

**Deloitte.**



# Review af Signalprogrammet Rapport

November 2017



# Indhold

Forord	1	19 Ekstern kvalitetssikring	298
Resumé	2	BILAG	308
DEL I STATUS FOR SIGNALPROGRAMMET	12	A. Organisering	309
Introduktion	13	B. Beregningsmodeller	310
1 Overblik	14	C. Juridisk notat	311
2 Teknisk løsning	21	D. Kommissorium	312
3 Programafvikling	35	E. Forslag og hypoteser	313
4 Kontrakter	49	F. Resultater af den simulerede fitment plan	320
5 Organisering	61	G. Ordliste	324
6 Økonomi	78		
7 Situation og fokusering	90		
DEL II ROBUSTHED, OPTIMERING OG STYRBARHED	98		
Introduktion	99		
8 Redimensionering af den tekniske løsning	100		
9 Optimeret udrulning	117		
10 Forenklet programstyring	154		
11 Optimering af snitflader	201		
12 Smidig transition til udrulning	217		
13 Reetablering af reserve	223		
14 Øget styrbarhed og robusthed	232		
DEL III MATERIELBASEREDE UDRULNINGSSCENARIER	240		
Introduktion	241		
15 Risici ved installation af ombordudstyr	244		
16 Materielbaserede udrulningsscenarier	267		
17 Ramme for revideret udrulningsplan	279		
18 Forslag til videre proces	296		

# Version egnet til offentliggørelse

Review af Signalprogrammet

# Forord

Rapporten dokumenterer Deloitte's review af Signalprogrammet gennemført fra april til november 2017 og Banedanmarks og Deloitte's analyser af et materielbaseret udrulningsscenarium udarbejdet i oktober 2017. Rapporten indeholder tre dele.

Del I sammenfatter Deloitte's kortlægning af Signalprogrammet og vores vurderinger af programmets aktuelle situation.

Del II indeholder Deloitte's forslag – og understøttende analyser – til initiativer, der kan bidrage til re-etableringen af en programreserve og øge programmet styrbarhed og robusthed. Deloitte's forslag har alene sigte på forhold der er påvirkelige inden for Signalprogrammets eksisterende tidsplan og budget.

Del III indeholder Banedanmarks analyse af mulighederne for at opstille et materielbaseret udrulningsscenarie. Dette analysearbejde udspringer af, at der under gennemførelse af det eksterne review er identificeret en risiko for, at det selv med implementering af Deloitte's forslag vedrørende aflysning af strækninger og reduktion i antallet af tog, der skal installeres ombordudstyr i, ikke er muligt at gennemføre Signalprogrammet inden for den tidsplan og det budget, der blev fremlagt i efteråret 2016.

Det materielbaserede udrulningsscenarium er udarbejdet af Banedanmark med bistand fra Deloitte, som også har kvalitetssikret analyserne.

Henvendelser vedrørende denne rapport kan rettes til partner Ulrik Linder Jakobsen (30935015 / [ujakobsen@deloitte.dk](mailto:ujakobsen@deloitte.dk)) eller partner Thomas Riisom (30934389 / [triisom@deloitte.dk](mailto:triisom@deloitte.dk)).

København  
November 2017

## Resumé

### Overblik

Signalprogrammet er et komplekst program, der på nuværende tidspunkt befinder sig i en kritisk fase, idet programmet er ved at omstille sig fra en udviklings- og test-fase til udrulning.

Udrulningen af nyt signaludstyr på S-banen følger langt hen ad vejen planen fra 2016, og Deloitte forventer på nuværende tidspunkt, at projektet kan gennemføres uden væsentlige forsinkelser og budgetoverskridelser.

Derfor har Deloitte's eksterne review af Signalprogrammet især været fokuseret på udfordringerne på fjernbanen. Vi har med det fokus identificeret tiltag, der kan øge robustheden og styrbarheden af programmet og bidrage til etableringen af en ny budgetreserve, givet at Banedanmark har oplyst, at hovedparten af programmets oprindelige reserver allerede er planlagt anvendt.

Baseret på en kortlægning af Signalprogrammets nuværende forløb er det Deloitte's vurdering, at udrulning af det nye signalsystem på fjernbanen vil blive forsinket i forhold til planen fra 2016. Det skyldes to forhold, som beskrives mere detaljeret senere i resuméet:

For det først er planerne for installation af nyt signaludstyr i infrastrukturen på fjernbanen under pres på

de få strækninger, hvor installationsaktiviteter allerede pågår, og der er i planen ikke luft til yderligere forsinkelser på de resterende strækninger.

For det andet tilsiger europæiske erfaringer, leverandørens historik for leverandøren, der installerer ombordudstyr, samt risikoanalyser af ombordudstysplanen, at udrustningen af togflåden med ombordudstyr forventeligt bliver væsentligt forsinket.

Idet udrulning af nye signaler er en central forudsætning for elektrificering af en række strækninger, der igen er forudsætningen for, at DSB's Fremtidens Tog og lokomotiver kan indsættes som planlagt, kan konsekvenserne af forsinkelser potentielt være meget store for togdriften og dermed passagererne i Danmark, som følge af, at introduktionen af Fremtidens Tog skal udskydes, eller at det på enkelte togstrækninger i en periode ikke vil være muligt at operere tog.

Disse risici fordrer, at Signalprogrammet tilrettelægges risiko- og omkostningsminimerende, så udrulningen får færrest mulige konsekvenser for togdriften og passagererne. Derfor har Banedanmark, som supplement til Deloitte's eksterne review, analyseret mulighederne for at udrulle Signalprogrammet under maksimal hensyntagen til den fortsatte opretholdelse af togdriften.

## Banedanmarks supplerende analyse

Banedanmarks analyse har resulteret i et forslag til et materielbaseret udrulningsscenarium, som har nedestående konsekvenser.

Udrulningen af Signalprogrammet bør foregå i en væsentlig langsommere takt, så den nuværende planlagte færdiggørelse af programmet i 2023 udskydes og løbende tilpasses og justeres i forhold til fremdriften af installationsaktiviteterne. Signalprogrammet planlægges dog senest afsluttet i 2030 samtidigt med introduktionen af Fremtidens Tog.

Banedanmark vurderer, at det nuværende signalsystem kan holdes i drift frem til 2030 uden en markant forøget fejlrate. Det bemærkes dog, at når et allerede gammelt anlæg planlægges anvendt i yderligere en forlænget periode, så stiger risikoen for enkeltstående, store udfald med stor trafikalkonsekvens til følge.

Der vil være en række afledte økonomiske konsekvenser af den langsommere udrulning af Signalprogrammet, som rammer uden for programmets budget. Det skyldes, at det nuværende anlæg skal vedligeholdes, og at der skal trafikstyres i det gamle system i længere tid. Endvidere vil der være ekstraomkostninger til en række anlægsprojekter – eksempelvis København-Ringsted – ligesom elektrificeringsprogrammet formentlig skal replanlægges med tilhørende ekstraomkostninger.

Der vil også være en række interne afledte omkostninger i Signalprogrammets budget, som primært

skyldes replanlægningsomkostninger til leverandørerne, samt at programorganisationen skal opretholdes i længere tid.

Banedanmark vurderer, at de økonomiske konsekvenser, som det materielbaserede scenarium har for de interne omkostninger i Signalprogrammet, kan opvejes af de tiltag, som Deloitte har identificeret til etablering af en budgetreserve.

Banedanmark foreslår, at den videre proces for Signalprogrammet udformes efter en fasegodkendelsesmodel, hvor der løbende tages stilling til leverandørernes fremdrift, samt hvilken strategi det fremadrettet anbefales at følge. En sådan tilgang er i overensstemmelse med de generelle tiltag til øget robusthed og styring i Signalprogrammet, som Deloitte i reviewet har identificeret.

Banedanmarks forslag til et materielbaseret udrulningsscenarium og Deloitte's kvalitetssikring af Banedanmarks konsekvensanalyser behandles mere uddybende sidst i resuméet.

## Afsæt for det eksterne review

Deloitte<sup>1</sup> har for en styregruppe bestående af Transport-, Bygnings- og Boligministeriet, Banedanmark og Finansministeriet foretaget et review af Signalprogrammet i perioden fra april til november 2017.

Igangsættelsen af reviewet skal ses i sammenhæng med, at det i løbet af 2016 var nødvendigt at foretage en replanlægning af Signalprogrammet, som blev præsenteret for Transportudvalget i oktober 2016.

---

<sup>1</sup> Reviewet er udarbejdet af Deloitte med bistand Mott McDonald, City Management Consultants og DLA Piper.

Planen indebærer, at programmet forventes afsluttet to år senere end oprindeligt planlagt, og at størstedelen af de afsatte reserver forventes disponeret.

Det fremgår af kommissoriet for reviewet, at formålene blandt andet er at:

- Foretage en grundig kortlægning af programmets nye budgetoverslag.
- Foretage en vurdering af om programmets aktuelle tids- og aktivitetsplaner er realistiske og velunderbyggede.
- Opstille forslag til tiltag, der fra statens side kan sikre, at koordinationen mellem Signalprogrammet, Banedanmark, Trafik, Bygge-, og Boligstyrelsen og jernbanevirksomheder er effektiv.
- Opstille forslag til budgetforbedringer svarende til 5-10 pct. af programmets opdaterede anlægsudgifter, der kan bidrage til genetablering af en reserve.
- Foretage en vurdering af om programmet i forhold til styringsværktøjer og -processer samt organisering har behov for at foretage justeringer for at kunne gennemføre programmet som forudsat.

I det følgende afsnit gennemgås resultaterne fra kortlægningen samt vurderingen af programmets tids- og aktivitetsplaner. Efterfølgende gennemgås forslag til mulige tiltag, som kan bidrage til at genetablere programmets budgetreserve.

## Kortlægning af Signalprogrammet

De vigtigste pointer fra kortlægningen fremgår nedenfor.

### Ombordudstyr

På baggrund af kortlægningen er det Deloitte's vurdering, at de nuværende planer for installation af ombordudstyr i tog, der skal anvendes på fjernbanenet, er behæftet med stor usikkerhed, hvilket kan indebære forsinkelser af idriftsættelsen af strækninger.

Deloitte finder, at denne usikkerhed er så betydelig og kan have så stor indflydelse på de andre igangværende togprogrammer, at risikomitigerende tiltag skal iværksættes, jævnfør det materielbaserede udrulningsscenario og Banedanmarks supplerende analyse.

