesteringar.⁵³

Trafikverket har uppgett att man inte i tillräcklig utsträckning definierade de generella utgångspunkterna för osäkerhetsanalysen för ScanMed Öst och att man underskattat hur olika omvärldsfaktorer kunde påverka kostnaderna. Det resulterade i en för låg slutlig kostnadsuppskattning, i jämförelse med nästkommande plan 2014. Underskattningen var enligt Trafikverket i storleksordningen 400 miljoner kronor.⁵⁴

Riksrevisionen är vidare kritisk till att det inte fanns någon uppskattning av den totala kostnaden för ERTMS-införandet vid tidpunkten för planen 2010 trots att krav på att använda ERTMS införlivades i svensk lagstiftning redan 2004, och Trafikverket tecknade avtal med leverantörer för införande av ERTMS 2008.

⁵¹ Material från Trafikverket, 2017-12-04 (b); Möte med Trafikverket, 2017-11-17.

⁵² Trafikverket, handledning. *Fullständig osäkerhetsanalys enligt Successivprincipen*, TDOK 2011:185 version 3.0, dokumentdatum 2014-11-13.

⁵³ Regeringens skrivelse 2010/11:139, *Riksrevisionens granskning av kostnadskontroll i stora järnvägsinvesteringar*.

⁵⁴ Material från Trafikverket, 2018-01-30; Möte med Trafikverket, 2018-03-14. Läs mer i avsnitt 3.3.2.

3.3.2 Planen 2014 – förändringar i innehåll och fortsatt underskattad osäkerhet för ScanMed Öst

Riksrevisionens iakttagelse för planen 2014 är att kostnadsuppskattningarna även då präglades av svagt underbyggda bedömningar av kostnadernas osäkerheter. Trafikverket har till större del kunnat presentera förklaringar till varför kostnadsuppskattningarna till planen 2014 avvikit från 2010. Ofta handlar det om att åtgärders innehåll och omfattning har preciserats. En del av kostnadsskillnaderna har dock inte kunnat motiveras med mer än att de berott på underskattad osäkerhet.

Otydlig grund för bedömda osäkerhetsintervall

Till planen 2014 hade Trafikverket en ny ansats för att uppskatta kostnaderna och fokus låg på att få fram en god skattning för ScanMed Öst genom en bottom-up-modell. Trafikverket utgick i beräkningarna från erfarenheter av att ersätta gamla ATC-ställverk med nya datoriserade samt av att införa ERTMS på Ådalsbanan.⁵⁵ Den uppskattade kostnaden för ScanMed Öst användes sedan som bas för att beräkna kostnaderna på Malmbanan och resten av järnvägen.

Trafikverket har uppgett att man även hade gjort två försök till nya osäkerhetsanalyser för ScanMed Öst till planen 2014. Det uppskattade resultatet hade ett spann på omkring 5–10 miljarder kronor, vilket enligt Trafikverket var för stort för att vara användbart som underlag till åtgärdsplaneringen.⁵⁶ Genom den bottom-up-analys som gjordes i stället erhöles en kostnadsuppskattning som förvisso var underbyggd med mer precisa erfarenhetsvärden, men det saknades en tillförlitlig analys av kostnadens osäkerhetsmarginaler.

När åtgärder ska inrapporteras till den nationella planen ska ett minimivärde, ett maxvärde och troligt värde för den bedömda kostnaden matas in i en särskild mall. Utifrån de inmatade värdena beräknas ett viktat medelvärde, vilket blir den slutligt beräknade kostnad som sedan redovisas i planerna. Intervallet mellan minimi- och maxvärden, och hur de förhåller sig till det troliga värdet, har därför stor påverkan på den slutliga kostnadsuppskattningen.

De minimi- och maxvärden som matades in i åtgärdsplaneringens mall baserades på egna bedömningar av Trafikverkets experter.⁵⁷ Till planen 2018 visade det sig att det osäkerhetsintervall som användes i planen 2014 varit för smalt. Genom att ta ytterligare höjd för större osäkerheter i intervallet, så ökade den beräknade kostnaden med ytterligare 600 miljoner kronor. Trafikverket kallar det senaste

⁵⁵ Material från Trafikverket, 2018-01-30; Möte med Trafikverket, 2018-03-14. Läs mer i avsnitt 3.3.2.

⁵⁶ Möte med Trafikverket, 2017-11-17.

⁵⁷ Möte med Trafikverket, 2018-03-14.

påslaget för en riskreserv, en summa som var med i den interna budget för arbetet med ScanMed Öst men som inte kom med i redovisningen i planen 2014.⁵⁸

Skillnader i innehållet förklarar övriga förändringar i uppskattade kostnader

Skillnaden i kostnadsuppskattning för ScanMed Öst mellan planen 2010 och 2014 är cirka 850 miljoner kronor. Förutom att metoderna för att skatta kostnaderna för ScanMed Öst var olika mellan planerna (osäkerhetsanalys respektive bottom-up), så fanns även skillnader i antaganden och omfattning på åtgärden.⁵⁹

- År 2014 räknade Trafikverket med att behöva lägga mer resurser på att ta hänsyn till trafikstörningar under arbetet jämfört med 2010. Därutöver sänktes tidigare förväntningar på att återanvända material från den befintliga anläggningen. Trafikverket menar att förändringarna kan förklara en stor del av den beräknade kostnadsökningen för ScanMed Öst mellan 2010 och 2014 (+500–800 miljoner kronor) men menar att det är svårbedömt.
- Kostnaden i planen 2014 inrymmer också införandet av ERTMS på Malmö C och Citytunneln som lagts till sedan planen 2010 (+80 miljoner kr) och en större mängd signalobjekt än tidigare beräknat (+200 miljoner kr).
- Vissa avdrag gjordes också från innehållet jämfört med 2010, såsom åtgärder för förtätning av signalsträckor och för GSM-R (-300 miljoner kr).
- Den återstående skillnaden förklaras av den underskattade osäkerheten, som diskuterats ovan. Genom att ta höjd för större osäkerhet i analysen 2014 så ökade den beräknade kostnaden jämfört med resultatet 2010 (+400 miljoner kronor).⁶⁰

Kostnaden för Malmbanan som angavs i planen 2010 var betydligt lägre än i planen 2014. En anledning var att det planerade utförandet på Malmbanan vid tidpunkten för planen 2010 var indelat i två delar, men det var endast en del som namngavs i planen. Den andra delen avsågs finansieras genom höjda banavgifter och namngavs inte.

3.3.3 Plan 2018 – svårbedömda läreffekter förväntas ge lägre totalkostnad

Riksrevisionen konstaterar att de kostnadsuppskattningar som gjorts till planen 2018 i huvudsak är av god kvalitet. Flera kalkyler har gjorts för att analysera sträckor där utrullningen ska ske tidigt i planeringen. Samtidigt görs dock betydelsefulla antaganden i beräkningarna om förväntade kostnadsbesparingar som inte är tillräckligt underbyggda eller dokumenterade.

⁵⁸ Möte med Trafikverket, 2018-03-14.

⁵⁹ Möte med Trafikverket, 2017-11-17; Möte med Trafikverket, 2018-03-14.

⁶⁰ Trafikverket presenterar detta som att det fanns "bättre definierade generella villkor" till kalkylen inför planen 2014 jämfört med planen 2010.

Relevanta erfarenhetsvärden utgör grunden för kalkylerna

Kostnadsuppskattningarna till planen 2018 har utgått från Malmbanan eftersom det är den första banan, utöver pilotbanorna, som ska utrustas med ERTMS. Detta skiljer sig från 2014 då ScanMed Öst var utgångspunkten.

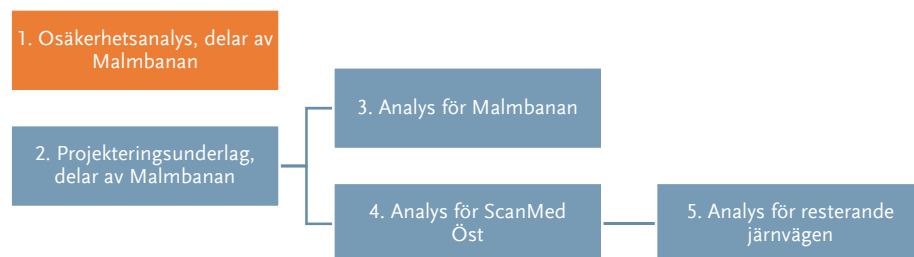
Kostnadsuppskattningarna har genomförts i följande steg, som också illustreras i figur 3.

- En osäkerhetsanalys gjordes enligt principen för successiv kalkylering för införandet på delar av Malmbanan (steg 1 i figuren).
- Därefter gjordes en kostnadsbedömning bottom-up utifrån ett projekteringsunderlag⁶¹ som beställts av Trafikverket för arbetet på delar av Malmbanan (steg 2). Underlaget innehåller förteckningar över material och arbete för utförandet med priser. Underlaget bearbetades internt på Trafikverket och ledde till en preliminär kostnadsuppskattning för delar av Malmbanan.⁶²
- Uppskattningen utifrån projekteringsunderlaget bearbetades vidare och applicerades på resterande delar av Malmbanan och ScanMed Öst (steg 3 respektive 4). Kostnaden justerades med hänsyn till följande faktorer: ålder på ytteranläggningen, skick på utdelar, läreffekter, åtgärder för att motverka driftstörningar, klimat och engångskostnader.
- Utfallet för ScanMed Öst användes sedan som bas för beräkning av kostnader för den resterade järnvägen (steg 5). Justeringar gjordes framför allt med hänsyn till läreffekter och arbeten utförda av andra, men inte för de övriga justeringsfaktorer som användes för ScanMed Öst. Trafikverket har inte en lika tillgänglig kunskap om det övriga nätets egenskaper, men bedömde att ScanMed Öst och övriga nätet är så pass lika att ytterligare justeringar utifrån banspecifika egenskaper inte var nödvändiga.⁶³

⁶¹ En så kallad bygghandling.

⁶² Trafikverket gjorde bland annat justeringar för risker, läreffekter, byggherrekostnader och andra faktorer som projektörerna bedömdes ha sämre kunskap om än myndigheten.

⁶³ Möte med Trafikverket, 2017-11-17; Trafikverkets faktagranskning, 2018-05-28.

Figur 3 Principskiss kostnadsuppskattningar till planen 2018

Källa: Riksrevisionens tolkning av Trafikverkets tillvägagångssätt

Sammantaget ser Riksrevisionen positivt på att flera tydliga metoder har använts för uppskattningen av kostnaden på den första delen av Malmbanan, eftersom den utgjort en utgångspunkt för resterande sträckor. Riksrevisionen bedömer vidare att den modell som Trafikverket har använt för att skala upp resultatet till resterande delar av Malmbanan och till ScanMed Öst bygger på relevanta erfarenhetsvärden och tar hänsyn till sådana faktorer som gör att snittkostnader kan skilja sig mellan olika delar av järnvägsnätet.

Osäkerhetsspannet för kostnadsuppskattningen för Malmbanan är väl belysta och bygger på ett underlag som tagits fram med en tydlig metod. Osäkerheterna för ScanMed Öst baserades i möjligaste mån på osäkerhetsanalysen som genomfördes för Malmbanan, men även på tidigare erfarenhet.⁶⁴ För övriga sträckor vilar dock osäkerhetsintervallen på en svag grund. De har baserats på enskilda personers bedömning. Spannet har på så vis landat på omkring 25 procent. Det rör sig visserligen till stor del om åtgärder som är planerade att genomföras först efter den aktuella planperioden, men Riksrevisionen ser det som angeläget att en trovärdig totalkostnad för ERTMS-införandet kan redovisas.

Antaganden om förväntade läreffekter är otillräckligt underbyggda

Kostnadsuppskattningarna inför planen 2018 inkluderar antaganden om effektiviseringar som förväntas i utrullningsarbetet, så kallade läreffekter. Riksrevisionen ser positivt på att Trafikverket har ett proaktivt arbete för att hålla nere kostnader och för att öka produktiviteten. Samtidigt är antaganden om läreffekterna otillräckligt underbyggda och saknar tydlig dokumentation.

Förväntningarna om läreffekter följer av att ERTMS-projektet på Trafikverket sedan 2016 har en processinriktad organisation som innebär att anpassningen av signalanläggningen och utrullningen av ERTMS ska följa en industrialiserad process genom framtagning av standardiserade moduler. Principen är att arbetet

⁶⁴ Material från Trafikverket, 2018-02-22.

sker med ständiga förbättringar och med effektiviseringar som följd.⁶⁵ Eftersom arbetsmomenten till hög grad blir repeterbara när hela järnvägen anpassas etappvis bygger Trafikverket upp organisationen för att få kontinuitet i planeringen och dra lärdomar av de tidiga faserna.⁶⁶ Kalkylerna inför planen 2018 har beaktat det nya utrullningskonceptet, vilket ger ökade kostnader för införanden som sker tidigt medan effektiviseringar eller läreffekter som förväntas i senare skeden ger betydande kostnadsbesparingar. Lärpengarna för Malmбанan uppskattas till 360 miljoner kronor i planen 2018 medan besparingar till följd av läreffekter i senare skeden uppskattas till 2,6 miljarder kronor.

Trafikverket har rekryterat personal med erfarenhet och studerat andra branscher som har arbetat med liknande processer där samma typ av investering repeteras på olika ställen och där man till slut kunnat reducera priserna med upp till 75 procent. Det finns en medvetenhet om att besparingspotentialen är mer begränsad för investeringar på järnvägen jämfört med andra sektorer, men Trafikverket bedömer att standardiserade typlösningar kan underlätta genomförande, säkerhetsgranskning och utbildningsinsatser.