### Fjernbanen

For fjernbanenettet vurderer Deloitte, at der er begrænset luft i udrulningsplanerne for installation af nyt signaludstyr på fjernbanenettet. Med afsæt i nuværende erfaringer fra Early Deployment-strækningerne<sup>2</sup>, vurderes der at være risiko for, at efterfølgende udrulninger igangsættes før centrale fejl og mangler er håndteret, hvilket øger sandsynligheden for forsinkelser af installationer på de resterende strækninger.

Det samlede risikobillede taget i betragtning vurderes realismen i tids- og aktivitetsplanerne på fjernbanen at være begrænset.

---

<sup>2</sup> De strækninger der bruges til test og godkendelse af den udviklede løsning.

## S-banen

Deloitte vurderer, at budget og tidsplan for S-bane-projektet er mere robust, og at de risici, som knytter sig til den videre udrulning af signaludstyr på de resterende strækninger, er af mindre kritisk karakter.

Det samlede risikobillede taget i betragtning vurderes realismen i tids- og aktivitetsplanerne på S-banen at være tilstrækkeligt robust.

## Budget

Deloitte konstaterer, at Signalprogrammet med udarbejdelse af det opdaterede budgetestimat fra efteråret 2016 har tilvejebragt et helhedsorienteret billede af programmets samlede omkostninger, herunder graden af budgetbindinger, jævnfør figur 0.1.

Kvaliteten af budgettet skaber dog efter Deloitte vurdering usikkerhed om, hvorvidt programomkostningerne er retvisende. Dette skyldes blandt andet uensartet håndtering af risici og brug af forudsætninger på tværs af projekter, eksempler på dobbeltbudgettering af poster, begrænset dokumentation for forudsætninger og manglende håndtering af en række åbne ændringsanmodninger.

## Programstyring

Deloitte analyser af Signalprogrammets centrale styringsdiscipliner peger på, at den hidtidige økonomistyring i begrænset omfang har understøttet programmets behov, at risikostyringen har været for lavt prioriteret, samt at kontraktstyringen på en række større

kontrakter har været uensartet og på nogle områder utilstrækkelig.

For at håndtere de forhold, som er nævnt ovenfor, herunder særligt i forhold til budgettering og styring, har Signalprogrammet og Banedanmark iværksat adskillige initiativer, herunder flytning af økonomistyringen fra Signalprogrammet til den centrale økonomifunktion. Banedanmark er derudover i gang med en gennemgang af alle processer omkring risiko-, kontrakt- og budgetstyring. Formålet er bedre at kunne håndtere særligt de nævnte forhold om budgettering og styring. Flere af disse initiativer er implementeret, og Deloitte forventer derfor markante forbedringer over det kommende år.

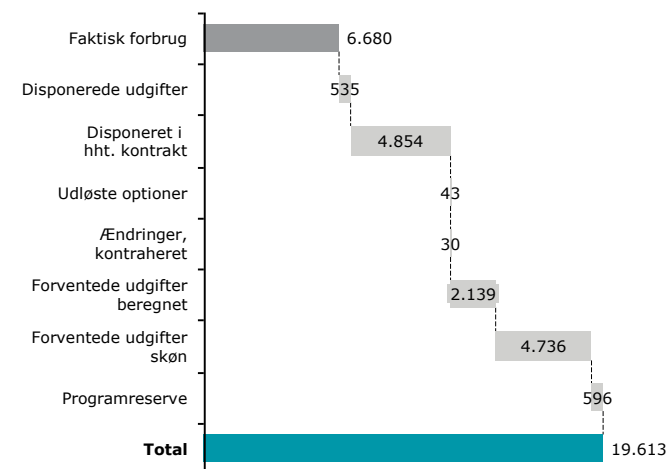
## Forslag til justeringer af Signalprogrammet

På baggrund af kortlægningen har Deloitte gennemført fem delanalyser af muligheder for, inden for programmets nuværende tidsplan<sup>3</sup> og budget, at tilføre robusthed til programmets tidsplaner, optimere programmet og øge programmets styrbarhed. Anbefalingerne vedrører Signalprogrammets organisation med tilhørende rådgiverkontrakt samt det arbejde, som leverandørerne har indgået kontrakt om at levere på henholdsvis fjernbane Øst, fjernbane Vest og for indbygning af ombordudstyr i den eksisterende togflåde.

Delanalyserne vedrører:

- Optimeret udrulning.
- Redimensionering af den tekniske løsning.
- Forenklet programstyring.
- Optimale snitflader.

Figur 0.1. Overblik over Signalprogrammets budget (PL2017, mio. kr.)



Anm.: Signalprogrammets budget – marts 2017. Forventede beregnede udgifter og skøn er baseret på "Cost-to-Complete" budget fra 2016.

Kilde: Deloitte - data fra Signalprogrammet.

<sup>3</sup> Planlagt udrulning af udstyr på sidste strækning i løbet af 2023.



- Transition til udrulning.

Analyserne har resulteret i 19 mulige tiltag, jævnfør tabel 0.1.

## Hensyn

Tiltagene er formuleret med henblik på at tilgodese en række, for Signalprogrammet, kritiske hensyn, herunder at der:

- På Early Deployment strækninger, opnås bedre vished for, at den tekniske løsning fungerer, før der udrulles på efterfølgende strækninger.
- Iværksættes tiltag, der kan mitigere risici for forsinkelser og merudgifter i udrulningsfasen.
- Iværksættes tiltag, der fremadrettet kan sikre øget styrbarhed.
- Påbegyndes en transition af programmet og i Banedanmarks Teknikdivision.
- Tages hensyn til Signalprogrammets tidsplaner, således at udrulningen af signaludstyr færdiggøres som planlagt i 2023.

Disse hensyn afspejles i de identificerede tiltag, som gennemgås nedenfor.

## Tiltag til øget robusthed

Deloitte's forslag indebærer blandt andet en tidsubestemt udskydelse af udrulningen af nyt signaludstyr (ERTMS) på en række strækninger og reduktion i antallet af vogne, der skal udstyres med ombordudstyr, med henblik på at skabe mere luft i programmets tidsplaner for udrulning af ERTMS på fjernbanen.

Grundtanken i Deloitte's forslag til tidsubestemt udskydelse af strækninger er at fokusere udrulningen af Signalprogrammet på hovedstrækninger med henblik

Tabel 0.1. Overblik over tiltag til øget robusthed, styrbarhed og bidrag til budgetreserve i Signalprogrammet.

Analyseområde	Tiltag	Øge robusthed	Øge styrbarhed	Bidrag til programreserve
Redimensionering af den tekniske løsning	FTN budgetkorrektio n og reduktion			●
Optimeret udrulning	Aflysning af udrulninger på fjernbanen	●		●
	Reduktion af ombordudst yrsinstallation	●		●
	Forbedring af designgrundlag forud for udrulning	●	●	
	Optimering af dekommissioneringsaktiviteter			●
Forenklet programstyring	Reduktion af organisatorisk kompleksitet		●	●
	Hjemtagning af konsulentopgaver			●
	Standardisering af godkendelsesprocedurer	●	●	●
	Forbedret økonomistyring		●	
	Ensartet risikostyring		●	
	En mere stringent og ensartet kontraktstyring		●	
	Centralisering af projektreserver		●	●
Forbedrede snitflader	Placering af S-baneprojektet udenfor Signalprogrammet		●	
	Overførsel af aflyste fjernbane strækninger til Banedanmark Anlæg		●	
	Overdragelse af installationsopgaver for ombordudstyr til jernbanevirksomheder		●	
Klargøring af transition	Fastlæggelse af beslutningsport for Early Deployment	●	●	
	Rebudgettering og etablering af styringsrelevant budget	●	●	
	Iværksættelse af interne omstillingsaktiviteter	●	●	
	Iværksættelse af initiativer til understøttelse af transition i Banedanmark Teknik	●	●	

Kilde: Deloitte.

på, at disse udrulninger kan gennemføres, inden elektrificering udrulles, samt at elektrificering kan gennemføres inden introduktion af fremtidens tog.

Hertil kommer, at Signalprogrammet først udrulles på de strækninger, hvor de positive effekter for togdrift og passagerer vil være størst. Desuden tages der hensyn til det europæiske interoperabilitetsdirektiv, som kræver, at nye signaler på TEN-hovedkorridorerne skal være af den fælles europæiske ERTMS-standard.

Aflysningen af strækningerne vil endvidere give mulighed for, at etablere en beslutningsport efter gennemførelse af Early Deployment, som er i tråd med en fasegodkendelsesmodel.

For så vidt angår reduktion i antallet af tog, der skal udstyres med ombordudstyr har formålet været at reducere antallet med henblik på at skabe luft i tidsplanen under hensyntagen til, at operatørerne fortsat kan opretholde driften.

### **Tiltag til øget styrbarhed**

Ud over ovenstående forslag foreslår Deloitte, at der iværksættes en række tiltag for at styrke programmets centrale styringsdiscipliner, herunder økonomistyring, kontraktstyring og risikostyring. Disse suppleres af forslag til tilpasning af programmets snitflader, der kan bidrage til at reducere programmets kompleksitet og øge ledelsesfokus på udrulning på fjernbanen.

### **Tiltag til reetablering af programreserve**

Deloitte fremlægger endvidere en række forslag, der blandt andet vedrører hjemtagning af konsulentopgaver, optimering af dekommissioneringsaktiviteter, centralisering af programreserver og optimering af programorganisationen, der primært er formuleret

med den formål at reetablere en programreserve, der kan anvendes til håndtering af fremadrettede uforudsete merudgifter.

På tværs af alle forslag vurderer Deloitte, at der af programmets uforbrugte midler på cirka 13 mia. kr. kan frigøres op cirka 3,2 mia. kr. til en programreserve.

En del af de midler, der kan frigøres, (svarende til cirka 0,8-1,0 mia. kr.) vil dog medføre omkostninger til senere signaludrulning eller for andre Banedanmark-projekter. Der er tale om tiltag, der retter sig mod aflysning af udrulning af ERTMS på op til syv strækninger på fjernbanen. Disse forslag bidrager til programreserven på trods af, at de primært anbefales gennemført med det formål at skabe luft tidsplanerne. Idet der er udgifter forbundet med aflyse udrulning af ERTMS på en strækning vurderes en aflysning af en strækning imidlertid efterfulgt af en fremtidig investering i udrulning på selvsamme strækning. Dette giver som samlet set forventeligt en merudgifter. Deloitte finder dog forslagene relevante, hvis tidsrammen og budgettet for programmet forudsættes fastholdt.

Når der tages højde for ovenstående kan op til ca. 2,1 mia. kr. henføres til egentlige reducerede omkostninger for staten, såfremt samtlige tiltag gennemføres og de samtidig har maksimal effekt. Hvis samtlige tiltag stadig gennemføres, men har reduceret effekt, vil der kunne realiseres op til ca. 1,3 mia. kr. i egentlige programbesparelser.

Deloitte's tiltag er udarbejdet inden igangsættelsen af Banedanmarks materielbaserede udrulningsscenario, som præsenteres nedenfor, hvorfor det præcise potentiale skal genberegnes, hvis tiltagene skal implementeres i rammen af dette scenario.

Endelig er der formuleret forslag, der kan bidrage til, at Signalprogrammet omstilles fra udvikling og test til udrulning, samt at Banedanmarks Teknikdivision bedre forberedes på den fremadrettede drift af Signalprogrammet.

Det er Deloitte's vurdering, at implementering af disse forslag giver programmet de bedste forudsætninger for at færdiggøre programmet, uagtet hvilken udrulningsplan der forfølges.

## Materielbaserede udrulningsscenarier

Under gennemførelse af reviewet er der identificeret en risiko for, at det selv med implementering af Deloitte's tiltag vedrørende aflysning af strækninger og reduktion i antallet af tog, hvori der skal installeres ombordudstyr, ikke er muligt at gennemføre Signalprogrammet inden for den tidsplan og det budget, der blev fremlagt for Transportudvalget i efteråret 2016.

Denne risiko relaterer sig til planen for installation af ombordudstyr, idet det på baggrund af leverandørens løbende overskridelser af deadlines, internationale erfaringer og gennemførte risikoanalyser vurderes mindre sandsynligt, at planen for installation af ombordudstyr kan understøtte idriftsættelsen af strækninger i takt med, at ERTMS udrulles på infrastrukturen, herunder både i forhold til udrulningsplanen fra efteråret 2016 og Deloitte's forslag til aflysning af strækninger.

I yderste konsekvens kan dette indebære, at det ikke er muligt at operere tog på strækninger, hvor der er udrullet ERTMS på infrastrukturen, eller at der forekommer forsinkelser i forhold til elektrificeringen af

jernbanen og den efterfølgende introduktion af Fremtidens Tog.

## Ramme for udrulning

Banedanmark har derfor med bistand fra Deloitte i løbet af oktober måned 2017 udarbejdet en ramme for en materielbaseret udrulningsplan, hvor udrulning af Signalprogrammet strækkes - potentielt helt frem til år 2030 - med det formål at sikre, at planen for installation af ombordudstyr i tog og udrulning af ERTMS på infrastrukturen er i overensstemmelse, samt at programmet ikke forsinkes elektrificeringen og introduktionen af Fremtidens Tog. Med andre ord tilrettelægges udrulningen af Signalprogrammet efter, hvorvidt det er muligt at afvikle den forudsatte trafik, og de nye signaler sættes i drift dér, hvor togene er i stand til at bruge dem. Hvis der ikke er tilstrækkelig mange tog til rådighed med ombordudstyr, tager udrulningen højde for, at man må vente med at tage det nye signalsystem i brug.

Tilgangen indebærer, at såfremt ibrugtagningen af det nye signalsystem udskydes, så må elektrificeringen af en strækning alt andet lige udskydes tilsvarende. Det skyldes, at de gamle signaler skal immuniseres<sup>4</sup>, før de kan tåle højspændingen fra kørestrømmen. Immunisering af de gamle signaler er både dyrt og ikke uden risici, hverken økonomisk eller tidsmæssigt. Samtidig er immuniseringsaktiviteter ikke nødvendige, når først det nye signaludstyr er installeret på strækningerne.

---

<sup>4</sup> Sikring af signaludstyret mod "elektrisk støj" fra køreledningerne.

Derfor har Banedanmark defineret et muligt udrulningsscenarium, der tillader udrulning af det nye signalssystem, således at omkostningerne til især immunisering, men også signalvedligehold og fornyelse reduceres mest muligt under hensyntagen til at minimere risikoen for, at togene ikke er udrustet til at køre på de nye signalssystemer.

Som en bidrag til dette scenarium har Deloitte på baggrund af internationale og danske erfaringer, Signalprogrammets input og input fra internationale signalsystemeksperter modelleret leveranceplaner for ombordudstyr i tog, hvor der i forhold til kvantificerbare risici kan opstilles en "mest sikker" leveranceplan. Planen sikrer, at der er et tilstrækkeligt antal ERTMS-udstyrede tog til rådighed på det planlagte ibrugtagningstidspunkt for det nye signaludstyr på strækningen. Banedanmark har foruden anvendelse af denne leveranceplan lagt ekstra tid ind i scenariets udrulningsplan for infrastrukturen, således at der også er tid til håndtering af de risici, der ikke har kunnet kvantificeres, men som erfaringsmæssigt indtræder. Der er blandt andet tale om de risici, der knytter sig til eventuelle fremtidige samarbejdsvanskeligheder med leverandøren af ombordudstyr, forsinkelser for godkendelser af ombordudstyret fra ERTMS level 0 til level 2 og opgradering af software fra den nuværende version 3.3.0 til 3.4.0 eller 3.6.0.

Samlet set vurderer Deloitte, at det materielbaserede udrulningsscenarium fremstår som den bedst mulige alternative udrulningsplan, såfremt driftsstabiliteten for jernbanevirksomhederne prioriteres og skal tilgodeses mest muligt.

Det er Deloitte's vurdering, at det materielbaserede udrulningsscenarium fortsat rummer risici, men at der i scenariet er indlagt tidsmæssige buffere mellem den

planlagte færdiggørelse af installationen af ombordudstyr og den forventede ibrugtagelse, ligesom en række mulige yderligere risikomitigerende tiltag, der kan skabe yderligere robusthed i planen, ikke er indlagt som forudsætninger for scenariet.

## Konsekvenser

Banedanmark har belyst det materielbaserede udrulningsscenariums økonomiske konsekvenser set i forhold til Signalprogrammets organisation, trafikstyringsopgaven, behovet for immunisering af strækninger, behovet for forlænget vedligehold af eksisterende infrastruktur og behovet for at udruste nye strækninger midlertidigt med den eksisterende signalløsning. Der vil således ud over cirka 0,7 mia. kr. i meromkostninger til Signalprogrammet være ekstraomkostninger i størrelsesordenen 2,8 mia. kr. til at holde de nuværende signaler i drift, fortsætte trafikstyring i gammelt signalssystem, immunisere strækningen Roskilde-Holbæk samt gennemføre en række anlægsprojekter – eksempelvis København – Ringsted – i eksisterende teknologi.

Der gøres i den forbindelse opmærksom på, at Banedanmarks ramme for det materielbaserede udrulningsscenarium er blevet udarbejdet og analyseret på meget kort tid. Således skal såvel økonomiske overslag, den præcise tidsplan og de præcise materielforudsætninger detaljeres, idet de på nuværende tidspunkt alene kan betragtes som indikative.

Der er i analysen af de økonomiske konsekvenser ikke taget højde for de optimeringstiltag, som Deloitte har identificeret til etablering af en budgetreserve indenfor rammerne af den nuværende tidsplan. Det vurderes, at hovedparten af disse tiltag fortsat er relevante,

hvorfor der isoleret set er samme besparelspotentiale i det materielbaserede udrulningsscenarium som i den nuværende udrulningsplan. Dette vil kunne medgå til at finansiere de meromkostninger, som følger af forsinkelsen af ombordudrustningsplanen.

## Videre proces

Både udrulningsplanen for det materielbaserede scenarium og analyserne af dets konsekvenser vurderes at være behæftet med usikkerheder og en række kendte risici. Blandt andet derfor opstiller Banedanmark et forslag til videre proces, der fremhæver væsentlige beslutningspunkter i Signalprogrammets videre forløb.

Forslaget peger på, at der i 2017 med fordel kan træffes beslutning om iværksættelse af indledende aktiviteter for at iværksætte det materielbaserede udrulningsscenarie, herunder konkret:

- At der træffes beslutning om at omprioritere visse togtyper/tog i ombordudrustningsplanen.
- At der træffes beslutning om at påbegynde den indledende programfase for immunisering af udvalgte strækninger (separat beslutningsgrundlag).
- At der træffes beslutning om udrustning af den nye bane mellem København og Ringsted med eksisterende signalteknologi (separat beslutningsgrundlag) og beslutning for infrastrukturprojekter i Nordjylland (separat beslutningsgrundlag).

Endvidere lægges der op til, at den videre proces for Signalprogrammet udformes efter en fasegodkendelsesmodel, hvor der løbende tages stilling til, hvor programmet er, samt hvilken strategi det fremadrettet anbefales at følge.

Næste centrale beslutningsport vil være i efteråret 2018, hvor Signalprogrammet vil have væsentlig bedre mulighed for at vurdere, om forudsætningerne for at udstyre tilstrækkeligt med tog til at gennemføre det materielbaserede udrulningsscenarium er til stede. Hertil kommer et bedre indblik i risici og omkostninger forbundet med immunisering.

Centralt i dette forløb vil være at inddrage jernbanevirksomhederne yderligere med henblik på løbende at sikre, at den videre udrulning understøtter deres materielbehov. Transport-, Bygnings- og Boligministeriet har gennemført indledende drøftelser med DSB i anden halvdel af oktober, mens drøftelser med Arriva og Nordjyske Jernbaner er optaget i november 2017.

Idet formålet med det materielbaserede udrulningsscenarie er at sikre så stabil jernbanedrift som muligt, vil det være afgørende at fortsætte dialogen med operatørerne for at tilrettelægge overgangen fra gamle til nye signaler på en måde, som tager hensyn til den eksisterende togflåde og de kommende års fornyelser af den.

## Kvalitetssikring

Deloitte har foretaget en kvalitetssikring af Banedanmarks analyser for det materielbaserede udrulningsscenarium samt af analyserne for de afledte økonomiske konsekvenser og forslag til videre proces. Kvalitetssikringen er foretaget i henhold til seks kriterier, jævnfør tabel 0.2.

Det er Deloitte's vurdering, at det materielbaserede udrulningsscenarium lever op til en væsentlig del af kvalitetskriterierne, men at scenariet samtidig ikke er tilstrækkeligt velunderbygget til at kunne udgøre et

Tabel 0.2 Kvalitetssikringskriterier

### Aktualitet

Spørgsmål: Er grundlag og beregninger baseret på senest gældende data?

### Fuldstændighed

Spørgsmål: Er de anvendte metoder, analyser og data – i dybde og bredde – dækkende i forhold til de dragne konklusioner?

### Fleksibilitet

Spørgsmål: Tager konklusioner og eventuelle anbefalinger højde for eventuelle ændringer i grundlag, forudsætninger og potentielle risici?