Riksrevisionen ser dock kritiskt på att Trafikverket inte har gjort några specifika undersökningar av var eller hur effektiviseringen ska uppstå mer specifikt i ERTMS-utrullningen. Läreffekterna beräknas genom schabloner i kalkylen efter projektmedarbetares expertbedömningar. Hur de schablonerna har valts ut är inte tydligt eller dokumenterat. Trafikverket uppger att nyckeltal för kostnader ska justeras allteftersom fakturor kommer in och kunskapen om de faktiska kostnaderna ökar, så att de blir mer exakta.⁶⁷

Sammanställning av kostnadsjusteringar

I de kalkyler som gjordes till planen 2014 räknade ERTMS-projektet med att göra allt arbete själva. Inför planen 2018 har dock en ny förutsättning introducerats som innebär att andra projekt inom Trafikverket genomför ERTMS-relaterade åtgärder när det är effektivt att kombinera dem med övrigt arbete. Detta minskar belastningen på ERTMS-budgeten eftersom kostnaden bokförs på andra projekt.⁶⁸

Tabell 3 ger en sammanställning av de uppskattade kostnader för utrullningen som redovisats i planen 2018. Här visas utfallet av justeringarna för lärpengar respektive läreffekter, arbeten som utförs av andra samt engångskostnader för driftsättning i två steg (åtgärder som är avsedda att minska trafikstörningarna).

⁶⁵ Möten med Trafikverket 2017-11-09, 2017-11-17, 2018-03-14.

⁶⁶ ERTMS-projektet på Trafikverket arbetar med förbättringsarbete enligt PDCA-metoden (Plan Do Check Act) och enligt grundprinciper för Lean.

⁶⁷ Möte med Trafikverket, 2017-11-17.

⁶⁸ Material från Trafikverket, 2018-02-22.

Tabell 3 Uppskattade kostnader i förslaget till nationell plan 2018–2029, miljoner kronor

	Mnkr	Osäkerhets- intervall	Lärpengar/ läreffekter	Utfört av andra	Driftsättning i 2 steg
Malmbanan	2 658	+/- 10 %	+360		280
ScanMed Ö	6 084	+/- 13 %	-15	-190	111
ScanMed V	3 128	+/- 25 %	-467	-263	
Rest. stomnät	5 643	+/- 23 %	-777	-395	
Övriga	9 114	+/- 23 %	-1 349	-263	
Totalt	26 629				

Källa: Trafikverkets förslag till nationell plan för transportsystemet 2018–2029.

I och med införandet av den nya utrullningsmetoden förväntas de första sträckorna på Malmbanan ge "inlärningskostnader" (ca 360 miljoner kronor). Ett större fokus sätts också på att minska trafikstörningar vilket ger ett antal engångskostnader (345 miljoner kronor) för åtgärder som t.ex. att ställverket i Luleå byggs om i två steg. Detta förklarar varför den beräknade kostnaden för Malmbanan har ökat jämfört med planen 2014.

När det gäller ScanMed Öst anger Trafikverket att det finns skillnader i innehåll jämfört med analysen 2014. Bland annat ger driftsättningar i två steg ökade kostnader (111 miljoner kronor), vilket syftar på åtgärder för att minska trafikstörningar. Samtidigt har avdrag gjorts för arbete som nu förutsätts utföras av andra projekt på Trafikverket (-190 miljoner kr).

4 Trafikverkets underlag om effekterna av ERTMS

Riksrevisionen har granskat de underlag som tagits fram av Trafikverket avseende förväntade effekter av ERTMS. De mest aktuella beräkningarna redovisas i Trafikverkets samlade effektbedömning av ERTMS från 2017.⁶⁹ Att öka driftsäkerheten, t.ex. genom färre signalfel och förseningar, är den enda nyttoeffekt som Trafikverket har värderat och inkluderat i effektbedömningen 2017. Riksrevisionen har därför genomfört en mer omfattande granskning av underlagen för den bedömningen. Kapitlet berör även driftsproblem i den tidiga fasen och Trafikverkets beräkningar av förbättrad kapacitet. Vidare finns en kort redogörelse av vad underlättande av trafikering över landsgränser kan ge för värde ur svenskt perspektiv eftersom det är det övergripande syftet med ERTMS ur europeiskt perspektiv.

Trafikverket har uppgett att ERTMS kan ge upphov till minskade framtida underhållskostnader, men effekten har inte inkluderats i Trafikverkets samlade effektbedömning 2017 eftersom frågan uppges vara svårbedömd. Riksrevisionens granskning omfattar inte den här frågan. Det finns även fördelar med ERTMS som handlar om förbättrade kommunikationsverktyg och ökade möjligheter att stoppa tåg vid säkerhetsrisker som inte heller berörs i granskningen.

4.1 Driftsäkerhet

Trafikverket har genomfört jämförande analyser av driftsäkerhet mellan banor med ERTMS och banor med det befintliga systemet ATC. Trafikverket bedömer utifrån analyserna att ERTMS kommer att leda till färre signalfel och stopp. Dessa vinster värderas till 3,9 miljarder kronor i Trafikverkets samlade effektbedömning av olika införandetakter för ERTMS från 2017. Riksrevisionen har granskat analysmetoderna, hur osäkerheten hanterats och om analysernas resultat presenterats på ett rättvisande sätt. Trafikverkets analyser visar på en klart förbättrad driftsäkerhet på ERTMS-banor jämfört med ATC-banor. Men det finns osäkerhetsfaktorer som är genomgående i analyserna och som reser frågetecken kring hur stor del av förbättringen som beror på själva ERTMS-systemet.

4.1.1 ERTMS-banorna har jämförts med ATC-banor

Trafikverket har genomfört analyser av driftsäkerheten genom att jämföra ERTMS-banorna Botniabanan, Ådalsbanan och Haparandabanan med ATC-banor

⁶⁹ Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet*. 2017.

på stomnätet, bortsett från Stockholm C, Göteborg C och Malmö C.⁷⁰ Jämförelsen avser fel och konsekvenser av fel som kan kopplas till signalsystemet. Banor på stomnätet har valts för att datakvaliteten är bättre där än för övriga nätet. Statistiken för båda grupperna är hämtad från samma databaser.⁷¹ En separat analys har genomförts där samma ERTMS-banor jämförs med enbart de banor som har moderna ATC-ställverk. Totalt har ett tjugotal jämförelser gjorts med olika avgränsningar och mått. Tabell 4 visar en översikt av valen.

Tabell 4 Jämförelser av driftsäkerhet mellan ATC- och ERTMS-banor

Typ av avgränsning	Olika val som testats i analyser
Vilka ATC-banor som ingår i jämförelsen	– ATC-banor på stomnätet, exklusive Stockholm C, Göteborg C och Malmö C. – Endast sträckor med moderna ATC-ställverk med hel respektive blandad konfiguration.
Vilka delar av signalanläggningen som ska ingå i mätningen	– Hela signalanläggningen. – Delsystemet "signalställverk, radioblockcentral och linjeblockeringssystem".
Vilka mått som ska användas	Antal fel, antal störande fel, förseningsminuter, försenade tåg, nertid, reparationstid etc.
Vad tillförligheten ska relateras till	– Per bankilometer – justerar för banornas längd. – Per tågkilometer – justerar för skillnader i trafikering. – Per störande fel – ger mått på konsekvensen av ett fel. – Per antal ställverk, logiska objekt eller driftplatser – justerar för anläggningens komplexitet.
Jämförelseperiod	Månadsvis (2016 och framåt), halvårsvis, helårsvis.

Källa: Trafikverket 2017, *Effektbedömning, bilaga 3*.

I den samlade effektbedömningens huvudanalys använder Trafikverket förseningsminuter som mått på signalfel.⁷² För att få bort skillnader som beror på olika mängd trafikering på olika banor så har antalet faktiska förseningsminuter delats på antalet tågkilometer, se mer i avsnitt 4.1.5.⁷³

4.1.2 ERTMS-banorna uppvisar bättre resultat än ATC

Trafikverkets analyser visar att ERTMS-banorna uppvisar goda resultat och att de generellt sett presterar bättre än ATC-banorna. Under perioden juni 2016 till juli 2017 hade ERTMS-banorna i genomsnitt hälften så många *förseningsminuter per*

⁷⁰ Möte med Trafikverket, 2017-11-15.

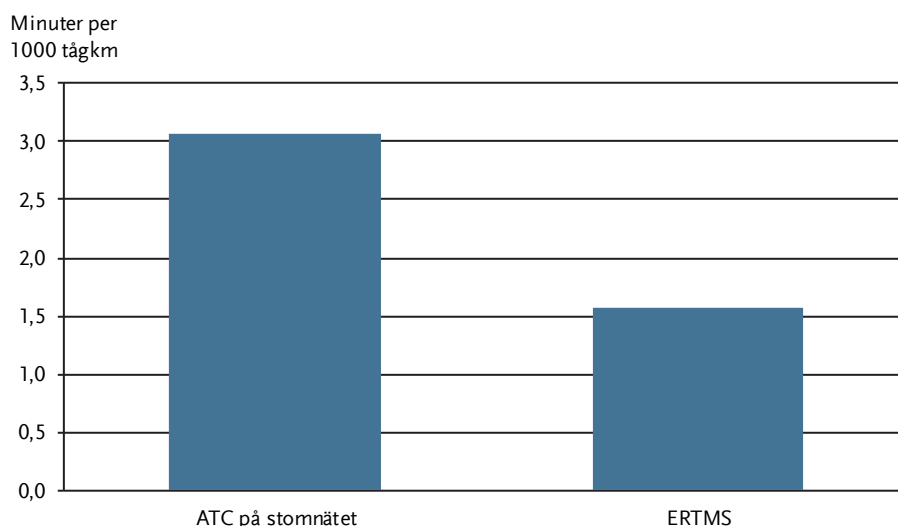
⁷¹ Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet*. 2017, s. 20–23.

⁷² Måttet kan användas inom Trafikverkets gängse metoder för samlade effektbedömningar. Däremot saknas metod för kvantifiering av till exempel antal fel.

⁷³ Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet*. 2017, s. 20–21.

tågkilometer som ATC-banorna (se diagram 2).⁷⁴ Resultaten är desamma för helåret 2016. Studeras siffrorna på halvårsnivå eller per månad finns två månader där ERTMS-banorna presterade sämre än ATC-banorna i genomsnitt.⁷⁵ En brist med måttet är att inställda tåg inte är inkluderade i statistiken.

Diagram 2 Förseningsminuter per 1000 tågkm, juli 2016 till juni 2017



Källa: Trafikverket (2017), "ERTMS-tillförlitlighetsrapport"

Sett till *antalet fel per bankilometer* uppvisar ERTMS-banorna bättre resultat än ATC-banorna per halvårsperiod. Detta är ett relevant mått för att undersöka hur mycket underhållsåtgärder som behövs per kilometer bana. På det sena halvåret (juli–december) tenderar felen på ERTMS-banorna vara fler jämfört med det tidigare halvåret (januari–juni) på ERTMS-banorna. Det förklaras till viss del av externa faktorer som åska, som tenderar förekomma oftare på sensommaren.

Skillnader i driftssäkerhet mellan ERTMS och ATC beror till viss del på fysiska skillnader mellan systemen. Systemen har olika arkitektur, som genomför signalanläggningens funktion på olika sätt. ATC har vissa felkällor som ERTMS saknar, till exempel optiska signaler och icke redundanta baliser.⁷⁶ Det finns också skillnader i mjukvaran som kan förklara varför driftsäkerheten skiljer sig mellan systemen. ERTMS är utvecklat enligt systematiska och standardiserade metoder⁷⁷, vilket inte är fallet med ATC.⁷⁸

⁷⁴ Trafikverket. ERTMS-tillförlitlighetsrapport. 2017.

⁷⁵ Samtliga från Trafikverket. ERTMS-tillförlitlighetsrapport. 2017.

⁷⁶ Trafikverkets faktagranskning, 2018-05-28.

⁷⁷ T.ex. Cenelec 50128.

⁷⁸ Möte med Trafikverket, 2017-11-15.

4.1.3 Kompletterande jämförelser med moderna ATC-ställverk

Trafikverket har gjort ytterligare jämförelser med enbart de modernare datoriserade ATC-ställverken som finns i dag. Detta för att undersöka om skillnaden i prestation mellan ATC och ERTMS-banor beror på skillnader i hur modern och/eller komplex anläggningen är. Trafikverket har dock reserverat sig för att dessa analyser har högre osäkerhet på grund av att datakvaliteten är lägre och ska ses som kompletterande.⁷⁹ Jämförelser har gjorts mellan de ERTMS-utrustade ställverken (totalt 5 ställverk) och de datoriserade ATC-utrustade ställverken (totalt 20 stycken, varav 5 med helt datoriserad och 15 med blandad konfiguration). Jämförelser har också gjorts mellan ERTMS-ställverken och de fem moderna ATC-ställverk som har helt datoriserad konfiguration. Därutöver har även fem moderna ATC-ställverk (med hel och blandad konfiguration) som ansetts vara särskilt jämförbara avseende arkitektur analyserats mot ERTMS-ställverken. I samtliga analyser har ERTMS uppvisat bättre resultat än ATC.⁸⁰

4.1.4 Bristande jämförbarhet ger osäkra resultat

Trafikverket konstaterar i den samhällsekonomiska analysen från 2017 att analyserna tydligt visar att ERTMS som system har en högre driftsäkerhet än ATC.⁸¹ För att kontrollera för osäkerhet i analyserna har Trafikverket testat olika mått och avgränsningar och valt att använda de mer konservativa resultaten i huvudanalysen. Trafikverket har vid senare tillfällen framfört till Riksrevisionen att det saknas perfekta jämförelseobjekt, och att det därför inte går att kvantifiera exakt hur mycket driftsäkerheten förbättras med ERTMS.⁸² Riksrevisionen har funnit två huvudsakliga faktorer som de alternativa analyserna inte kan kontrollera för och det har konsekvenser för hur resultaten kan användas.