### Realisme

Spørgsmål: Er forudsætninger og antagelser underbygget af faktiske forhold?

### Konsistens

Spørgsmål: Er analyser og konklusioner i overensstemmelse med og logisk sammenhængende med de tilgængelige data og forudsætninger? Er der konsistens på tværs af delanalyser?

### Gyldighed

Spørgsmål: Er de anvendte metoder, analyser og data sporbare og understøtter de dragne konklusioner?

endeligt beslutningsgrundlag for den samlede udrulningsplan. Særligt er det afgørende, at sikre yderligere inddragelse af jernbanevirksomhederne samt at sikre grundig analyse af de trafikale og passagermæssige konsekvenser.

Analysen vurderes dog at være tilstrækkelig velunderbygget til, at Deloitte kan anbefale, at der træffes de nævnte beslutninger, som Banedanmark peger på er nødvendige i 2017.

I forhold til scenariets afledte konsekvenser er det Deloitte vurdering, at de gennemførte analyser bærer præg af en meget stram tidsramme for analysearbejdet, og at flere konsekvensanalyser baserer sig på forudsætninger, der ikke i tilstrækkelig grad er klare og underbyggede. Ligeledes peger Deloitte i kvalitets sikringen på, at der i flere af analyserne er forhold, der med fordel yderligere kan belyses, før analyserne bør udgøre et grundlag for en endelig beslutning. Endelig bør det sikres, at analyserne yderligere afstemmes med jernbanevirksomhederne, der indtil nu kun i begrænset omfang har været involveret.

Deloitte finder derfor, at Banedanmarks forslag til videre proces er afstemt i forhold til de analyseresultater og den viden Banedanmark har til rådighed på nuværende tidspunkt.

# DEL I STATUS FOR SIGNALPROGRAMMET

KOMMERCIELT FORPROBOLIG

# Introduktion

Denne del af rapporten indeholder Deloitte's kortlægning af Signalprogrammet.

Kortlægningen er udarbejdet af Deloitte på baggrund af gennemgang af Signalprogrammets planer, budgetter, kontrakter, analyser, statusrapporter samt interview med Signalprogrammet. Hertil kommer tidligere analyser, der går forud for igangsættelse af Signalprogrammet.

Indledningsvist gives i kapitel 1 et samlet overblik over Signalprogrammet.

Herefter forklares hvad introduktionen af nye signaler indebærer af ændringer af signalsystemet i kapitel 2 om den tekniske løsning.

Efterfølgende præsenteres afviklingen af programmet og udrulningsplaner i kapitel 3.

I kapitel 4 gives et overblik over programmets kontraktuelle forhold.

Kapitel 5 redegør for programmets nuværende organisering, mens kapitel 6 indeholder et overblik over programmets nuværende økonomi og forbrug samt en vurdering af programmets budget.

I kapitel 7 opstilles et samlet overblik over programmets aktuelle situation og Deloitte's vurdering af programmets nuværende budget, tids- og aktivitetsplaner samt af styringsmæssige forhold. Med af sæt i vurderingerne peges på områder til videre analyse i rapportens del II.



## 1 Overblik

Signalprogrammet er enestående i dansk og europæisk sammenhæng, programmet har været i gang i otte år og forsinkelser og fordyrelser fordrer et eftersyn af programmets styrbarhed, robusthed og økonomi.

### 1.1 Afsæt

Som led i Aftale om en grøn transportpolitik mellem regeringen, Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti, Socialistisk Folkeparti og Det Radikale Venstre blev det i 2009 besluttet frem mod 2021 at etablere et nyt moderne signalsystem på fjernbanenettet, der lever op til fælleseuropæiske standarder, samt at modernisere banenettet på S-banen.

Afsættet for udskiftningen af signalsystemet er, at det i 2006 blev vurderet, at mange af de nuværende sikringsanlæg er udtjente eller vil blive det frem mod 2020-2025, samt at togkontrollsystemet på både fjernbanenettet og S-banen forventes at skulle udskiftes i 2020.

Tidligere analyser har således peget på forventninger om en dalende regularitetsudvikling for både fjernbanen og S-banen ved en uændret bevillingsudvikling,

som vil kunne håndteres ved en udskiftning af signalerne.

Den primære gevinst ved udskiftning af signaler er derfor et funktionsdygtigt signalsystem, idet det eksisterende nærmer sig afslutningen af sin levetid. Derudover vil et nyt signalsystem give:

- Forbedret punktlighed
- Højere sikkerhed
- Mere effektiv drift
- Højere hastighed
- Bedre passagerinformation
- Mulighed for fuldautomatisk drift på S-banen

Systemet forventes som følge heraf, at kunne levere besparelser på i alt 5,8 mia. kr. frem mod 2040.

Udskiftningen af signalsystemet på fjernbanenettet skal ses i sammenhæng med, at det af interoperabilitetsdirektivet fremgår, at medlemslande ved opsætning af nye signaler på hovedstrækninger skal anvende den europæiske standard European Railway Traffic Management System (ERTMS).

I Danmark sker udskiftningen af signalerne sideløbende med, at det Europæiske Jernbaneagentur (ERA) i 2016 har opgraderet standarderne for europæiske signaltekniske løsninger på fjernbanenettet. Det har fra Signalprogrammets start været forventningen, at ERA løbende ville opdatere eller forny disse standarder.

Konkret indebærer udskiftningen af signaler på fjernbanen, at togføreren i den fremtidige signaltekniske løsning får hovedparten af trafikinformationerne via et trådløst signal, som styres fra en fjernstyringscentral, således at signalerne kan ses på en skærm i førerbakken.

I den nuværende signaltekniske løsning ser føreren et signal, som står placeret ved sporet, der styres via forskellige sensorer i sporet, af en lokal stationsbestyrer eller fra en fjernstyringscentral.

Opgraderingen til ERTMS på fjernbanen skal blandt andet sikre interoperabilitet på tværs af landegrænser, øget sikkerhed, højere hastighed samt højere kapacitet på strækninger udstyret med ERTMS. Det er et krav, at ERTMS-standarden følges, når eksisterende signaludstyr udskiftes.

Danmark er det første land i Europa, som udskifter hele signalsystemet på fjernbanefjernbanen på grundlag af ERTMS-standardens niveau 2. Andre europæiske lande (eksempelvis Holland, Belgien, Sverige, Tyskland og Frankrig) har således udelukkende implementeret ERTMS-standarder på udvalgte strækninger, mens andre igen (eksempelvis Luxembourg) kun har implementeret dele af den fulde tekniske løsning.

På S-banen udskiftes signalsystemet med et standard bybanesystem – Communication Based Train Control System (CBTC).

## 1.2 Fra beslutningsgrundlag til nu

Siden Signalprogrammets iværksættelse i 2009 har programmet passeret flere centrale milepæle og været gennem enkelte større justeringer.

Programmet fik ved oprettelsen udstykket to milepæle, hvor den politiske beslutning skulle bekræftes. Den ene af disse lå før udsendelse af udbudsmateriale, mens den anden lå før endelig kontraktindgåelse med leverandører. Herefter er det tidsplanen i kontrakterne som udgør milepælene med afslutningstidspunkter som den mest centrale, idet rækkefølgen løbende kan tilpasses.

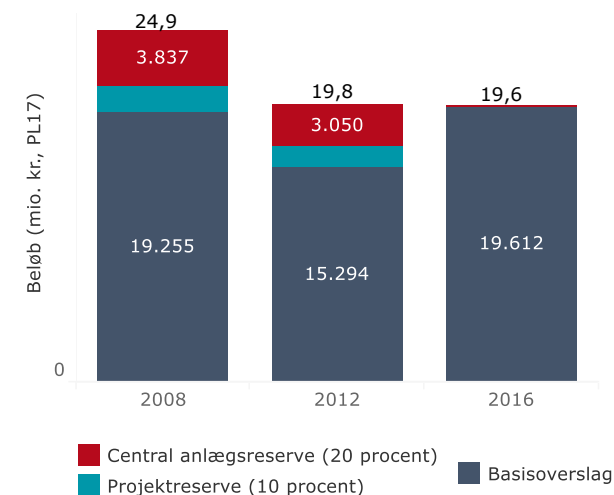
Et af målene med Banedanmarks strategi om en total udskiftning af signalsystemerne på fjernbanen og S-banen var at åbne markedet og gennem en bred konkurrence at sikre økonomisk fordelagtige tilbud fra leverandører der kunne levere en teknisk moderne løsning med afprøvet teknologi, og som samtidig med stor sikkerhed ville kunne udrulle løsningen i en hel landsdel.

Signalprogrammet valgte at begrænse antallet af mulige prækvalificerede leverandører til fem og seks for onboard- og S-baneprojektet henholdsvis fjernbanefjernbaneprojektet. Begrundelsen herfor var blandt andet, at det ville skærpe konkurrencen blandt de prækvalificerede

Banedanmark udbød signalleverancerne som udbud efter forhandling. Denne udbudsform indebærer, at der kunne gennemføres forhandlinger med tilbudsgiverne som en del af udbudsprocessen. Formålet med forhandlingerne var blandt andet, at leverandørerne fik mulighed for at give input til Signalprogrammets udbudsmateriale, så løsninger blev tilpasset leverandørernes eksisterende systemer og metoder.

Som led i dette afholdtes der dels leverandørmøder med de prækvalificerede leverandører, dels besigtigelser af infrastrukturen og det rullende materiel i samme måned.

Figur 1.1 Udvikling i bevilling 2008-2016.



Kilde: Deloitte - data fra Signalprogrammet.

Det endelige udbudsmateriale blev udarbejdet på baggrund af evalueringen af de modtagne foreløbige tilbud og de indledende forhandlinger. Således foretog Banedanmark en række tekniske korrektioner i forhold til det foreløbige udbudsmateriale med henblik på at sikre, at tilbudsgiverne i deres endelige tilbud dels forstod de opstillede krav, dels kunne give så økonomisk fordelagtige tilbud som muligt. Derudover blev dimensioneringen af signalsystemerne til både fjern- og S-banen justeret.

Tildelingskriterierne var vægtede, så prisen var afbalanceret over for den tekniske løsning og evnen til at gennemføre projektet til tiden og med så få gener for passagerne som muligt:

- Pris vægtede 40 pct.
- Teknisk løsning vægtede 30 pct.
- Gennemførelse af projekt og udførelse af efterfølgende vedligeholdelse vægtede 30 pct.