En källa till osäkerhet i analyserna handlar om de skilda egenskaper som ERTMS-respektive ATC-banorna har. Nästan samtliga ATC-banor på stomnätet har valts ut för jämförelsen. Riksrevisionen har ställt frågan om andra, mindre urval av banor övervägts som har fler likheter med ERTMS-banorna än vad stomnätet i genomsnitt har. Trafikverket har uppgett att det varit uppe för diskussion men att ett urval baserat på en viss egenskap innebär att göra avkall på andra. Det finns flera kriterier att utgå ifrån och ett snävare urval måste i så fall motiveras av att den egenskapen är särskilt viktig för att uppnå jämförbarhet.⁸³

Trafikverkets analys handlar om skillnader i fel som kan relateras till just signalsystemet. Men det finns även redovisning av andra felkategorier för både

⁷⁹ Möte med Trafikverket, 2017-11-15.

⁸⁰ Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet*. 2017.

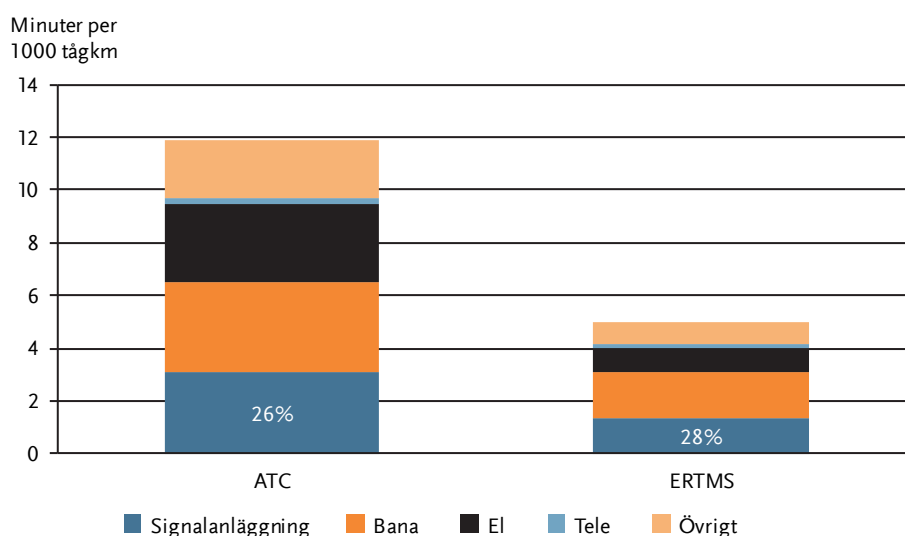
⁸¹ Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet*. 2017, s. 23.

⁸² Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet*. 2017; Möte med Trafikverket, 2017-10-27; Möte med Trafikverket, 2017-11-15.

⁸³ Möte med Trafikverket, 2017-11-15.

ERTMS- och ATC-banorna. En intressant iakttagelse är att fördelningen mellan olika typer av fel är ungefär densamma i båda grupperna, vilket innebär att andra typer av fel minskar lika mycket som de signalrelaterade felen på ERTMS-banor jämfört med ATC-banor. Detta framgår av diagram 3. Det indikerar att andra faktorer, exempelvis skillnader i anläggningens ålder samt i banornas egenskaper och trafikering, har betydande påverkan på felmängden.

Diagram 3 Förseningsminuter per 1000 tågkm juli 2016 till juni 2017



Källa: Trafikverket (2017) "ERTMS-tillförlitlighetsrapport".

Riksrevisionen har ställt frågan hur olika trafikmängd på stornätet respektive ERTMS-banorna påverkar analyserna. Trafikverket har uppgett att hänsyn tas till banornas skillnad i trafikering genom att måttet förseningsminuter används och relateras till mängden tågkilometer. Trafikverket lyfte även fram att Botnia- och Ådalsbanan är klassade som medeltrafikerade, och att störningar där även kan påverka söder om Sundsvall som är en högtrafikerad sträcka.⁸⁴

Trafikverkets analys ger vissa argument för att ERTMS som system leder till bättre driftsäkerhet. Utfallet av jämförelser mellan ERTMS- och ATC-banor visar entydigt på bättre resultat för ERTMS. Trafikverket har jämfört olika mått på fel och konsekvenser av fel för att validera resultaten. Vidare finns det fysiska skillnader mellan systemen som talar för att ERTMS skulle ge högre driftsäkerhet. Vissa komponenter som är felkällor i ATC-anläggningen finns inte för ERTMS.

Riksrevisionen bedömer dock att osäkerheter kvarstår i analysen som Trafikverket inte har reserverat sig för. Det finns till exempel sammanhängande sträckor med

⁸⁴ Möte med Trafikverket, 2017-11-15.

högre trafik i jämförelsegruppen med ATC-banor. Analyserna som har gjorts tar endast delvis hänsyn till hur sambandet mellan trafikering och fel ser ut. Om högre trafikering både leder till fler fel och större konsekvenser för trafiken av uppkomna fel så är det inte frågan om ett linjärt samband mellan ökad trafik och ökade förseningsminuter. Då kontrolleras inte skillnaden mellan grupperna av att förseningsminuterna slås ut per tågkilometer. Det går inte utifrån tillgängliga analyser att säga hur det påverkar utfallet. En väg att gå för att komplettera analyserna hade kunnat vara att använda en modell för att skatta effekten av signalsystemstyp på driftsäkerhet, där olika banspecifika och anläggningspecifika variabler vägs in. Riksrevisionen kan dock inte avgöra om datakvaliteten är tillräcklig för ett sådant upplägg.

En annan källa till bristande jämförbarhet är att signalanläggningen på ATC-banor till största del inte har designats från grunden som ett sammanhållet system, utan har vuxit fram över tid med lösningar som tagits fram för den specifika platsen. Även den kompletterande jämförelsen med enbart moderna ATC-ställverk blir lidande av att de huvudsakligen har installerats som ersättare för äldre ställverk, och att anläggningen i övrigt fortfarande har den gamla anläggningsarkitekturen. Om det är just kombinationen av datoriserade ställverk med hel konfiguration och en ny anläggningsarkitektur som ger vinster, så finns det i dag inga bra jämförelseobjekt bland ATC-banorna. Den kombinationen finns bara på ERTMS-banorna, och det är inte klarlagt om det är systemen i sig som ger olika driftsäkerhet, eller om samma nivå hade kunnat uppnås om en ny signalanläggning med datoriserad ATC byggdes och designades från grunden.

Riksrevisionen konstaterar att Trafikverket har genomfört en omfattande och ambitiös analys av skillnaderna i driftsäkerhet mellan ERTMS och ATC. Många olika analyser har genomförts för att validera resultaten. Riksrevisionen bedömer att analyserna ger trovärdiga indikationer på en ökad driftsäkerhet med ERTMS. Men skillnaderna mellan jämförelsegrupperna gör att det finns osäkerhet i storleken på den förbättring i driftsäkerhet som kan väntas när ERTMS ska införas på fler banor. Det här har betydelse för analysernas användbarhet i effektbedömningar.

4.1.5 Värdering av driftsäkerhet i Trafikverkets samlade effektbedömning

Resultaten från driftsäkerhetsanalyserna används i Trafikverkets samlade effektbedömning av ERTMS från 2017. Trafikverket menar att den förbättrade driftsäkerheten med ERTMS är en effekt som kan värderas och tillgodoses vid ett tidigt införande. Förutom de lägre infrastrukturkostnaderna, som talar för ett tidigt införande, förbättras alltså kalkylen också av den ökade driftsäkerheten med ERTMS. Om tidpunkten för ERTMS-införandet skjuts upp, går man miste om

nyttan av den förbättrade driftsäkerheten under uppskovstiden.⁸⁵ Som konstaterat ovan går det dock enligt Riksrevisionen inte att avgöra om den förbättrade driftsäkerheten fullt ut kan härledas till just ERTMS som system. Det finns därför en risk för att Trafikverket, trots att man har använt sig av de mer restriktiva resultaten, har överskattat nyttan av driftsäkerheten i kalkylen 2017. Trafikverket har i kontakter med Riksrevisionen lyft fram att analyserna inte ger grund för att slå fast exakt storleksordning på förbättringen med ERTMS men att analyserna sammantaget visar på en tydlig trend.⁸⁶ Riksrevisionen anser dock att osäkerheten inte har redovisats tillräckligt tydligt i samband med effektbedömningen 2017.

4.2 Driftsproblem i den tidiga fasen

Riksdagen har varit tydlig med att ERTMS-införandet måste ske på ett sätt som minimerar risken för driftsstörningar eller negativ påverkan på tillförlitligheten i järnvägssystemet.⁸⁷ Samtidigt är driftsäkerheten ett av de största orosmomenten för järnvägsoperatörerna inför den framtida implementeringen.

Det finns fyra banor som är driftsatta med ERTMS i dag: Botniabanan, Ådalsbanan, Haparandabanan och Västerdalsbanan. Den nybyggda Botniabanan utrustades med ERTMS och öppnade för kommersiell trafik 2011. Ådalsbanan genomgick en omfattande upprustning mellan 2006 och 2012, inklusive införande av ERTMS, och driftsattes därefter i juli 2012. Haparandabanan utrustades med ERTMS år 2013. Därefter har viss godstrafik trafikerat sträckan men omfattningen är ganska liten. Västerdalsbanan utrustades 2012 med en separat typ av ERTMS-system som kallas L3 regional. Trafikverkets ambition var att utveckla ett billigare system för banor med mindre trafik. Resultatet blev dock inte tillräckligt bra och systemet har fortfarande inte fått ett slutgiltigt säkerhetsgodkännande. Trafikverket har inga planer på att vidareutveckla systemet eller att använda det på andra banor.⁸⁸

De första åren av kommersiell trafik på den upprustade Ådalsbanan och den nybyggda Botniabanan präglades av stora driftsproblem till följd av ERTMS-systemet. Många fel uppstod när nya uppdateringar introducerades, i såväl mark- som ombordutrustningen. Den senaste omfattande driftstörningen på grund av ett mjukvarurelaterat fel i markutrustningen uppstod sommaren 2015. Företrädare för Norrtåg uppger dock att det i dag fortfarande uppstår många mindre systemkrascher i ombordutrustningen, som orsakar mindre förseningar men som förekommer frekvent. Ett av de vanligaste felen är att det blir nödstopp

⁸⁵ Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet*. 2017.

⁸⁶ Möte med Trafikverket, 2017-11-15.

⁸⁷ Bet. 2016/17:TU4, s. 56.

⁸⁸ Material från Trafikverket, 2017-11-17 (b), Trafikverket beslut 2014/17038.

på vissa ATC-sträckor, på grund av att signalerna från vissa baliser i spåren inte läses av ordentligt av fordonens ombordutrustning. Problemet har minskat, men förekommer fortfarande. Dock sker det för Norrtåg numer främst på stationsområden i stället för på körsträckor.⁸⁹ Eftersom dessa fel inte berör markutrustningen för ERTMS ingår de inte i Trafikverkets felstatistik för ERTMS-banorna. För tågoperatörerna är det dock fortfarande ett problem som behöver åtgärdas för att kunna få till stånd ett smidigt ERTMS-införande. Leverantörerna av ombordsystem på den svenska marknaden utvecklar och testar sina produkter med bistånd av Trafikverket.

En anledning till de tidigare problemen på pilotbanorna är det kontinuerliga utvecklingsarbetet av marksystemet som har pågått samtidigt med implementeringen av systemet på pilotbanorna. När en ny baseline kommer tar det ca två år att få mjukvaran färdigutvecklad. Trafikverket har att välja mellan att samla upp systemförändringar och anläggningsförändringar i ett mer komplext samlat införande, eller att separera förändringarna och få flera mindre införanden, med fler kortare trafikavstängningar. Trafikverket har valt att gå från färre större införanden till något fler mindre införanden för att minska de negativa konsekvenserna av pågående utvecklingsarbete.⁹⁰ Trafikverket har även byggt upp ett eget testlabb där man simulerar tåg som kör för att kunna testa signalsystemet. Det finns även en ny testbana där ERTMS kan testas nattetid utan att störa den kommersiella trafiken. Trafikverket har vidare ställt högre krav på leverantörerna än tidigare vad gäller tester.⁹¹

I dag tar processen från startad projektering till driftsatt bana fem år. Konsekvensen av att ta en sträcka i anspråk så länge är stor. Det är av stor vikt att Trafikverket vidtar åtgärder för att minska driftsstörningar när utrullningen går vidare till banor med högre trafik. Trafikverket arbetar med att utveckla metoder för att minimera trafikstörning, bl.a. genom samordning med andra investerings- och underhållsprojekt för samutnyttjande av tider. Trafikverket har planerat för en driftsättning i två steg på Malmбанan för att minska de negativa konsekvenserna.⁹²

Det är både tiden för ibruktagande vid ERTMS-införandet och eventuella fel som uppstår efter driftsättning som kan leda till trafikstörningar. Riksrevisionen har ställt frågan om Trafikverket har genomfört någon uppskattning och värdering av konsekvenserna av trafikstörningar under det kommande införandet på t.ex. Södra stambanan. Trafikverket uppger att någon sådan uppskattning ännu inte har genomförts. Det är först när projektet har gått igenom de första

⁸⁹ Möte med företrädare för Norrtåg, 2017-12-20. Material från Norrtåg, 2018-02-01.