Banedanmark indgik i august 2011, efter ovenstående udbudsproces, kontrakt med Siemens om nyt signal-system og ombordudstyr til S-banen og de tog, som befærder denne, indeholdende en plan om afsluttet udrulning i 2018 og projektafslutning i 2019 og 2020.

Tilsvarende blev der i januar 2012 indgået kontrakter med Alstom og konsortiet Thales/Strukton<sup>5</sup> om levering af et ETCS-signalsystem til henholdsvis Østdanmark og Vestdanmark. Kontrakterne indeholdt planer om at afslutte udrulning i 2021 og projektafslutning i 2022 og 2023.

Herudover er indgået kontrakt med Alstom (marts 2012) om installation af ombordudstyr i tog som befærder fjernbanen, samt med øvrige leverandører på en række mindre områder.

Indgåelse af kontrakterne indebar, særligt for så vidt angår fjernbanen, væsentlige mindreudgifter set i forhold til programmets opstillede ankerbudget. Tabel 1.1 skitserer udbudsprocessen for de tre centrale kontrakter på fjernbanen og S-banen.

I forbindelse med kontraktunderskrift blev ankerbudgettet for Signalprogrammet opdateret, og det blev besluttet at overføre forskellen mellem det oprindelige og det opdaterede budget til infrastrukturfonden. Projektbudgettet blev derfor reduceret med 5,1 mia. kr., som førtes tilbage til Infrastrukturfonden, til 19,8 mia. jævnfør Figur 1.1 på siden før.

Besparselsen bestod primært af billigere leverancer til fjernbaneprojekterne og en besparelse på grundlag af en budgetanalyse af Signalprogrammets udgifter til styring, projektering og tilsyn.

Den politiske beslutning om tilbageførelsen til infrastrukturfonden blev taget i forbindelse med aftale af 21. marts 2013 om En ny Storstrømsbro, Holstebro-motorvejen mv., hvor Signalprogrammets betydelige besparelse (primært) blev anvendt til finansiering af en ny Storstrømsbro.

Siden kontraktindgåelserne er programmet stødt på en række udfordringer, der har medført forsinkelser af

Tabel 1.1. Kort om de tre centrale kontrakter.

### **Kontrakt om leverance af signalsystem til S-banen**

Følgende fem virksomheder blev prækvalificeret i december 2009: Alstom, Bombardier, Invensys / Kemp & Lauridsen, Siemens samt Thales / Balfour Beatty Rail. Banedanmark modtog de endelige tilbud i marts 2011 og påbegyndte den endelige evaluering og forhandling frem mod tildeling af kontrakten. Evalueringen viste, at Siemens havde det økonomisk mest fordelagtige tilbud. Kontrakten med Siemens blev indgået den 5. august 2011. En underkontrakt vedrørende ombordudstyr blev underskrevet af Banedanmark og DSB i oktober 2011.

### **Kontrakt om leverance af signalsystem til fjernbanen**

Følgende seks virksomheder blev i maj 2010 prækvalificeret til at byde på de to infrastrukturkontrakter: Alstom, Ansaldo STS, Bombardier, Invensys, Siemens og Thales/Balfour Betty. Banedanmark modtog de endelige tilbud i september 2011, foretog tildeling af kontrakterne i december 2011 og underskrev ultimo januar 2012 kontrakterne med de to leverandører (Alstom samt Thales / Balfour Betty), som havde det økonomisk mest fordelagtige tilbud.

### **Kontrakt om leverance af ombordudstyr til fjernbanen**

Følgende leverandører blev i maj 2010 prækvalificeret til at byde på kontrakten angående ombordudrustning: Alstom, Ansaldo STS, Bombardier, Invensys og Siemens. Banedanmark modtog de endelige tilbud i november 2011, og efter en evaluering foretaget i samarbejde med DSB blev kontrakten indgået marts 2012 med den leverandør (Alstom), som havde det økonomisk mest fordelagtige tilbud.

<sup>5</sup> Balfour var ved kontraktindgåelse part i kontrakten, men Strukton er senere indtrådt i kontraktforholdet i stedet for Balfour. Herefter Thales/Strukton

den oprindelige tidsplan, jævnfør Tabel 1.2 på næste side.

Med afsæt i forsinkelserne iværksatte Banedanmark primo 2016 en replanlægning af programmets tidslinje og økonomi. Replanlægningen indebar blandt andet et styrket overblik over leverandørernes fremdrift og etablering af en forbedret model for opfølgning på leverandørerne i programmet.

Centralt for replanlægningen var fastlæggelse af nye tidsplaner, der har indebåret, at udrulning af nye signalløsninger på S-banen forventes afsluttet i 2021 og i 2023 på fjernbanen.

Med afsæt i de justerede tidsplaner blev også gennemført en rebudgettering af programbudgettet. Rebudgetteringen har indebåret, at programmet ca. halvvejs i programforløbet har budgetteret med brug af størstedelen af den samlede programreserve, og at den resterende del af reserven på ca. 535 mio. kr. er tildelt de projekter i Signalprogrammet, som vurderes at trække mest på denne reserve.

Ved udgangen af første kvartal 2017 havde programmet afholdt udgifter svarende til ca. 6,5 mia. kr. og forventer aktuelt et samlet forbrug ved programafslutning svarende til 19,6 mia. kr.

### 1.3 Fremdrift og forløb

Processen for udskiftning af signaler er overordnet set tilrettelagt i fire faser:

- Udbud og kontrahering
- Udvikling og design
- Test og afprøvning
- Udrulning

I forhold til de fire faser er udskiftningen af signaler på S-banen det mest fremskredne af de tre store projekter, hvilket hænger naturligt sammen med, at dette projekt også forventes afsluttet før de to store projekter på fjernbanen.

På S-banen planlægger programmet således at afslutte test- og afprøvningsfasen primo 2018 og påbegynde ibrugtagning på øvrige strækninger på banenettet medio 2018. Herefter udrulles én til to strækninger om året frem til og med 2021, hvor udrulningen forventes afsluttet.

På fjernbanen forventer programmet at tage de første strækninger i brug medio 2018 med afslutning af test- og afprøvningsfasen seks måneder senere, hvorefter udrulning på det øvrige banenet påbegyndes ultimo 2018. De fysiske arbejder på de næste strækninger er igangsat. Herefter udrulles tre til seks strækninger årligt frem mod forventet afslutning i 2023.

Overgangen fra test- og afprøvningsfasen til udrulningsfasen er central. I test- og afprøvningsfasen foretages test af leverandørernes systemløsninger med henblik på at vurdere, om systemet virker og leverer i henhold til krav og kriterier fastlagt i kontrakterne. Dette sker først i testlaboratorier, herefter med en række tests i infrastrukturen inden den første strækning tages i brug. Den første periode af drift på denne strækning indgår ligeledes i testfasen. Når leverandørernes systemer har bestået tests på test- og afprøvningsstrækningerne, implementeres de på banenettets øvrige strækninger i henhold til de fastlagte udrulningsplaner. På tværs af de enkelte leverancer i programmet er der dog ikke planlagte skel mellem test- og afprøvningsfasen og udrulningsfasen. Det skyldes, at leverandøren er givet mulighed for at påbegynde udrulningsaktiviteter for enkelte leverancer

Tabel 1.2. Vigtige hændelser i Signalprogrammet i perioden 2009-2016.

År	Begivenhed
2009	Med den politiske aftale om en grøn transportpolitik besluttes det at etablere nye signalsystemer på banenettet. Signalprogrammet oprettes.
2011/2012	Signalprogrammet indgår de største kontrakter med leverandørerne (jernbanen og S-banen).
2014	Signalprogrammet overskrider den kritiske milepæl for ibrugtagning af det nye signalsystem på S-banens test- og afprøvningsstrækning.
2015	Signalprogrammet forventer, at ibrugtagning på både S-banens og fjernbanens test- og afprøvningsstrækninger forsinkes med op til 1½ år, men at signalsystemerne fortsat kan tages i brug på alle strækninger i henholdsvis 2018 og 2021, som forudsat i kontrakterne.
2016	Signalprogrammet tager signalsystemet i brug på S-banens test og afprøvningsstrækning, Banedanmarks og Signalprogrammets nye ledelser tiltræder, og Banedanmark gennemfører løbende replanlægning af tidsplanerne samt opdaterer det økonomiske skøn for programmet som helhed.
2016	Signalprogrammet er forsinket med tre år på S-banen og to år på fjernbanen, i forhold til de i kontrakterne fastlagte tidsplaner.

Kilde: Rigsrevisionens beretning om forsinkelsen af Signalprogrammet, september 2016.

inden afslutningen af test og afprøvningsaktiviteter for andre leverancer.

Under udrulningen kan der også være behov for justeringer og tilpasninger af systemløsningen som følge af tilpasning til lokale forhold. Disse vil dog forventeligt have et begrænset omfang sammenlignet med de justeringer, der foretages i test- og afprøvningsfasen.

Idet det nye signalsystem indebærer, at føreren ser signaler på et panel i førerrummet, skal tog, der skal køre på banenettet, udstyres med nyt udstyr. Sideløbende med udrulningsplanerne for de tre store infrastrukturprojekter gennemføres derfor et projekt, som omhandler installation af ombordudstyr i tog. Der er naturligvis en betydelig gensidig afhængighed mellem ombordprojektet, resten af Signalprogrammet og jernbanevirksomhederne. Jernbanevirksomhederne ejer togsættene og installationen af ombordudstyr skal således ses i sammenhæng med dels virksomhedernes behov for at have rådighed over tog til afvikling af den planlagte trafik, dels behovet for løbende at foretage vedligehold af togene og dels den løbende udskiftning og udfasning af togtyper (litra).

Centralt for programmets forløb er, at installationsplanen er tilrettelagt, så der er tog til rådighed for test på test- og afprøvningsstrækningerne (kaldet Early Deployment Lines - EDL), samt at et tilstrækkeligt antal tog er udstyret i takt med, at de øvrige strækninger tages i brug.

Når udrulningen er afsluttet, indledes en periode på seks måneder, hvor den nye signalløsning testes, før den overgår til drift. Ved starten af denne fase overdrages ansvaret for driften af løsningen fra Signalprogrammet til Banedanmarks Teknik-division.

## 1.4 Afhængigheder

Signalprogrammet gennemføres samtidigt med, at der er planlagt en række øvrige væsentlige opgraderinger af jernbanen frem mod 2030.