⁹⁰ Material från Trafikverket, 2017-11-17 (b); Trafikverkets faktagranskning, 2018-05-28.

⁹¹ Möte med Trafikverket, 2017-11-09.

⁹² Material från Trafikverket, 2017-11-17 (b); Möte med Trafikverket, 2017-11-09.

projekteringsstegen som en sådan uppskattning kan göras.⁹³ Riksrevisionen kan inte utifrån den genomförda granskningen bedöma huruvida Trafikverkets underlag på ett korrekt sätt uppskattar risken för att betydande trafikstörningar ska uppstå när ERTMS rullas ut i stor skala. Flera av de åtgärder som Trafikverket har vidtagit bör däremot ge en signifikant förbättring av förutsättningarna för genomförandet jämfört med pilotbanorna och Botniabanan.

4.3 Kapacitet

I tidigare underlag har Trafikverket och tidigare Banverket framfört att ERTMS kan ge stora kapacitetshöjande effekter på järnvägen. Det har varit ett av de viktigaste argumenten för införandet men är sedan ett par år tillbaka inte längre aktuellt. I effektbedömningen 2017 uppger Trafikverket att kapacitetsvinster som tidigare ansetts vara en följd av ERTMS även går att uppnå med en moderniserad ATC-anläggning, dock i vissa fall till en större kostnad.

År 2004 framförde dåvarande Banverket att ERTMS enligt preliminära uppgifter, och beroende på trafiksituation, hade förutsättning att ge kapacitetsökningar på upp till 25 procent på dubbelspårade sträckor.⁹⁴

År 2012 skrev Trafikverket att ERTMS nivå 2, som även då utgjorde grunden i Sveriges ERTMS-planer, gav möjlighet till ökad kapacitet.⁹⁵ Myndigheten pekade på att ERTMS kunde ge 10–20 procents förbättrad kapacitet på Södra stambanan. Den analys som hade genomförts jämförde dock kapacitetsutnyttjandet mellan ERTMS med förkortade blocksträckor och dagens ATC med befintliga blocksträckor. Det framgår att det egentligen handlade om kapacitetsökningar som kunde uppnås till lägre kostnader i samband med ERTMS-införandet, men att de även kunde uppnås med ATC. Ingen redovisning av kostnaderna mellan alternativen gjordes dock.⁹⁶

I samma rapport från 2012 förklarade Trafikverket att kapacitetsökningar kan uppnås med ERTMS genom att:

- blocksträckorna kan förkortas – som anges ovan vore detta möjligt även med dagens ATC-system, men det skulle vara dyrare
- hastighetsregleringen är kontinuerlig
- hanteringen av spårledningsfel är enklare

⁹³ Möte med Trafikverket, 2017-11-17.

⁹⁴ Banverket. *Framtidsplan för järnvägen. Del 1 Åtgärder på nationell nivå 2004–2015*. 2004, s. 82.

⁹⁵ Det står även att ytterligare viss kapacitetshöjning kan komma genom ERTMS nivå 3 med "moving block" när denna är klar.

⁹⁶ Trafikverket. *ERTMS i Sverige – Nuläge och viktiga vägval*. 2012, s. 8–9.

- hastigheten för dåligt bromsade godståg kan ökas, vilket ger ett bättre trafikflöde
- maxhastigheten är möjlig att höja– något som också vore möjligt med ATC men till en betydligt högre kostnad.

Några faktorer med ERTMS bedömdes 2012 ha en negativ effekt på kapaciteten:⁹⁷

- en minskad möjlighet till överhastighet
- ökad fördröjning i körbeskedsgivande på grund av radioöverföringen.

Trafikverket har dock sedan dess tagit fram kunskap som motsäger att dessa faktorer skulle leda till lägre kapacitet.⁹⁸ 2013 genomförde myndigheten en kapacitetsutredning och samhällsekonomisk bedömning av ett införande av ERTMS med jämförelse mot att fortsätta med ATC.⁹⁹ Resultatet visade på förbättrad kapacitet till ett värde på 17,3 miljarder kronor.¹⁰⁰ Den teoretiska kapacitetsberäkningen bygger på en bedömning att den s.k. headwaytiden mellan tågen kan minska med 0,5–1 minut med hjälp av den kontinuerliga uppdateringen av framförvarande signalbesked genom ERTMS, vilket ger kortare tidtabellstider.¹⁰¹ Det är endast effekterna för persontågstrafiken som har beräknats. Effekter av förkortade blocksträckor eller av en eventuell höjning av maxhastigheten har inte beräknats.

Hösten 2015 beställde Trafikverket en ny studie av kapaciteten på Södra stambanan som genomfördes med en mer detaljerad och kvalificerad modell än tidigare. Resultatet visade en försämrad kapacitet på 3 procent med ERTMS BL 3 jämfört med ATC2. Kapaciteten blir likvärdig först när ERTMS kombineras med infrastrukturåtgärder. Åtgärder som behöver göras i infrastrukturen är bl.a. att korta blocksträckor. Ytterligare åtgärder som Trafikverket ska titta på är att ”ERTMS-anpassa” tidtabellen, använda nödbromskurva i stället för driftbromskurva och att flytta signalpunkter.¹⁰²

År 2017 gjorde Trafikverket en ny samhällsekonomisk bedömning av ERTMS med fokus på effekterna av olika införandetakt.¹⁰³ I analysen förutsätts att

⁹⁷ Trafikverket. *ERTMS i Sverige – Nuläge och viktiga vägval*. 2012, s. 8–9.

⁹⁸ Trafikverkets faktagranskning, 2018-05-28.

⁹⁹ Trafikverket. *Förslag till plan för införande av ERTMS i Sverige*. 2013, Bilaga 1 PM. *Samhällsekonomiska effekter av ERTMS* inklusive underbilagor. 2013-05-08.

¹⁰⁰ Trafikverket. *Förslag till plan för införande av ERTMS i Sverige*. 2013, s. 16–20 samt Bilaga 1 PM. *Samhällsekonomiska effekter av ERTMS* inklusive underbilagor. 2013-05-08.

¹⁰¹ Trafikverket. *Förslag till plan för införande av ERTMS i Sverige*. 2013, s. 16–20 samt Bilaga 1 PM. *Samhällsekonomiska effekter av ERTMS* inklusive underbilagan *Trafikala avvägningar inför samhällsekonomiska beräkningar för införandet av ERTMS*.

¹⁰² Trafikverket – Minnesanteckningar från ERTMS samrådsgrupp 7 dec 2015, dok nr ERTMS15-065, bilaga 1501207, Samrådsmöte.pptx

¹⁰³ Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet – Effektbedömning och samhällsekonomisk analys*. 2013.

signalanläggningen behöver reinvesteras enligt en given tidsplan, på grund av föråldrade komponenter m.m., oavsett valet av signalsystem. I rapporten bedömer Trafikverket att skillnaden i kapacitet mellan de två systemen är försumbar. Kapacitetseffekter är möjliga genom olika trimningsåtgärder i den moderniserade anläggningen, som går att genomföra med såväl ERTMS som modern ATC, så som optimering av bromsparametrar och hastighetsprofil, signaloptimering och samtida infart på enkelspåriga banor. Dessa trimningar blir dock möjliga att införa till en mindre kostnad vid ett införande av ERTMS. Därför har effekterna endast beräknats i en känslighetsanalys, där tidsvinsterna har kvantifierats men inte värderats monetärt. Skillnaderna i kostnader redovisas inte.¹⁰⁴ Riksrevisionen ser det som anmärkningsvärt att antaganden och metoder kan skilja sig så mycket att den kapacitetsvinst som värderades till 17,3 miljarder kronor 2013 inte alls är inkluderad i huvudanalysen 2017.

4.4 Gränsöverskridande trafik

Det övergripande syftet med ERTMS ur europeiskt perspektiv är att bidra till förenklad trafik över landsgränserna.¹⁰⁵ Ytterligare en nytta som Trafikverket lyfter fram av ERTMS är ökad standardisering vilket på sikt väntas ge lägre kostnader. Genom ERTMS ges förbättrade möjligheter att leasa fordon och att ha en mer optimal fordonsflotta med färre reservfordon, och för en större marknad att vända sig till när det gäller arbetsfordon för till exempel järnvägsunderhåll.¹⁰⁶ Riksrevisionen har sammanställt information från Trafikverket, branschorganisationen Tågoperatörerna och Europeiska revisionsrätten för att bedöma vilken nytta som skiftet till ERTMS kan förväntas ge i fråga om gränsöverskridande trafik för Sverige.

4.4.1 ERTMS adresserar ett av flera hinder för gränsöverskridande trafik

I dag används 16 olika signalsystemstandarder i Europa.¹⁰⁷ Fordon som trafikerar olika länder behöver därför utrustas med de signalsystem som krävs för respektive sträckor. Det innebär till exempel att fordon som ska köra från Sverige till Tyskland via Danmark behöver utrustas med tre olika system.¹⁰⁸ Även med ett gemensamt signalsystem kvarstår dock faktorer som försvårar gränsöverskridande trafik. Det finns till exempel olika typer av elsystem och strömavtagare samt olika

¹⁰⁴ Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet – Effektbedömning och samhällsekonomisk analys*. 2013.

¹⁰⁵ Trafikverket. *Införandeplan för ERTMS*. 2015, s. 4.

¹⁰⁶ Material från Trafikverket, 2018-04-04.

¹⁰⁷ Material från Trafikverket, 2017-08-19.

¹⁰⁸ Europeiska revisionsrätten. *Ett gemensamt europeiskt trafikstyrningssystem för järnväg: kommer det politiska beslutet någonsin att bli verklighet?*. 2017, s. 10.

regler för längden på tåg och för lokförarintyg.¹⁰⁹ Införandet av ERTMS eliminerar alltså endast en av de trösklar som finns i dag, men kan bli en grundförutsättning för framtida utveckling och standardisering.

4.4.2 Tekniska problem med ERTMS har hindrat driftskompatibilitet

Europeiska revisionsrätten konstaterade i en rapport från 2017 att genomförandet av ERTMS (fram till slutet av 2016) varit begränsat vilket utgör en risk för att de fastställda målen för 2030 inte kommer att nås.¹¹⁰ I samma rapport pekar ECA också på de driftsproblem som varit förenade med ERTMS i olika länder. Flera störningar har uppstått när fordon ska trafikera olika järnvägssträckor som varit utrustade med olika versioner av ERTMS. Sådana driftskompatibilitetsproblem förekommer inte bara på de gränsöverskridande sträckorna utan även inom ett och samma land.¹¹¹ Dessutom är det vanligt att potentiella problem inte kommuniceras offentligt, vilket gör det svårare att hitta gemensamma lösningar.¹¹²

4.4.3 Nyttan för Sverige troligtvis begränsad på kort sikt

Riksrevisionens bild är att införandet av ERTMS i Sverige inte innebär någon väsentlig förbättring av förutsättningarna för gränsöverskridande tågtrafik innan standardisering uppnås på fler områden. Det kommer fortfarande att behövas speciella fordon för att passera landsgränser, men med skillnaden att ombordutrustningen för signalsystem inte behöver specialanpassas. Eftersom Sverige är beläget i utkanten av det europeiska järnvägsnätet är nyttan av förenklad persontrafik mindre för Sverige jämfört med många andra länder, även om trafiken till och från Norge och Danmark är relativt omfattande. Den potentiella nyttan med ERTMS skulle kunna vara större för godstransporter eftersom dessa i dag passerar fler landsgränser.¹¹³ Lönsamheten inom järnvägens godstrafik är generellt sett ganska låg i Sverige.¹¹⁴ Godstrafiken har minskat med 15 procent totalt sett under de senaste sex åren¹¹⁵, att jämföra med persontrafiken som ökat med 22 procent.¹¹⁶

¹⁰⁹ Material från Trafikverket, 2017-08-19.

¹¹⁰ Europeiska revisionsrätten. *Ett gemensamt europeiskt trafikstyrningssystem för järnväg: kommer det politiska beslutet någonsin att bli verklighet?*. 2017, s. 27.

¹¹¹ Ibid. s. 35.

¹¹² Ibid. s. 36.

¹¹³ Inom ScanMed-korridoren exporterar Sverige mest till Tyskland (71 procent), Italien (11 procent) och Norge (10 procent). Importen kommer huvudsakligen från Tyskland (52 procent), Norge (39 procent) och Italien (5 procent).

¹¹⁴ Trafikverket. *ERTMS – Alternativ för finansiering av ombordutrustning*. 2013, s. 16.

¹¹⁵ Under perioden 2011–2017.

¹¹⁶ Statistik från Trafikverket, 2018-03-05.

Sverige har samarbetsavtal med Danmark och Norge för ländernas införande av ERTMS.¹¹⁷ Avtalen innebär att införandetakten anpassas till respektive lands tidsplaner samt att utrustningen sker med förenliga ERTMS-versioner. I november 2017 meddelade Banedanmark en ny plan där takten för införandet saktas ned med en successiv utrullning av ERTMS 2030 jämfört med till 2023, som gällde tidigare.¹¹⁸ Bakgrunden till den nya planen var att en revisionsbyrå gjort en extern granskning av den danska ERTMS-strategin och funnit att den pågående utrullningen av signalutrustning i infrastrukturen varit mycket ansträngd och att det även fanns stora osäkerheter med tillgången till fordonsutrustning i förhållande till den då gällande införandeplanen.¹¹⁹ Den gemensamma tidsplanen för sträckorna i anslutning till gränsen mellan Sverige och Danmark kvarstår dock.