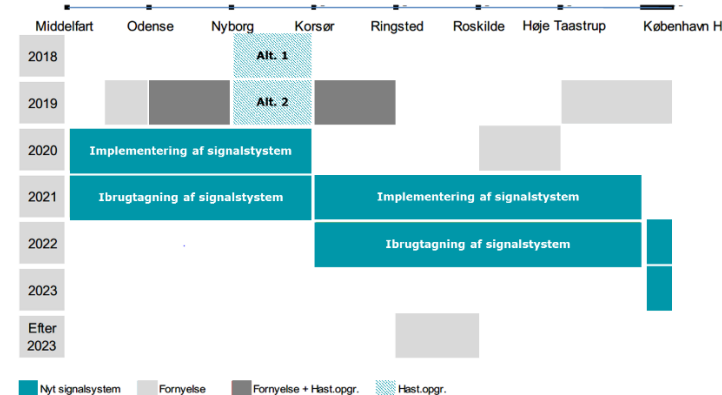
Replanlægningen af Signalprogrammet i 2016 indebærer derfor også udarbejdelse af en revideret anlægsplan for Banedanmarks samlede anlægsarbejde i perioden 2018-2026. Anlægsplanen er udarbejdet med henblik på at opnå den økonomisk mest fordelagtige udførelsesplan samt størst mulig robusthed.

Et centralt princip for tilrettelæggelse af anlægsplanen er, at fornyelsesarbejder, hastighedsopgraderinger og øvrige arbejder gennemføres forud for udrulning af Signalprogrammet. På denne måde undgår Banedanmark, at der opstår behov for, at opgradere signalsystemet så vidt muligt udrulles inden elektrificering af strækninger, idet det nuværende signalsystem ikke er kompatibelt med elektrificering, med mindre strækninger immuniseres.

Af planen fremgår derfor konkret, at sporrelaterede arbejder relateret til fornyelse af jernbanen, hastighedsopgraderinger og forberedende arbejder til elektrificering af banenettet så vidt muligt skal gennemføres forud for udrulning af signalsystemet, således at disse aktiviteter ikke påvirkes af eventuelle forsinkelser i Signalprogrammet.

Som led i hastighedsopgraderingen er imidlertid også anlagt en ny strækning mellem København og Ringsted. Denne kapacitetsudvidelse vil først kunne tages i brug, når signalsystemet er udrullet på strækningen, og Signalprogrammets udrulningsplan er derfor central for ibrugtagningen af strækningen.

Figur 1.2. Eksempel på centrale afhængigheder på strækningen Middelfart-København.



Kilde: Banedanmarks reviderede anlægsplan for perioden 2018-2026.

Hertil kommer, at Banedanmark frem mod 2026 skal elektrificere 1.362 kilometer spor med henblik på at sikre højere rettidighed, flere afgang og kortere rejsetid. Arbejdet med udrulning af nye signaler på banenettet er planlagt, så dette gennemføres inden ny kørestrøm opsættes og ibrugtages. Alternativt vil det være nødvendigt at immunisere de eksisterende sikringsanlæg med yderligere sporarbejder og udgifter til følge. Det forventes derfor, at eventuelle yderligere forsinkelser af Signalprogrammet forventeligt også vil indebære forsinkelser af elektrificeringen.

Endelig er en udrulning af Signalprogrammet en forudsætning i DSBs beslutningsoplæg for anskaffelse af fremtidens tog, hvor en eventuel forsinkelse af Signalprogrammet eller Elektrificeringsprogrammet vil indebære, at nyanskaffede elektriske tog ikke kan indsættes i drift i forventet omfang med forventede negative konsekvenser til følge. En længere anvendelse af den nuværende ældre og blandede materielflåde vil medføre højere drifts- og vedligeholdelsesudgifter på grund af den senere omlægning til en moderne, homogen materielflåde.

Samlet set spiller Signalprogrammet således en central rolle i realiseringen af gevinsterne fra de markante investeringer i jernbanen, der gennemføres frem mod 2030.

## 1.5 Eksternt review

Med afsæt i forsinkelserne af programmets tidsplan, de forventede overskridelser af programbudgettet og programmets centrale betydning for øvrige jernbaneprojekter har regeringen besluttet at iværksætte et eksternt review af Signalprogrammet, jævnfør Bilag D. Formålet med reviewet har været dels at udarbejde en grundig kortlægning og kvalitetssikring af

Banedanmarks opdaterede budget og tidsplan, dels at identificere mulige budgetforbedringer, der kan medvirke til at frigøre en ny reserve.

Konkret indeholder reviewet:

- En grundig kortlægning af programmets nye budgetoverslag.
- En vurdering af om programmets aktuelle tids- og aktivitetsplaner er realistiske og velunderbyggede.
- Forslag til tiltag, der fra statens side kan sikre, at koordinationen mellem Signalprogrammet, Banedanmark, Trafik, Bygge-, og Boligstyrelsen og jernbanevirksomheder er effektiv.
- Forslag til budgetforbedringer svarende til 5-10 pct. af programmets opdaterede anlægsudgifter, der kan bidrage til genetablering af en reserve.
- En vurdering af om programmet i forhold til styringsværktøjer og -processer samt organisering har behov for at foretage justeringer for at kunne gennemføre programmet som forudsat.

Deloitte har sammen med tyske Civity, hollandske Mott McDonald og DLA Piper (tidl. LETT) forestå reviewet på vegne af Transportministeriet og Finansministeriet.

Under hensyn til kravene til reviewets indhold er vores tilgang fokuseret om tre temaer:

- *Robusthed*: Dette tema har til formål at belyse, hvorvidt de opdaterede tidsplaner, forudsætninger og budgetter for Signalprogrammet fremstår realistiske.
- *Optimering*: Under dette tema identificeres optimeringstiltag, der kan bidrage til at genetablere en programreserven.
- *Styrbarhed*: Dette tema har til formål at identificere tiltag, der kan bidrage til at understøtte, at

programmet gennemføres som forudsat, herunder ved ændring af styringsværktøjer, processer og organisering eller ved forsimplinger af programmet.

For at etablere et udgangspunkt for at gennemføre analyser, vurderinger og identificere tiltag under de tre temaer ovenfor, har vi indledningsvist udarbejdet en kortlægning, der beskriver programmets situation i perioden marts til juni 2017.<sup>6</sup>

Kortlægningen belyser:

- Den tekniske signalløsning
- Afviklingen af programmet
- Programmets kontraktlandskab
- Programmets organisering
- Programmets økonomi

Ud over at give et overblik over programmets nuværende situation udpeges med afsæt i kortlægningen en række områder, der rummer særlige muligheder eller udfordringer, og som derfor er centrale i forhold til at vurdere programmets robusthed samt opstille forslag til optimering eller øget styrbarhed. Disse områder behandles efterfølgende i særskilte delanalyser.

Endvidere er der gennemført en vurdering af alle programmets centrale omkostningsposter med henblik på at vurdere usikkerheden i programmets nye budgetoverslag.

I det følgende præsenteres kortlægningen af programmets situation per juni 2017 og de områder, der

udpeges til særskilte delanalyser<sup>7</sup>. Dernæst præsenteres en række forslag og initiativer for øget styrbarhed, robusthed og programoptimering. Slutteligt præsenteres et replanlægningsscenarie udarbejdet af Banedanmark og kvalitetssikret af Deloitte, som tager udgangspunkt i identificerede risici omkring den nuværende plan for installation af ombordudstyr.

---

<sup>6</sup> Deloitte's review er gennemført i perioden fra maj til november 2017. Dette indebærer, at Signalprogrammet i perioden har iværksat aktiviteter og initiativer, der adresserer flere af de forhold Deloitte

peger på i kortlægningsrapporten. I rapportens del II er under de enkelte delanalyser angivet, hvor Signalprogrammet har iværksat initiativer relateret til de temaer som analyserne belyser.

<sup>7</sup> Økonomitalleene som præsenteres er fra ultimo 1. kvartal 2017.

## 2 Teknisk løsning

Den tekniske løsning består af en komplet udskiftning af det signaltekniske udstyr både på fjernbanen og på S-banen.

Kapitlet beskriver de nuværende og fremtidige signaltekniske løsninger samt de tekniske snitflader til andre af Banedanmarks igangværende programmer.

### 2.1 Den nuværende signaltekniske løsning

Det nuværende signaltekniske udstyr, som Signalprogrammet udskifter, består af systemer, som over en lang årrække er blevet installeret på banenettet. Systemerne opfylder grundlæggende samme funktion, men grundet teknologistadet på installationstidspunktet for den enkelte banestrækning, er der tale om mange og forskelligartede løsninger på tværs af hele banenettet, jævnfør Tabel 2.1.

Meget af det eksisterende signaltekniske udstyr nærmer sig "end of life" i forhold til, at reservedele eller kompetencer for teknisk vedligehold inden for den nærmeste årrække bliver vanskeligt at opretholde, jævnfør Figur 2.1. Banedanmark forventer eksempelvis, at det eksisterende togkontrolsystem, samt 368

sikringsanlæg (ca. 82 pct. af alle anlæg) grundet "end of life", skal udskiftes frem mod 2025, hvis Signalprogrammet ikke blev udrullet.

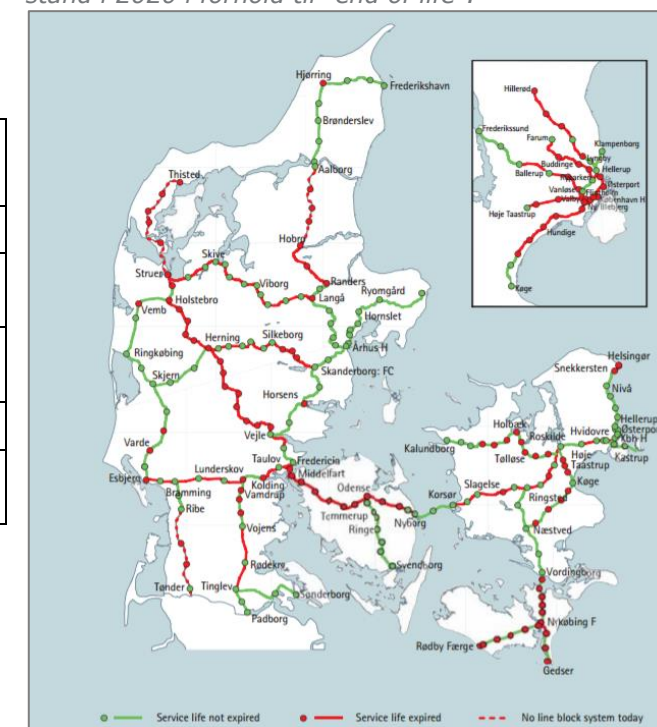
Tabel 2.1. Den nuværende signaltekniske løsning – Eksempler på forskellige typer af signalteknisk udstyr.