¹¹⁷ Trafikverket. *Namngivna investeringar – Underlagsrapport till Nationell plan för transportsystemet 2018–2029*. 2017

¹¹⁸ Transport-, Byggnings- och Boligministeriet. Forligskreds bakker op om ny strategi for Signalprogrammet. 2017-11-17, besökt 2018-04-24.

¹¹⁹ Transport-, Byggnings- och Boligministeriet. Materiale fra møde om Signalprogrammet. 2017-11-17, besökt 2018-04-24; Deloitte. *Review af Signalprogrammet – Rapport. Version egnet til offentliggørelse*. 2017.

5 Planeringen av införandet

Riksrevisionen har granskat om regeringens och Trafikverkets planering säkerställer ett effektivt införande av ERTMS. Granskningen omfattar planeringen fram till i dag och vilka frågor som behöver beaktas inför framtiden. Kapitlet inleds med ett avsnitt som berör reinvesteringsbehovet i den nuvarande anläggningen och hur detta har beaktats i planeringen. Därefter följer ett avsnitt som handlar om tågoperatörernas förutsättningar och ett avsnitt som handlar om hur alternativa tillvägagångssätt för ERTMS-införandet har prövats under planeringsprocessen. ERTMS-införandet är ett långt projekt där förutsättningar och kunskap har förändrats under processens gång. Därför är frågan om när i tiden som analyser har genomförts och beslut har tagits av stor betydelse.

5.1 Reinvesteringsbehov i signalanläggningen

Den befintliga signalanläggningen är en viktig faktor att ta hänsyn till vid beslut om hur en övergång till ERTMS bör genomföras. Trafikverket har uppgett att betydande delar av den befintliga signalanläggningen behöver bytas ut inom en nära framtid.¹²⁰ Riksrevisionen har granskat vilken information om reinvesteringsbehovet hos det nuvarande signalsystemet som Trafikverket har baserat sin analys på, vad som är bakgrunden till dagens situation och hur frågor som rör reinvesteringsbehovet behöver beaktas i den fortsatta planeringen.

Den nuvarande signalanläggningen fungerar i stort tillfredsställande, men närmar sig sin beräknade tekniska livslängd. Brist på reservdelar och teknisk kompetens leder till begränsad förmåga hos Trafikverket att underhålla vissa typer av äldre ställverk. EU:s fastslagna tidsplan för ERTMS-införandet och behovet av reinvesteringar i den svenska signalanläggningen ger upphov till delvis motstridiga prioriteringar som Trafikverket behöver hantera.

5.1.1 Stora delar av signalanläggningen närmar sig sin tekniska livslängd

Den nuvarande signalanläggningen har cirka 750 ställverk av 15 olika generationer som är i drift. Det har även varit vanligt med vidareutvecklingar och platsspecifika anpassningar, varför även ställverk som ursprungligen är av samma generation kan skilja sig åt.¹²¹ Ställverkens ålder kan ge en indikation på var det befinner sig i sin livscykel. Trafikverket räknar med ett standardvärde för teknisk livslängd på 60 år för reläbaserade ställverk och 30 år för datoriserade ställverk. Tabell 5 visar antalet ställverk som passerat standardvärdet för teknisk livslängd i

¹²⁰ Trafikverket. *Införandeplan för ERTMS*. 2015, s. 5.

¹²¹ Möte med Trafikverket 2017-12-01.

dag, hur många som passerat sin livslängd vid införandet av ERTMS enligt Trafikverkets föreslagna plan samt hur många som passerat sin livslängd två, fyra eller sex år efter tillfället för reinvesteringen enligt Trafikverkets föreslagna plan. Malmbanan, ScanMed Öst och ScanMed Väst är planerade att genomföras enligt Trafikverkets förslag. Det finns i dag inget beslut om när reinvesteringen ska genomföras på Övrigt stomnät och Resterande nät.

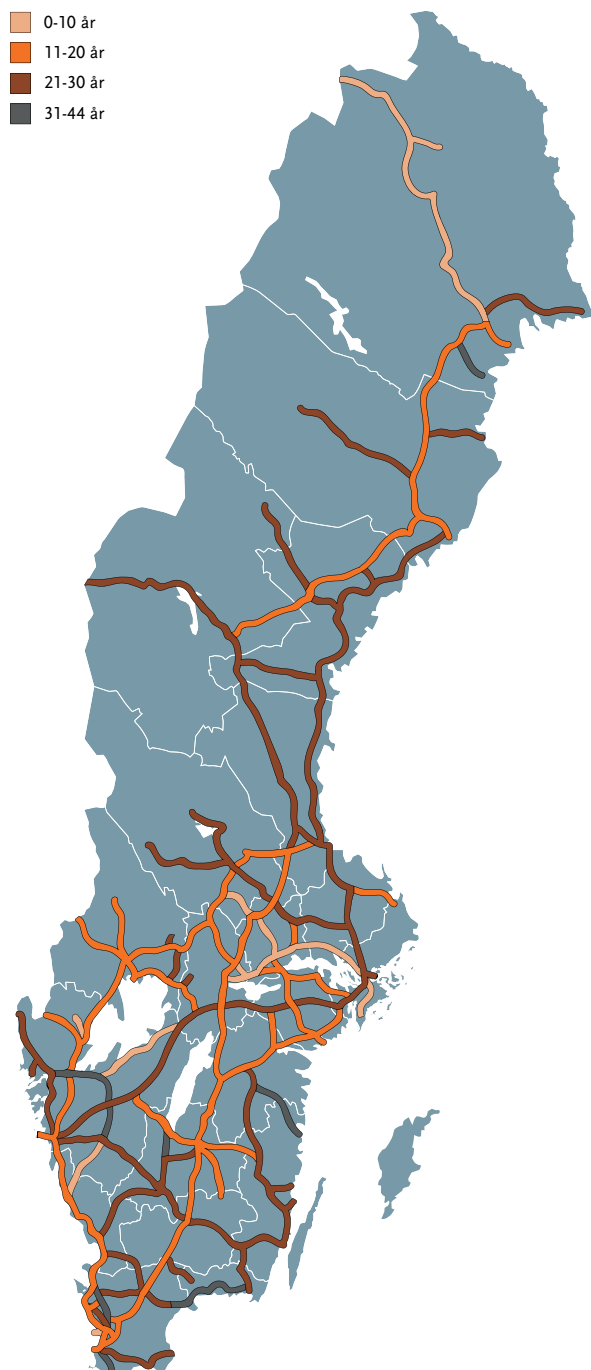
Tabell 5 Antal ställverk som har passerat standardvärdet för beräknad livslängd

Bandelar	Antal totalt	Passerat i dag	ERTMS enligt föreslagen plan	ERTMS +2 år	ERTMS +4 år	ERTMS +6 år
Malmbanan	51	10	20	40	41	41
ScanMed Öst	110	0	12	28	43	51
ScanMed Väst	50	0	14	17	18	22
Övrigt stomnät	134	1	39	56	67	68
Resterande nät	409	18	144	169	213	238
Summa	754	29	229	310	382	420

Källa: Material från Trafikverket, inkommit 2018-04-04.

Sett till ställverkens ålder finns den mest kritiska situationen på Malmbanan. Redan i dag har 10 av 51 ställverk nått sin tekniska livslängd enligt ovan nämnda definition. För varje tvåårsperiod som en reinvestering dröjer ökar antalet ställverk som passerar gränsen. Även för järnvägsnätet som helhet stiger antalet markant för varje tvåårsperiod efter den planerade tidpunkten för reinvestering enligt nuvarande plan. Figur 4 visar en geografisk sammanställning av hur många år ställverken har kvar på sin tekniska livslängd i genomsnitt per stråk.

Figur 4 Medelvärde för kvarvarande livslängd på ställverk per stråk



Källa: Material från Trafikverket, inkommit 2018-04-04.

Av figur 4 framgår att det finns sträckor där det genomsnittliga ställverket antingen redan har passerat sin livslängd eller kommer att göra det inom den närmaste tioårsperioden. Det gäller Malmbanan, som kommer först i ERTMS-planen, men även delar som inte är planerade att åtgärdas förrän betydligt senare. Det är inte bara det genomsnittliga tillståndet för ställverk på en sträcka som är intressant. Beroende på hur trafiken organiseras kan det räcka med att ett ställverk slutar fungera för att trafiken ska stanna. Det finns ett antal sträckor i mellersta och södra Sverige där minst ett ställverk når sin tekniska livslängd långt innan ERTMS-utrullningen når den delen av järnvägsnätet.

5.1.2 Underhållsförmågan är begränsad eller kritisk för en tredjedel av ställverken

Företrädare för ERTMS-projektet har påpekat att det är svårt att bedöma risken för att driftsstörande fel ska uppstå utifrån kunskap om anläggningens ålder och tillstånd. Den viktigaste parametern i en kartläggning av reinvesteringsbehovet är därför förmågan att genomföra nödvändiga åtgärder om ett ställverksrelaterat fel skulle uppstå.¹²² Om Trafikverket inte längre har förmåga att åtgärda större fel hos en viss typ av ställverk kan det leda till stora konsekvenser i form av driftsstörningar när det väl inträffar. Enligt Trafikverket är det i första hand bristen på reservdelar och kompetens som begränsar förmågan att åtgärda fel.¹²³ ERTMS-projektet genomförde 2017 en kartläggning av var olika generationers ställverk finns och vilka möjligheter det finns att underhålla dem. Ställverken har delats in i fyra kategorier, se tabell 6.

Tabell 6 Klassificering av Trafikverkets underhållsförmåga för signalställverk

Kategori	Innebörd
Ändringsbara	Trafikverket har förmåga att göra förändringar i anläggningen och materialförsörja dessa ställverk. De går även att konvertera till ERTMS.
Reparationsbara	Trafikverket har förmåga att underhålla dessa ställverk.
Begränsat reparationsbara	Trafikverket har endast förmåga att underhålla dessa ställverk genom att överföra reservdelar från nedmonterade ställverk av samma typ.
Ej reparationsbara	Dessa ställverk kan inte längre repareras om något allvarligt fel inträffar, på grund av brist på reservdelar och kompetens.

Källa: Material från Trafikverket, inkommit 2017-12-04.

¹²² Möten med Trafikverket, 2017-10-25 och 2017-12-01, material från Trafikverket, 2017-12-04 (c).

¹²³ Möte med Trafikverket, 2017-12-01, material från Trafikverket, 2017-12-04 (c).

Tabell 7 visar förekomsten av ställverk i de fyra kategorierna totalt och för olika delar av järnvägsnätet.

Tabell 7 Förekomst av signalställverk i olika kategorier av underhållsförmåga

Signalställverk kategori	Antal generationer	Stomnät	Övergrip. nät	Övrigt nät	Totalt	Procent totalt
Ändringsbara	3	24	1	8	33	4,4 %
Reparationsbara	2	185	134	139	458	60,8 %
Begränsat reparationsbara	3	119	17	62	198	26,3 %
Ej reparationsbara	7	6	2	56	64	8,5 %
Totalt	15	334	154	265	753	100,0 %

Källa: Riksrevisionens bearbetning av material från Trafikverket 2017-12-04.

Av det totala antalet ställverk befinner sig 26,3 procent i fasen *begränsat reparationsbara*, och ytterligare 8,5 procent i fasen *ej reparationsbara*. De mest moderna ställverken (modell 11 och 95) klassas som *ändringsbara* och kan utrustas med antingen ERTMS eller modern ATC. De utgör tillsammans endast 4,4 procent av den totala volymen.

Ställverk av olika generationer är inte samlade på samma ställe utan finns här och var över hela landet.¹²⁴ Tabell 7 visar att 37 procent av ställverken på stomnätet, som kommer först i EU:s tidsplan, är i faserna *begränsat reparationsbara* eller *ej reparationsbara*. Samtidigt finns här en stor andel av ställverken som klassas som *reparationsbara* (främst modell 59), samt huvuddelen av den mindre grupp moderna ställverk som klassas som *ändringsbara*. På resten av det övergripande nätet (utöver stomnätet) är status på ställverken mindre kritisk. På det övriga järnvägsnätet, som huvudsakligen kommer sent i utrullningen, och där ERTMS inte behöver införas förrän 2050 (i vissa fall inte alls) enligt EU:s tidsplan, finns större delen (21,1 procent) av de ställverk som klassas som *ej reparationsbara*. Riksrevisionen konstaterar att förhållandet mellan signalanläggningens status i olika delar av järnvägsnätet och EU:s utpekade tidsplan visar på de delvis motstridiga prioriteringar som Trafikverket har att hantera.

5.1.3 Leverantören har slutat tillverka reservdelar

Knappt 20 procent av ställverken i det svenska järnvägsnätet är av modell 85, som är den första generationen av datoriserade ställverk. De utgör 149 av totalt 198 ställverk (75 procent) som klassas som *begränsat reparationsbara*. Möjligheten att

¹²⁴ Möte med Trafikverket, 2017-12-01, material från Trafikverket, 2017-12-04 (c).

hålla dessa ställverk i drift har stor påverkan på hur en reinvesteringsplan behöver utformas eftersom de utgör en stor del av de kritiska ställverken. Flertalet av dessa ställverk finns vid bansträckor med högre trafik.

Leverantören av modell 85 bestämde sig redan på 1990-talet för att avsluta reservdelsförsörjningen. Trafikverket gjorde slutbeställningar av olika typer av komponenter mellan 1999 och 2015.¹²⁵ Underhållskostnaderna av modell 85 är små i förhållande till reinvesteringarkostnaderna.¹²⁶ Trafikverket är dock på grund av reservdelsbristen tvingade att genomgå stora reinvesteringar innan det motiveras ur ett livscykelkostnadsperspektiv. Trafikverket äger inte rättigheten att beställa ny tillverkning eller handla upp dessa reservdelar via annan leverantör än den ursprungliga som äger säkerhetsgodkännandet. Dessa ställverk kan i nuläget därför endast hållas i drift genom att reservdelar överförs från ställverk av samma typ som monteras ner.¹²⁷

5.1.4 Gemensamma gränssnitt kan säkra tillgången på reservdelar och minska kostnaderna

Trafikverket uppger att reinvesteringsbehovet i den nuvarande signalanläggningen är en starkt bidragande faktor till att ERTMS-införandet behöver påskyndas. Till stor del handlar det om brist på reservdelar för vissa modeller. Trafikverket behöver därför säkerställa att brist på reservdelar inte ska uppstå i framtiden, eftersom det då återigen kan leda till ett påskyndat behov av reinvestering som medför stora kostnader. I avtalen anges att ERTMS-systemet ska kunna vara i bruk i minst 30 år och att förvaltningsavtal, när det har tecknats, ska kunna tillämpas under hela den perioden.¹²⁸

I förvaltningsdelen av ramavtalen med de två leverantörerna anges att leverantören ska upprätthålla ett lager med reservdelar under respektive garantitid för bandelarna som berörs. Trafikverket har förtydligat att leverantörerna ska kunna erbjuda reservdelar och mjukvara, service och förvaltning, behålla kompetens och medverka vid förändringar i minst 10 år efter leverans av sista anläggningen. Vidare har Trafikverkets underhållsorganisation support- och förvaltningsavtal med respektive leverantör som förlängs årligen. Det finns inget slutdatum angivet i kontrakten.¹²⁹

Trots att ERTMS är ett europeiskt gemensamt system är varken enskilda leverantörers hårdvara eller mjukvara i regel kompatibla med den från andra

¹²⁵ Möte med Trafikverket, 2017-12-01, material från Trafikverket, 2017-12-04 (c).

¹²⁶ Trafikverket. *Underhålls- och reinvesteringsbehov signalställverk*. 2011, s. 13–19.

¹²⁷ Till kategorin banor med högre trafik räknas här banor inom storstadsområden, banor som bildar större sammanhängande stråk och banor med omfattande godstransporter och resandetrafik.

¹²⁸ Trafikverkets ERTMS ESTER-avtal.

¹²⁹ Anteckningar från möte med Trafikverket, 2017-12-04 (a), Material från Trafikverket, 2018-01-15.

leverantörer. Trafikverket kan med dagens avtal och tekniska lösningar endast vända sig till den specifika leverantören som har installerat en viss typ av ställverk för att köpa nya reservdelar. Leverantören äger säkerhetsgodkännandet. En möjlighet för framtiden är att dra nytta av ett pågående initiativ mellan ett antal europeiska länder, bl.a. Sverige. Initiativet går under beteckningen EULYNX och går ut på att utveckla gemensamma gränssnitt så att vissa typer av komponenter kan användas i en anläggning oavsett vilken leverantör som gjorde den ursprungliga installationen. I de nuvarande avtalen finns inte krav på sådan anpassning. Trafikverket har uppgett att det finns en ambition om att dra nytta av de här fördelarna på sikt. Om krav på gemensamma gränssnitt kan introduceras genom den nya upphandlingen som behöver genomföras 2024, och om möjligt redan börja införas i dagens avtal, finns potentialen att i framtiden sänka priserna och säkra tillgången på reservdelar.

5.1.5 ERTMS-planen löser inte hela reinvesteringsbehovet i tid

Trafikverket antog 2010 en plan för successiv utfasning där den sista individen av modell 85 skulle fasa ut år 2045.¹³⁰ Men några pengar hade inte blivit avsatta för detta, utan behovet antogs kunna omhändertas i och med ERTMS-utrullningen eftersom den innebär en naturlig utfasning av ställverk.

Trafikverket lämnade 2013 ett förslag på en ny plan för införande av ERTMS i Sverige. ScanMed Öst föreslogs i den nya planen vara fullt utrustad med ERTMS år 2021. Därefter föreslogs Malmbanan följa, eftersom den bedömdes vara i stort behov av upprustning. I samband med att den nationella planen 2014–2025 fastställdes beslutade regeringen om att skjuta på tidpunkten för byggstart av ERTMS på ScanMed Öst och senarelägga de medel som var avsatta för åtgärden i planen. Det ledde till att Trafikverket kort därefter flyttade fram tidpunkten för färdigställande på ScanMed Öst från 2021 till 2025 jämfört med myndighetens tidigare förslag.

Regeringens motiv var att resurserna som frigjordes i och med uppskjutandet skulle användas till andra prioriterade projekt i den nationella planen.¹³¹ Samtidigt bedömer Riksrevisionen att Trafikverket hade underskattat tiden och resurserna som krävdes för utvecklingen av ERTMS-systemet, och att ett införande enligt den ursprungliga tidsplanen på ScanMed Öst hade blivit mycket problematiskt. Framskjutandet innebär dock att reservdelar inte kommer att frigöras i den takt som Trafikverket hade räknat med. Trafikverket uppger att det nu finns en risk för

¹³⁰ Material från Trafikverket, 2018-01-15.

¹³¹ Fastställelsebeslut till nationell plan för transportsystemet 2014–2025; E-post från Näringsdepartementet, 2018-04-09.

att brist på antingen kompetens eller reservdelar uppstår innan ERTMS-införandet är klart.¹³²

I juni 2018 fattade regeringen beslut om fastställande av ny nationell plan för transportsystemet 2018–2029. Beslutet innebär att de delar av stornätet som återstår efter ScanMed Öst och ScanMed Väst inte ingår i planens namngivna åtgärder utan flyttas fram till nästa planperiod. Dessa delar kan därför enligt Trafikverkets bedömning inte driftsättas med ERTMS till 2030, som avsikten var enligt den tidigare svenska införandeplanen. Redan innan beslutet var det troligt att reinvesteringar i signalanläggningen skulle behöva genomföras i kritiska delar av anläggningen innan dessa delar blir aktuella att åtgärda enligt planen för ERTMS-införandet. Det behovet kan nu enligt Riksrevisionen förväntas bli större.

5.1.6 Trafikverket bör ha en tydligare strategi för reinvesteringar i förtid sett till ERTMS-införandet

År 2014 initierades en diskussion inom Trafikverket om hur systemstrukturen för järnvägens signalanläggning skulle se ut i framtiden. Den engagerade flera delar av Trafikverket – Underhåll, Trafikledningen, ERTMS, Planering – och mynnade ut i det som kallas End State 2035, en bild av hur den framtida anläggningen ska förnyas och organiseras. Trafikverket fattade beslut om End State 2035 år 2016.¹³³ Beslutet handlar inte om hur ERTMS-övergången ska planeras och genomföras, utan om hur målbilden för signalanläggningen ser ut när arbetet är klart. Målbilden innebär en väsentlig reducering av antalet signalställverk och styrområden.

Reinvesteringsåtgärder som genomförs i förtid sett till planen för ERTMS-införandet hanteras inte av ERTMS-projektet utan som en del av Trafikverkets ordinarie planerings- och genomförandeprocess för reinvesteringar i järnvägsnätet. De har hittills inte genomförts med tanke på hur End State-beslutet beskriver att signalanläggningen är tänkt att fungera, utan de har genomförts som enklare byten av ett gammalt ställverk mot ett nytt.

Riksrevisionen ser några framtida risker kopplade till hur reinvesteringsbehovet omhändertas. Brist på reservdelar och kompetens kan ge otillräcklig kapacitet att åtgärda fel som uppstår i signalanläggningen innan ERTMS-övergången, speciellt för de delar som ligger sist i planen, vilket kan leda till trafikstörningar. De reinvesteringar som genomförs i förtid kan även bli ineffektiva sett till den slutliga målbilden för hur signalsystemet ska fungera 2035, och eventuella tillfälliga lösningar kan ge upphov till merkostnader. Vidare faller reinvesteringar i förtid under anslagsposten vidmakthållande av transportsystemet medan reinvesteringar enligt ERTMS-planen faller under anslagsposten utveckling av transportsystemet.

¹³² Material från Trafikverket, 2018-01-15.

¹³³ Anteckningar från möte med Trafikverket, 2017-12-01.

Det innebär att beslut som tas från fall till fall om reinvesteringar i förtid kan ändra fördelningen mellan dessa poster i de ekonomiska ramar för transportpolitiken som beslutats av riksdagen.

Eftersom reinvesteringsbehovet ser ut som det gör går det inte att komma ifrån att en del reinvesteringar i förtid kommer att krävas (se avsnitt 5.3.2). Frågan är då vilken reinvesteringslösning som ger den lägsta kostnaden över tid och hur den valda lösningen passar in i den framtida ERTMS-utrullningen. Trafikverkets planeringsorganisation¹³⁴ svarar för sådana avgränsade reinvesteringar medan ERTMS-projektet svarar för den planerade utrullningen och reinvesteringen enligt en given tidsplan. Trafikverket har ett program som heter Uppgradering av järnvägssystemet där bland annat arbetet mot End State 2035 hanteras. Myndigheten har nyligen tagit fram en process för hur föreslagna avsteg från målbilden ska hanteras från fall till fall.¹³⁵

Riksrevisionen ser det som problematiskt att reinvesteringen av signalanläggningen planeras av olika verksamhetsgrenar inom Trafikverket och att det inte finns en sammanhållen plan för hur arbetet ska genomföras. Trafikverket behöver inte bara en processbeskrivning för hur prövningen av den enskilda reinvesteringsåtgärden ska gå till, utan även en sammanhållen strategi för i vilken utsträckning som begränsade reinvesteringsåtgärder ska genomföras med hänsyn till den slutliga målbilden för signalsystemet.

5.2 Operatörernas förutsättningar

Sverige har till skillnad från de flesta andra europeiska länder en avreglerad marknad för järnvägstransporter. Det innebär att ett antal tågoperatörer med olika typer av trafikering och olika ekonomiska förutsättningar behöver ta ställning till hur de ska hantera att en ny teknik införs som kräver investeringar för att bedriva trafik på ERTMS-banor. Sverige har valt att fordonen ska utrustas med ERTMS innan järnvägen driftsätts med det nya systemet, den så kallade fordonsstrategin.¹³⁶ Strategin förutsätter att investeringar görs i ombordutrustning i samordning med de planerade driftsättningarna på järnvägen. De flesta andra länder i Europa har valt samma strategi.¹³⁷ Enligt Trafikverket är fordonsstrategin att föredra på grund av lägre investeringskostnader i infrastrukturen och minskad komplexitet.¹³⁸

¹³⁴ Verksamhetsområde Planering.

¹³⁵ Möte med Trafikverket, 2018-04-23.

¹³⁶ Alternativet skulle vara att installera ERTMS och samtidigt behålla det gamla systemet parallellt så att en gradvis övergång till ERTMS ombordsystem skulle vara möjlig.

¹³⁷ Trafikverket. *ERTMS i Sverige – Nuläge och viktiga vägval*. 2012.

¹³⁸ Ibid, s. 6 ff.

Fordonen måste under en övergångsperiod även kunna köra på spår med det befintliga signalsystemet ATC. De behöver därför också utrustas med komponenten STM (Specific Transition Module), som tolkar och ”översätter” ATC-systemets information till en form som ERTMS ombordsystem kan hantera.¹³⁹ Regeringens utgångspunkt är att järnvägsbranschens aktörer själva ska bekosta investeringarna som krävs utöver bidraget som går att söka från EU, men Trafikverket har vid flera tillfällen framfört att staten bör stödja finansieringen av ombordutrustningen.¹⁴⁰

5.2.1 Osäkerhet kring vilken baseline som skulle användas

ERTMS är ett system som vidareutvecklas kontinuerligt, där det på EU-nivå kommer nya riktlinjer och krav som de enskilda länderna har att förhålla sig till. Detta gör tågoperatörernas strategi för investering i ombordutrustning mer komplicerad.

Specifikationen 2.3.0d beslutades på EU-nivå år 2008 som den version av ERTMS som skulle användas. Samtidigt som 2.3.0d fortsatte att förtydligas var utvecklingen av Baseline 3 på gång. När Sverige år 2009 tillsammans med övriga berörda länder tecknade avsiktsförklaringen om att införa ERTMS på ScanMed Öst till 2020 var överenskommelsen att i huvudsak använda Baseline 3, som då ännu inte var beslutad.

Det dröjde till år 2012 innan den första beslutade versionen av Baseline 3 kom, version 3.3.0. Planen i Sverige var dock år 2013 att bygga ut ERTMS enligt standarden Baseline 2.3.0d, även på ScanMed Öst. Som förklaring gavs att man ville säkerställa att systemet som skulle införas på ScanMed Öst var stabilt, väl testat och med erfarenhetsdrift från pilotbanorna som då hade eller skulle driftsättas med 2.3.0d.¹⁴¹ Det framgick dock att Danmark avsåg att införa Baseline 3 på sitt järnvägsnät, varför fordon som skulle åka mellan Sverige och Danmark skulle behöva installera Baseline 3.¹⁴² Vid den här tiden, år 2013, var ett hundratal fordon installerade med ERTMS eller beställda i enlighet med kraven.¹⁴³

År 2014 beslutade regeringen genom den nationella transportplanen 2014–2025 att skjuta på ERTMS-införandet på Södra stambanan/ScanMed Öst men låta resterande tidsplan ligga fast, vilket innebar att Malmbanan blev den första banan i Sverige (förutom pilotbanorna) där ERTMS skulle införas, planlagt till 2018–2021. Samma år presenterade Trafikverket en konsekvensbeskrivning för

¹³⁹ Trafikverket. *ERTMS i Sverige – Nuläge och viktiga vägval*. 2012, s. 6 ff.