System	Antal	Antal typer	Installationsår
Sporskiftedrev	Ca. 3000	11	1920-2005
Fjernstyringscentraler	15	12	1960-2006
Trafikstyrings-system	13	5	1960-2006
Sikringsanlæg	Ca. 450	13	1920-2005
Togkontrolsystem	På ca. 1100 km.	4	1970-2006

Kilde: Signalprogrammet

For at opnå stordriftsfordele, reducere den tekniske kompleksitet samt for at have et tidssvarende signal-system, der kan levere en forøget kanalregularitet, konkluderede en konsulentrapport i 2006, at en totaludskiftning af den signaltekniske løsning vil være mest favorabel.<sup>8</sup> Analysen fastlagde at en totaludskiftning ville resultere i en positiv samfundsøkonomisk effekt, og at strategien havde den laveste risikoprofil grundet udnyttelse af længerevarende programforløb,

Figur 2.1. Det nuværende signaltekniske udstyrs tilstand i 2020 i forhold til "end of life".



Kilde: Signalprogrammet.

<sup>8</sup> Booz|Allen|Hamilton (2006): Signalanalysen – analyse af to investeringsvarianter.



kontraktforhold mv. Derudover viste analysen, at strategien på kort sigt ville medføre regularitetsforbedringer på hovedstrækningerne på fjernbanen.

Alternative fornyelsesstrategier blev i samme ombæring vurderet, herunder en løbende fornyelse samt et intensiveret/accelereret fornyelsesforløb, men disse strategier blev vurderet til at være enten mindre fremtidssikrede eller dyrere over den forventede levetid.

Beslutningen om at gennemføre en totaludskiftning af det signaltekniske udstyr blev derfor taget i 2009 af den politiske forligskreds på transportområdet.

## 2.2 Nye standarder

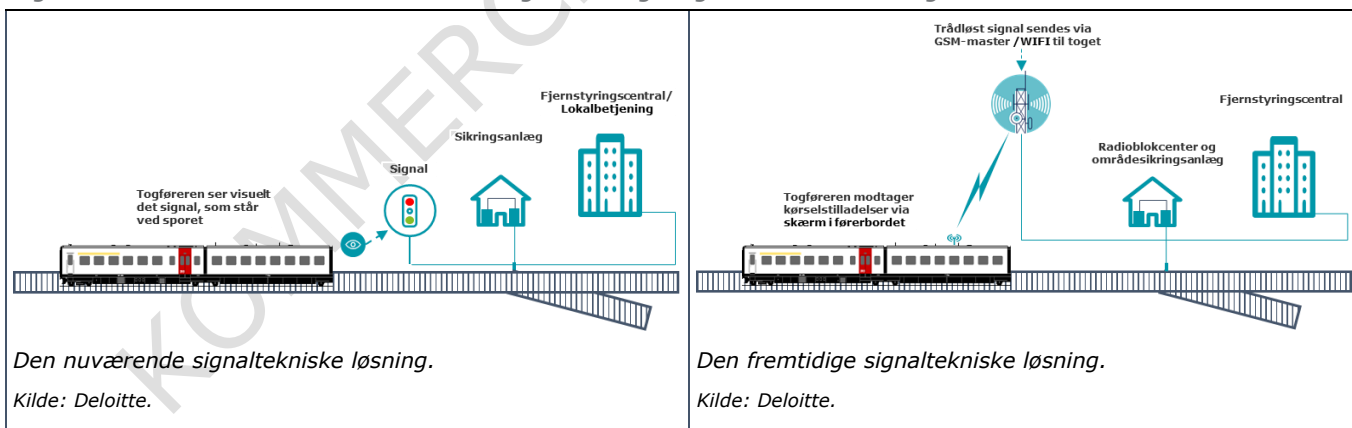
Den Europæiske Unions Jernbaneagentur (ERA) udgiver løbende retningslinjerne for de fællesstandarder, som skal efterleves af fremtidige europæiske signaltekniske løsninger, når det eksisterende udstyr bliver udskiftet. Standarderne betegnes European Traffic

Management System (ERTMS), som grundlæggende består af to dele:

- En togstyrings-, sikrings- og signaldel, som benævnes European Train Control System (ETCS). Denne del består dels af en mobil del, som omfatter udstyret i det rullende materiel, samt en fast del, som består af udstyret i jernbaneinfrastrukturen.
- En digital radiokommunikationsdel, som benævnes Global System for Mobile Communications Railway (GSM-R), og som omfatter både udstyr i det rullende materiel og fast strækningensudstyr.

Den danske ERTMS-løsning, som implementeres på fjernbanen, betegnes level 2, baseline 3. Dette indebærer, at der i stedet for placering af fysiske signaler ved sporet, som ved ERTMS level 1, udelukkende kommunikeres trådløst via GSM-R netværket, samt at den seneste fælleseuropæiske baseline 3 standard for nyt udstyr efterleves.

Figur 2.2. Illustration af den nuværende og fremtidige signaltekniske løsning.



Tabel 2.2. Vedtagne EU-sanktionerede ændringer til baseline 3 og de valgte danske løsninger.

Version	Årstal
3.1.0	2010
3.2.0	2011
3.3.0	2012
3.4.0	2015
3.5.0	2016
3.6.0	2016

Den danske standard for udstyret i det rullende materiel samt for jernbaneinfrastrukturen for fjernbane vest (planlægges opdateret til version 3.4.0)

Den danske standard for udstyret i jernbaneinfrastrukturen for fjernbane øst

Kilde: ERA og Signalprogrammet.

Anm.: Kommissionens handlingsplan for ERTMS påpeger, at nuværende baseline 3, vedtaget juni 2016, er stabil i forhold til fastlagte specifikationer.

Ud over fælles EU-standarder er der også nationale standarder for certificering og sikkerhedsgodkendelse af de tekniske løsninger. Disse standarder reguleres henholdsvis af Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen og Banedanmark og skal ligeledes efterleves af Signalprogrammet.

Standarderne for baseline 3 er blevet opdateret seks gange siden 2010, jævnfør Tabel 2.2. Vedtagne EU-sanktionerede ændringer til baseline 3 og de valgte danske løsninger. Tabel 2.2. Ved udgangen af udviklings- og designfasen blev den endelige baseline låst for begge hovedleverandører på fjernbanen, hvilket betyder, at den danske ERTMS løsning for det faste udstyrs vedkommende kommer til at følge version 3.4.0, mens det rullende materiel følger version 3.3.0.

Det er p.t. usikkert, hvilket materiel, der skal opgraderes yderligere til 3.6.0, samt hvorledes dette skal finde sted, eftersom der ikke er anvist finansiering hertil. Detaljerede planer for denne opgraderingen er derfor endnu ikke iværksat.

## 2.3 Den fremtidige signaltekniske løsning

I den nuværende signaltekniske løsning ser lokoføreren et signal, som står placeret ved sporet. Signalet styres enten via forskellige sensorer i sporet, af en lokal stationsbestyrer eller fra en fjernstyringscentral.

I den fremtidige signaltekniske løsning får føreren hovedparten af trafikinformationerne via et trådløst signal, som behandles og vises i en enhed ombord på toget. Signalerne flytter så at sige ind i togets førerkabine i stedet for at stå ude langs sporet, og signalgivingen styres fra en fjernstyringscentral. Der er således ikke behov for fysiske signaler ved sporet, jævnfør Figur 2.2.

Foruden at udskifte signalerne ved sporet udskifter, installerer og modificerer Signalprogrammet desuden meget andet teknisk udstyr. Dette skyldes delvist udvalningen af det nye signalsystem, således at det efterlever standarderne, mens andre aktiviteter skyldes generel fornyelse, ensartethed og fremtidssikring af banenettet, jævnfør Tabel 2.3.

Grundet opgavens størrelse, for at øge konkurrencesituationen og for at kunne mitigere de risici, som er forbundet med at vælge én hovedleverandør, er der fra Banedanmarks side valgt tre forskellige hovedleverandører, som hver leverer en teknisk løsning:

Tabel 2.3. Den fremtidige signaltekniske løsning – Eksempler på typer af nyt signalteknisk udstyr.

System	Antal	Antal typer	Installationsår
Sporskiftedrev	Ca. 3.000	6	2016-2023
Fjernstyringscentraler	2	2	2016
Trafikstyrings system	3	3	2016-2018
Sikringsanlæg	30	3	2016-2023
Togkontrolsystem	På ca. 2.300 km	2	2016-2023

Kilde: Signalprogrammet.

- På fjernbanen installerer Thales/Strukton én teknisk løsning i den vestlige del af Danmark (Jylland), som inkluderer blandt andet det vestlige trafikkontrolcenter i Fredericia.
- I den østlige del af Danmark (Fyn og Sjælland) står Alstom for installation af en anden teknisk løsning på fjernbanenettet samt i det østlige trafikkontrolcenter i København. Begge løsninger fra Thales/Strukton og Alstom efterlever kravene til ERTMS level 2, baseline 3.
- Siemens leverer den tekniske løsning på S-banen. Denne løsning betegnes Communications Based Train Control (CBTC) og efterlever ikke ERTMS-kravene, hvilket skyldes, at der er tale om et "lukket bybanesystem", som ikke er omfattet af samme krav som åbne systemer.

Hver leverandør er ansvarlig for funktionaliteten og samspillet mellem komponenter for så vidt angår egne tekniske løsninger. Signalprogrammet er på fjernbanen ansvarlig for integrationen mellem de to leverandørers tekniske løsninger. For både fjernbanen og S-banen skal Signalprogrammet desuden sikre, at øvrige eksisterende systemer, eksempelvis fra Banedanmark og DSB, er kompatible med leverandørernes løsninger.

Figur 2.3 viser de tekniske hovedkomponenter, som indgår på fjernbanen i Signalprogrammet.