¹⁴⁰ Näringsdepartementet. *Swedish ERTMS implementation plan*. 2007; Trafikverket. *ERTMS – Alternativ för finansiering av ombordutrustning*. 2013.

¹⁴¹ Trafikverket. *Förslag till plan för införande av ERTMS i Sverige*. 2013, s. 10.

¹⁴² Ibid.

¹⁴³ Trafikverket. *ERTMS – Alternativ för finansiering av ombordutrustning*. 2013.

införandet på Malmbanan som visade att fordonsflottan inte skulle vara utrustad med ERTMS i tid till den planerade driftsättningen 2018 och att marknaden för godkända ombordsystem inte var mogen. Planen ändrades därefter till att Malmbanan skulle driftsättas först 2021–2023 och med version 3.6.0.

I införandeplanen 2015 angavs att Baseline 3, version 3.6.0, snart skulle beslutas på EU-nivå och att den skulle bli den huvudsakliga standarden. Även om 2.3.0d fortfarande kunde tillämpas pekade Trafikverket på att 3.6.0 behövde användas framgent. Den nya versionen skulle ha mer specificerade kapacitetskrav och dessutom styrde EU mot den nya versionen genom att sätta den som villkor för EU-bidrag. Dessutom skulle både Danmark och Norge installera versioner av Baseline 3. Trafikverket uppgav att kostnaderna kunde minska om version 3.6.0 installerades direkt i stället för att behöva uppgradera version 2.3.0d längre fram.

Sedan maj 2016 finns tre giltiga standarder att tillämpa när ERTMS ska införas:

- Baseline 2.3.0d (fastställdes 2008)
- Baseline 3.4.0 (fastställdes 2014)
- Baseline 3.6.0 (fastställdes 2016).

Eftersom ombordsystem (liksom marksystem) enligt 3.6.0 fortfarande är under utveckling har Trafikverket sedan 2015 uppmanat fordonsägare att installera ombordutrustning enligt 2.3.0d och samtidigt avtala om en option på uppgradering till Baseline 3. Trafikverkets rekommendation är också att installera ombordutrustning enligt 3.6.0 så snart sådan finns att tillgå.¹⁴⁴

5.2.2 Kostnader för ombordutrustning får operatörerna att tveka

Sverige har Europas mest avreglerade järnvägsmarknad med ca 40 operatörer, med små marginaler överlag och heterogen fordonsflotta. Trafikverket uppskattade 2012 att 1 600–1 700 järnvägsfordon skulle bli aktuella för ERTMS-ombordutrustning. Cirka hälften trafikerar ScanMed Öst.¹⁴⁵ Fordonen delades in i ungefär 90 olika fordonsserier. Av dessa fordonsserier innehåller ett 20-tal endast ett eller två fordon per serie. Trafikverket beräknade 2017 att 60 fordonsserier var aktuella för kvarvarande pilotinstallationer då. Även om det fanns fler serier i den befintliga fordonsparken menade Trafikverket att en del redan hade utrustats med ERTMS samt att vissa effektiviseringar antagligen skulle ske i samband med nyinköp.

Trafikverket uppskattade 2013 kostnaden för pilotinstallation för ett lok till 6,6–7,6 miljoner kronor¹⁴⁶. Med pilotinstallation menas fullständig installation inklusive

¹⁴⁴ Trafikverkets webbplats, Råd till dig som ska installera ERTMS ombordsystem, från 2015-04-09. Besökt 2018-02-15.

¹⁴⁵ Trafikverket. *ERTMS i Sverige – Nuläge och viktiga vägval*. 2012.

¹⁴⁶ Riksrevisionen har räknat om till 201702 priser med signalindex.

typgodkännande för första fordonet i en serie.¹⁴⁷ Serieinstallation skattades till 1,2–2,1 miljoner kronor per fordon.

I en rapport från 2017 uppgavs att pilotinstallation kostade i snitt 9,1–13,0 miljoner kronor per fordon.¹⁴⁸ Det lägre genomsnittet i intervallet är baserat på uppgifter från fordonsägars ansökningar om bidrag från EU:s fond CEF (Connecting Europe Facility) från 2017. Den högre uppgiften är baserad på underlag från en enkät som Trafikverket skickade till branschorganisationen Tågoperatörernas medlemmar i början av 2016. För serieinstallation uppskattas en kostnad på 2,2–3,6 miljoner kronor per fordon. Trafikverket har lyft fram att kostnaden för pilot- och serieinstallation av fordon har ökat kraftigt mellan 2013 och 2017 och att detta kan medföra ett antal utmaningar för den svenska järnvägsbranschen, framför allt för mindre fordonsägare.

Tabell 8 Uppskattad genomsnittskostnad per fordon (201702 priser)

	Pilotinstallation	Serieinstallation
Trafikverket 2013	6,6–7,6 miljoner kronor	1,2–2,1 miljoner kronor
Registrerade kostnader vid ansökningar av CEF-bidrag, sammanställd 2016	9,1 miljoner kronor	2,2 miljoner kronor
Enkät till branschföreningen Tågoperatörernas medlemmar 2017	13,0 miljoner kronor	3,6 miljoner kronor

Källa: Trafikverket (2013), "ERTMS – Alternativ för finansiering av ombordutrustning". Trafikverket (2017), "Införandet av ERTMS-systemet".

Trafikverket bedömde 2013 att ERTMS-införandet kan medföra ett antal utmaningar för den svenska järnvägsbranschen:

- Den ökade kostnaden för fordonsägarna kan (om kostnader förs vidare till slutkund) påverka järnvägens konkurrenskraft gentemot andra transportslag.
- Balansen mellan aktörerna på marknaden kan komma att förändras, framför allt till följd av skillnader i snittinvestering per fordon (genom att den stora typgodkännandekostnaden skapar en stor skillnad i snittkostnad per fordon för en aktör med få fordon per typ och en aktör med många fordon av samma typ).

¹⁴⁷ Kostnaden har delats upp i följande poster: typgodkännande (framtagande av installationsunderlaget + själva typinstallationsarbetet), anpassningsarbete, installationsarbete, hårdvara (ETCS + STM), utbildningskostnader, produktionsbortfall och uppgraderingar. Det här gällde för beställningar inom EOS-avtalet. Utanför avtalet bedömdes hårdvarukostnaderna bli desamma men arbetskostnaderna 60 procent högre (högre tidsåtgång).

¹⁴⁸ Riksrevisionen har räknat om till 201702 priser med signalindex.

- Det kan bli svårt för vissa aktörer att finansiera investeringen då den behöver tas inom en kort tidsperiod och då branschen generellt har låga vinstmarginaler. Detta kan framför allt utgöra ett problem för mindre fordonsägare.

Trafikverket uppgav att det fanns en risk att många fordonsägare väntar med konverteringen så länge som möjligt med en efterföljande brist på kapacitet (exempelvis verkstäder, granskningar som krävs för typgodkännanden med mera). Det skulle kunna leda till att ett tillräckligt antal fordon inte är konverterade när den första inkopplingen av ERTMS på ScanMed Öst ska göras. En betydande andel fordon kommer att behöva konverteras när ERTMS införs på ScanMed Öst. Samtidigt kommer ATC-systemet att fortsätta att användas på viktiga stråk under en lång övergångsperiod. Det innebär att många fordon kommer att behöva dubbel utrustning.¹⁴⁹ Den viktiga knutpunkten Hallsberg ingår till exempel i ScanMed Öst och ska driftsättas med ERTMS till 2025, men ansluter till sträckor där det inte finns någon fastslagen tidpunkt för konverteringen och där ATC troligtvis kommer att behållas en bit in på 2030-talet.¹⁵⁰

Trafikverket räknade 2017 på två scenarier med uppskjuten ERTMS-konvertering för delar av järnvägsnätet som visade på stor olönsamhet för staten. Konvertering i ett senare skede ger minskade kostnader för ombordutrustningen eftersom fler fordon kan fasa ut naturligt men nettoeffekten innebär ökade kostnader.¹⁵¹ Riksrevisionen instämmer i Trafikverkets bedömning att ett statligt bidrag¹⁵² kan vara en mindre kostsam insats för att underlätta för operatörerna jämfört med att skjuta fram konverteringen till ERTMS. Dock handlar frågan om bidrag även om andra faktorer som inte omfattas av Riksrevisionens granskning, till exempel konkurrensrelaterade hänsynstaganden samt den principiella frågan om hur statens åtagande ska definieras när regeländringar leder till merkostnader för företag.

5.3 Prövning av alternativa införandestrategier

En förutsättning för effektiv planering är att alternativa lösningar identifieras och prövas genom samhällsekonomiska analyser. Eftersom lagstiftningen föreskriver att ERTMS ska användas på järnvägen handlar relevanta jämförelser i det här fallet inte huvudsakligen om prioritering mellan ERTMS och andra infrastrukturåtgärder. Att genomföra effektbedömningar och andra analyser av

¹⁴⁹ ERTMS-ombordutrustning med STM-modul för att möjliggöra trafikering på ATC-banor.

¹⁵⁰ Material från Trafikverket, 2018-06-11.

¹⁵¹ Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet*. 2017.

¹⁵² Trafikverket föreslog 2013 att staten ska kunna lämna bidrag för att täcka upp i den mån tågoperatörerna inte blir beviljade EU-bidraget på upp till 50 procent av kostnaden för ERTMS-ombordutrustning.

ERTMS-införandet blir då snarare viktigt för att värdera effektiviteten av olika tänkbara genomförandestrategier under planeringsprocessen.

5.3.1 Fel fokus i tidigare utredningar

Planeringen av ERTMS skiljer sig från Trafikverkets övriga stora projekt på avgörande sätt. För det första finns det överenskommelser och krav på EU-nivå om införandet som Sverige behöver förhålla sig till. Men även bortsett från den aspekten är syftet mer komplext. En fråga är vilket behov som satsningen är avsedd att uppfylla. Normalt för ett investeringsprojekt handlar det om att en åtgärd förväntas ge någon typ av mervärde i form av förbättrad funktionalitet som kan värderas och vägas mot förväntade kostnader. Den samhällsekonomiska lönsamheten kan då jämföras med andra satsningar.

ERTMS-införandet har under lång tid behandlats i utredningar och kalkyler med en sådan "investeringslogik" där olika nyttor som effektiviserar transporterna är en viktig del av syftet. Under tiden som planeringen av ERTMS-införandet har pågått har det dock i allt större utsträckning beskrivits av Trafikverket som ett reinvesteringsprojekt. Då är inte förbättrad funktion den primära nyttan, utan i stället att den ursprungliga funktionen kan upprätthållas eller återställas. Riksrevisionen bedömer att stora delar av planeringsprocessen har präglats av en felaktig utredningslogik i de analyser som genomförts. Det innebär att samhällsekonomiska analyser av hur ett effektivt genomförande kan utformas inte har genomförts på ett relevant sätt eller i rätt tid.

I Sveriges första plan för ERTMS-införandet 2007 nämndes att tillstånd och ålder varierade på det svenska ATC-systemet. System och komponenter för både mark- och ombordutrustning uppgavs här nå sin tekniska och ekonomiska livslängd före 2020, vilket skulle kräva att de byttes ut innan dess.¹⁵³ Därefter gav regeringen i uppdrag till Banverket att utreda kostnader för fordonsutrustning och infrastruktur fram till 2020 för olika alternativa strategier. Banverket redovisade 2008 uppskattade kostnader för utrullning enligt fordonsstrategin (med och utan statlig subvention), enligt infrastrukturstrategin samt alternativet ingen utrullning av ERTMS.¹⁵⁴ Att olika fordonsstrategier prövades innebär att operatörernas förutsättningar vägdes in i planeringen, om än på en övergripande nivå. Stort fokus har legat på val mellan infrastruktur- och fordonsstrategin genom stora delar av planeringsprocessen, samtidigt som infrastrukturstrategin inte har framstått som fördelaktig. Vidare fanns här även jämförelsealternativet att behålla ATC, trots att detta inte är i enlighet med järnvägslagen. Tidsaspekten i den svenska reinvesteringsplanen utreddes inte närmare.

¹⁵³ Näringsdepartementet. *Swedish ERTMS Implementation Plan*. 2007, s. 9.

¹⁵⁴ Banverket. *PM Kommentar till ND:s uppdrag om kostnadsutveckling för etablering av ERTMS*. 2008-03-26.

Trafikverket lämnade i mars 2012 rapporten ”ERTMS – nuläge och viktiga vägval” till regeringen. Regeringen gav i december 2012 i uppdrag till Trafikverket att ta ett helhetsansvar för det fortsatta ERTMS-införandet. Uppdraget gav inte någon specifik vägledning när det gäller hur den samhällsekonomiska lönsamheten i ERTMS-införandet skulle utvärderas och vilka alternativ som skulle testas. I uppdraget ingick att

- planera införandet av ERTMS i samråd med branschen
- identifiera alla frågeställningar och processer som påverkar genomförandet
- bedöma vilka frågeställningar och processer som Trafikverket själva kan driva på EU-nivå och vilka som bör drivas av annan myndighet eller organisation
- presentera en plan för införandet av ERTMS senast den 30 april 2013 (senare framflyttat till juni 2013, i samband med inlämnande av förslag till nationell plan)
- redogöra för kostnader för ombordutrustning och lämna förslag på hur dessa ska finansieras
- redovisa kostnader för hela införandet samt redogöra för nyttan för infrastrukturhållare och användare av järnvägen.

I den nya svenska införandeplanen från 2013 lyfte Trafikverket fram de europeiska direktiven för driftskompatibilitet samt den befintliga signalanläggningens begränsade livslängd som motiv för införandet. I planen fanns en redogörelse av samhällsekonomiska effekter av ERTMS-införandet. Kalkylen bygger även här på en jämförelse mellan att införa ERTMS och att behålla ATC trots att ATC-alternativet inte är i enlighet med järnvägslagen och överenskommelser med andra EU-länder.¹⁵⁵ De samhällsekonomiska nyttorna av investeringen i utredningsalternativet beräknades uppgå till 25,9 miljarder kronor (främst förkortade restider till följd av ökad kapacitet, se avsnitt 4.3), att jämföra med den uppskattade totalkostnaden på 27 miljarder kronor.

Riksrevisionen kan konstatera att Trafikverket ändå har haft prioriteringen mellan EU:s utpekade införandetakt och det svenska reinvesteringsbehovet som en grundförutsättning i arbetet med svenska ERTMS-planer och nationella transportplaner. Men den inriktningen fick inte tillräckligt genomslag i de samhällsekonomiska analyserna, vilket innebär att alternativa lösningar för att uppnå hög effektivitet i införandet inte prövades i tillräcklig utsträckning. Sådana samhällsekonomiska analyser hade kunnat inkludera olika alternativ för utrullningstakt, turordning, hur stora delar som ska reinvesteras och konverteras vid separata tidpunkter och liknande faktorer som påverkar vad som ger den lägsta livscykelkostnaden. Riksrevisionen ser även en risk för att den felaktiga ”investeringslogiken” skapade incitament att visa på ett stort mervärde av ERTMS-

¹⁵⁵ Trafikverket. *Förslag till plan för Införande av ERTMS i Sverige*. 2013.

införandet. Detta kan ha bidragit till de kraftigt överskattade nyttorna av kapacitetshöjningar i förhållande till ATC-systemet som kommunicerades 2013.

5.3.2 Effektbedömning 2017 av olika införandetakt saknade meningsfulla alternativ

År 2017 tog Trafikverket fram en ny samhällsekonomisk kalkyl där förutsättningarna för och logiken bakom de alternativ som prövas var dramatiskt förändrade jämfört med den förra från 2013. Här gjordes för första gången en kalkyl där samhällsekonomiska effekter av alternativa tidsplaner för ERTMS-införandet testades. I kalkylen är endast en nytta på 3,9 miljarder kronor inkluderad i utredningsalternativet, jämfört med den uppskattade totalkostnaden på 30,2 miljarder kronor.¹⁵⁶ Skillnader i kostnaderna för införandet har betydligt större påverkan på utfallet för de olika scenarierna än skillnader i nyttoeffekter.

I analysen förutsätts att signalanläggningen behöver reinvesteras enligt en given tidsplan på grund av anläggningens skick, medan tidpunkten för när ERTMS som system ska börja användas i den moderniserade anläggningen är det som skiljer sig mellan alternativen. I alternativen med uppskjutet införande av ERTMS sker reinvesteringar i anläggningen enligt den givna tidsplanen, men initialt med ett modernt ATC-system som konverteras till ERTMS vid en senare tidpunkt.¹⁵⁷ Trafikverket kom fram till att ett tidigt införande av ERTMS, som är samordnad med den givna reinvesteringstakten, ger lägre kostnader i infrastrukturen, medan ett senarelagd införande ger upphov till merkostnader för konverteringen. De lägre infrastrukturkostnaderna motiverar därför enligt kalkylen ensamt ett tidigt ERTMS-införande, men även nyttan av förbättrad driftsäkerhet tillgodoses.

Riksrevisionen bedömer dock att jämförelsealternativen inte väger in sådana faktorer som gör att potentiellt mer effektiva strategier för införandet kan prövas. Det som saknas är alternativa strategier för att minska kostnaderna för vägen till målbilden för signalsystemet. Det handlar till exempel om hur turordning och reinvesteringstakt kan utformas för att minimera reinvesteringar utanför ERTMS-planen samt tillfälliga lösningar och maximera vinster av läreffekter. Men vid tidpunkten för den här kalkylen var utrymmet att testa sådana alternativ för begränsat. Tillståndet i signalanläggningen tillsammans med EU:s tidsgränser satte i det här skedet upp förutsättningar så att planen för reinvesteringstakten bedömdes vara en fast förutsättning som inte kunde ruckas på. Därför gjordes en samhällsekonomisk analys där reinvesteringen i anläggningen sker på samma sätt, enligt gällande tidsplan, i samtliga alternativ men där konverteringen från ATC till ERTMS senareläggs i jämförelsealternativen. Detta medför en kostnad för konverteringen som växer ju längre fram den ska genomföras. Riksrevisionen

¹⁵⁶ Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet*. 2017.

¹⁵⁷ Det fanns önskemål från branschföreningen Tågoperatörerna om att utreda olika införandetakt.

bedömer därmed att alternativa lösningar för en reinvesteringsplan inte har prövats tillräckligt vid en tidpunkt då det fortfarande var mer meningsfullt.

Reinvesteringar i signalanläggningen kommer att krävas i en nära framtid, oavsett när själva bytet av signalsystem genomförs. För varje tillfälle som en reinvestering genomförs med moderniserad ATC uppstår stora merkostnader för konverteringen till ERTMS i ett senare skede. Trafikverket har uppskattat kostnaden till cirka 40 procent av den ursprungliga reinvesteringskostnaden. Det beror på de omfattande förändringar i anläggningen som behöver genomföras på grund av att fysiska komponenter i ERTMS- och ATC-systemen skiljer sig åt.¹⁵⁸ Ett annat alternativ är att genomföra tillfälliga reinvesteringar med äldre ATC-utrustning, men då handlar det om mer kortsiktiga lösningar.

Vad som krävs för ett effektivt införande av ERTMS i Sverige är en plan som utgår från behovet av reinvestering och samordnar det med EU:s krav, på ett sätt som ger tillräckliga förutsättningar för tågoperatörerna att anpassa sin verksamhet efter tidsplanen. I dag är förutsättningarna sådana att handlingsutrymmet för att pröva alternativa lösningar har blivit begränsat på grund av den befintliga anläggningens status och på grund av styrningen från EU:s tidsplan. Samtidigt kan Riksrevisionen konstatera att Trafikverket har haft en svår uppgift i ERTMS-införandet. Utvecklingsarbetet visade sig vara betydligt mer tids- och resurskrävande än förväntat. Även i andra europeiska länder har komplexiteten i uppgiften underskattats, vilket till exempel är en av förklaringarna till det uppskjutna införandet i Danmark. Till detta kommer att besluten på EU-nivå och den svenska tidsplanen har förändrats under projektets gång. Sammantaget har inte planeringen hittills bedrivits så att den ger tillräckliga förutsättningar att omhänderta reinvesteringsbehovet i signalanläggningen på ett effektivt sätt.

¹⁵⁸ Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet*. 2017; Möte med Trafikverket, 2018-04-04.

Referenslista

Riksdagstryck

Prop. 1995/96:220, *Lag om statsbudgeten*, bet. 1996/97:KU3, rskr. 1996/97:27

Prop. 2003/04:123 *Järnvägslag*, bet. 2003/04:TU14, rskr. 2003/04:258

Prop. 2008/09:35 *Framtidens resor och transporter*, bet. 2008/09:TU2, rskr. 2008/09:145

Prop. 2008/09:93 *Mål för framtidens resor och transporter*, bet. 2008/09:TU14, rskr. 2009/09:257

Prop. 2016/17 *Infrastruktur för framtiden*, bet 2016/17:TU4, rskr. 2016/17:101

Rapporter

Näringsdepartementet. *Swedish ERTMS implementation plan*. 2007.

Näringsdepartementet. *Swedish National Implementation Plan – Regarding obligations concerning fulfilment of TSI-CCS (2016/919/EU)*. 2017.

Banverket. *Framtidsplan för järnvägen. Del 1 Åtgärder på nationell nivå 2004–2015*. 2004.

Trafikverket. *Nationell plan för transportsystemet 2010–2021*. TRV 2011:067.

Trafikverket. *Underhålls- och reinvesteringsbehov signalställverk*. 2011.

Trafikverket. *ERTMS i Sverige – Nuläge och viktiga vägval*. TRV 2012:084.

Trafikverket. *Förslag till plan för införande av ERTMS i Sverige*. 2013.

Trafikverket. *ERTMS – Alternativ för finansiering av ombordutrustning*. 2013.

Trafikverket. *Nationell plan för transportsystemet 2014–2025*. 2014.

Trafikverket. *Införandeplan för ERTMS*. 2015.

Trafikverket. *Förslag till nationell plan för transportsystemet 2018–2029*. TRV 2017:165.

Trafikverket. *Införandetakt av ERTMS-systemet – Effektbedömning och samhällsekonomisk analys*. 2017.

Trafikverket. *ERTMS-tillförlitlighetsrapport*. 2017.

Trafikanalys. *Granskning av Trafikverkets byggstartsförslag 2015*. Rapport 2015:10.

Europeiska revisionsrätten. *Ett gemensamt europeiskt trafikstyrningssystem för järnväg: kommer det politiska beslutet någonsin att bli verklighet?* 2017.

Deloitte. *Review af Signalprogrammet – Rapport. Version egnet til offentliggørelse*. 2017.

Övrigt material

Banverket, PM. Kommentar till ND:s uppdrag om kostnadsutveckling för etablering av ERTMS. 2008-03-26.

Trafikverkets ERTMS ESTER-avtal med Ansaldo och Bombardier för införande av ERTMS. 2008.

Trafikverket, handledning. Fullständig osäkerhetsanalys enligt Successivprincipen, TDOK 2011:185 version 3.0. 2014-11-13.

Trafikverket, PM. Samhällsekonomiska effekter av ERTMS. 2013-05-08.

Trafikverket, beslut 2014/17038. ERTMS val av system för lågtrafikerade banor. 2014-03-07.

Trafikverket, minnesanteckningar från ERTMS samrådsgrupp 7 dec 2015, dok nr ERTMS15-065.

Uppgifter om trafikering på det svenska järnvägsnätet från Trafikverkets statistikavdelning. 2018-03-05.

Material från Trafikverket, presentation av ERTMS. 2017-08-19.

Material från Trafikverket, driftsäkerhet. 2017-11-17 (a).

Material från Trafikverket, organisation och processer. 2017-11-17 (b).

Material från Trafikverket, ERTMS-avtal. 2017-12-04 (a).

Material från Trafikverket, kostnadskalkyler. 2017-12-04 (b).

Material från Trafikverket, reinvesteringsbehov. 2017-12-04 (c).

Material från Trafikverket, svar om avtal och kostnader. 2018-01-15.

Material från Trafikverket, svar om kostnader för ERTMS-utrullning. 2018-01-30.

Material från Trafikverket, svar om kostnader för ERTMS-utveckling. 2018-01-31.

Material från Trafikverket, återstående frågor kopplade till kalkyler. 2018-02-22.

Material från Trafikverket, förteckning utvecklingskostnader, ÅTA. 2018-03-26.

Material från Trafikverket t, syfte och effekter. 2018-04-04.

Material från Trafikverket, terminologi ytteranläggning. 2018-04-16.

Material från Trafikverket, ny tidsplan för införandet. 2018-06-11.

E-post från Näringsdepartementet. 2018-04-09.

Material från företrädare för Norrtåg. 2018-02-01.

Regeringens skrivelse 2010/11:139. Riksrevisionens granskning av kostnadskontroll i stora järnvägsinvesteringar.

Webbplatser

Transport-, Byggnings- og Boligministeriet. *Forligskreds bakker op om ny strategi for Signalprogrammet*. 2017-11-17. Besökt 2018-04-24.

<https://www.trm.dk/da/nyheder/2017/forligskreds-bakker-op-om-ny-strategi-for-signalprogrammet>.

Transport-, Byggnings- og Boligministeriet. *Materiale fra møde om Signalprogrammet*. 2017-11-17. Besökt 2018-04-24; Deloitte. *Review af Signalprogrammet – Rapport. Version egnet til offentliggørelse*. 2017.

<https://www.trm.dk/da/publikationer/2017/signalprogram-1511>.

Trafikverkets webbplats. *Råd till dig som ska installera ERTMS ombordsystem*, från 2015-04-09. Besökt 2018-02-15.

<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/ny-teknik-i-transportsystemet/Trafikstyrningssystemet-ERTMS/Ombordsystem/Rad-till-dig-som-ska-installera-ERTMS-ombordsystem/>.

Intervjuer

Möte med företrädare för Näringsdepartementet, 2018-03-19.

Möte med Trafikverkets ERTMS-projekt, 2017-10-25, samhällsekonomiska bedömningar.

Möte med Trafikverkets ERTMS-projekt, 2017-10-27, driftsäkerhet.

Möte med Trafikverkets ERTMS-projekt 2017-11-09, erfarenheter från pilotbanor.

Möte med Trafikverkets ERTMS-projekt, 2017-11-15, mer om driftsäkerhet.

Möte med Trafikverkets ERTMS-projekt 2017-11-17, kostnadsuppskattningar.

Möte med Trafikverkets ERTMS-projekt 2017-12-01, reinvesteringsbehov.

Möte med Trafikverkets ERTMS-projekt, 2017-12-04, avtal.

Möte med Trafikverkets ERTMS-projekt, 2018-03-09, systemutveckling och avtal.

Möte med Trafikverkets ERTMS-projekt, 2018-03-14, kostnadskalkyler.

Möte med Trafikverkets ERTMS-projekt 2018-04-04, effekter och reinvestering.

Möte med Trafikverket Verksamhetsområde Planering, 2018-04-23.

Telefonmöte med Transportstyrelsen 2018-02-08.

Möte med företrädare för branschföreningen Tågoperatörerna 2017-12-13.

Möte med företrädare för Norrtåg, 2017-12-20.