Indholdet af de tekniske løsninger kan overordnet set inddeles i følgende kategorier:

- Udstyr ved baneanlægget
- Kommunikationssystemer
- Ombordudstyret

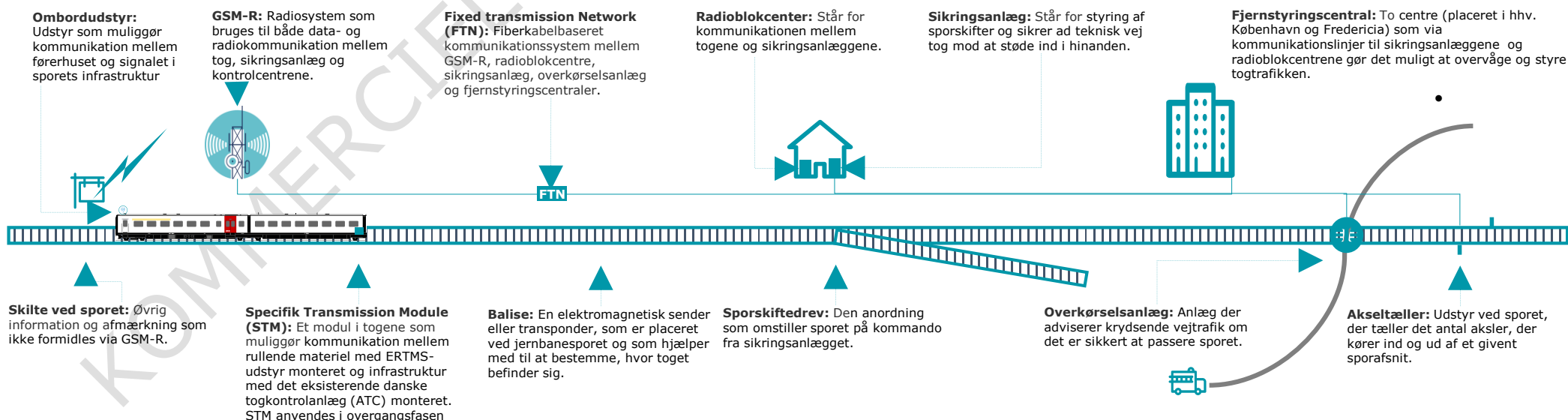
Tabel 2.4. Forventede fordele ved den fremtidige signaltekniske løsning.

- En 80 pct. reduktion af forsinkelserne, der i dag kan relateres til signalfejl på fjernbanen, og tilsvarende 50 pct. på S-banen.
- Højere toghastighed og -kapacitet på banenettet.
- Mindre transitkompleksitet for tog, der kører ind og ud af Danmark.
- Bedre trafikinformation til passagerer.
- Driftsbesparelse for Banedanmarks organisation.



Kilde: Signalprogrammet.

Figur 2.3. Oversigt over hvad Signalprogrammet skifter eller installerer på fjernbanen. (Kilde: Signalprogrammet).



- Trafikstyringssystem, it og integration med eksisterende systemer
- Materiel som skal dekommissioneres

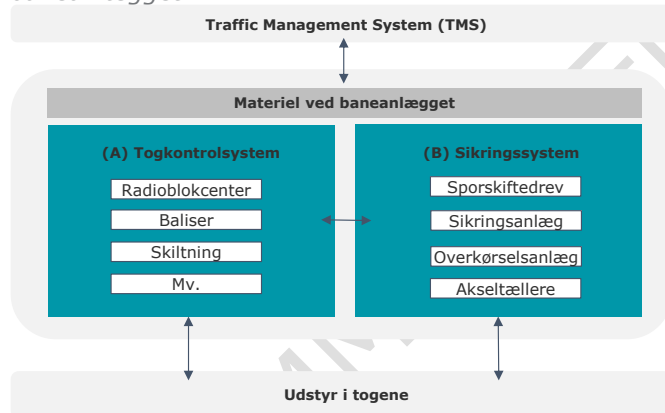
Det tekniske indhold af hver kategori gennemgås nøjere i de efterfølgende afsnit. Der er tale om oversigtsbeskrivelser, idet hver teknisk løsning yderligere kan nedbrydes på komponentniveau.

Programmets forventede fordele er skitseret i Tabel 2.4 og gennemgås også yderligere nedenfor.

## 2.4 Udstyr ved baneanlægget

Udstyret ved baneanlægget inddeles i (A) et togkontrolsystem og (B) de delkomponenter, der kan henføres til sikringsystemet, jævnfør Figur 2.4.

Figur 2.4. Oversigt over indholdet af materiellet ved baneanlægget.



Kilde: Deloitte

### Togkontrolsystemet

De nye Radioblokcentres (RBC) primære funktion er at forestå den trådløse kommunikation mellem sikringsanlæg, trafikkontrolcenter og tog. Det nuværende ATC system er decentralt og baseret på aktive baliser som er forbundet til dagslyssignalernes lampestrømskredsløb via signalmoduler. Da dette system ikke følger gældende ETCS-standarder, erstattes de.

De nuværende baliser (eksempler på baliser er afbilledet på Figur 2.5), er ikke compatible med den standard, der er gældende for ERTMS og er derudover fornyelsesmodne. Derfor installeres der på hele banenet over 10.000 nye passive baliser, som indeholder faste datasæt, der kan læses af forbi kørende tog.

Antallet af sporskiftedrev, også afbilledet på Figur 2.5, reduceres ikke, idet togene som udgangspunkt stadig skal kunne skifte over på andre spor i samme omfang som før. Dog skal sporskifterne være compatible med de tekniske løsninger for hver hovedleverandørs system, som medfører, at samtlige eksisterende mekaniske- og jævnstrøms sporskiftedrev (ca. 3.000) erstattes med opdaterede elektro-hydrauliske systemer på hele banenet.

### Skiltning

Selv om hovedparten af informationsudvekslingen mellem tog og trafikstyringssystem i den nye tekniske løsning foregår trådløst, er der stadig behov for skiltning ved sporet, konkret ca. 6.000 nye signalrelaterede skilte. Der er eksempelvis i indfasningsperioden tale om markering af ind- og udkørsel af ETCS/CBTC-kompatible områder eller i områder, hvor det eksisterende ATC-system stadig anvendes. Når ETCS/CBTC er fuldt udrullet, er der i højere grad tale om "markerboards", som visuelt indikerer overfor lokoføreren,

Figur 2.5. Elektrohydrauliske sporskiftedrev fra henholdsvis Thales & Strukton og Alstom samt en passiv ETCS balise (nederst TV), som også anvendes på S-banens CBTC-system.



Kilde: Thales/Strukton og Alstom.

hvor lang en given kørselstilladelse er gældende på hver strækning.

### Sikringssystemet

De nuværende sikringsanlæg er dels elektromekaniske (2 pct.), relæbaserede (52 pct.), relæ-blokanlæg (30 pct.), delvist computerstyrede (10 pct.) samt fuldt computerstyrede (3 pct.). Ingen af de eksisterende anlæg er compatible med de tre hovedleverandørers foreslåede løsninger, hvorfor de alle udskiftes. De nye anlæg står som udgangspunkt placeret tæt på sporet, og der opføres nye tekniske bygninger (TOB), der kan huse såvel sikringsanlæg som radioblokcentre.

Hovedparten af de nuværende ca. 535 overkørselsanlæg er besluttet sammenkoblet med trafikkontrolsystemet via et Fixed Transmission Network og med meget af det øvrige digitale materiel, der installeres ved baneanlægget. Dette kræver, at de udskiftes, idet der for de fleste nuværende anlægs vedkommende er tale om relæbaserede systemer, hvis funktionalitet ikke fordrer kommunikation med trafikstyringssystemerne (TMS).

Akseltællere skal i det nye signalsystem kunne kommunikere digitalt med såvel sikringsanlæggene som med overkørselsanlæggene. Det kan de eksisterende tællere ikke, og må derfor udskiftes med over 7.000 nye. Desuden erstatter akseltællere forskellige generationer af togdetektering baseret på sporisolationer.

### S-banen

De tekniske løsninger, der installeres på S-banen, er funktionalitetsmæssigt meget lig de løsninger, der beskrives ovenfor for fjernbanen. Dog er der på S-banen ingen overkørselsanlæg, ligesom dele af den trådløse

kommunikation mellem tog, togkontrolcenter og udstyret ved baneanlægget er baseret på WiFi-teknologi (sendere installeres med få hundrede meters mellemrum ved banenettet). Desuden anvender S-toget i CBTC-løsningen et mere nøjagtigt system til positionsbestemmelse. Dette gør, at afstanden mellem togene kan nedsættes betragteligt ved anvendelse af "moving block"-princippet, hvor et givet togsegment ikke skal være frit, for at det næste tog kan køre ind på samme strækning. Moving block muliggør, at op til 40 tog kan benytte den samme strækning per time.

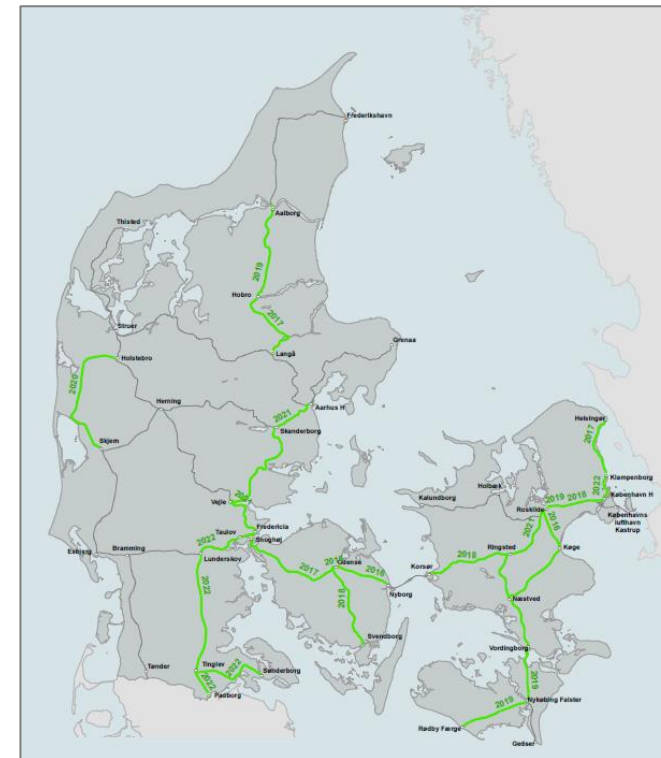
## 2.5 Kommunikationssystemer

Kommunikationssystemet består af et Fixed Transmission Network (FTN), som er et kabelbaseret system, samt af det trådløse kommunikationssystem GSM-R. Begge kommunikationsløsninger udrulles i samarbejde mellem Signalprogrammet og Banedanmarks fornyelsesprogram.

For FTN vedkommende er der dels tale om en passiv del, som består af nedgravede kabelrender, kabelbrønde, fiberkabler, mv., dels en aktiv del, som består af det elektriske udstyr, som bl.a. forbinder sikringsanlæg og radioblokcentre i de tekniske operationsbygninger (TOB), de to trafikkontrolcentre og GSM-R systemet med hinanden. Idet visse strækninger i dag allerede er udstyret med fiberkabler, som understøtter den valgte FTN-løsning, planlægges kun dele af banenettets passive udstyr udskiftet, mens den aktive del af FTN udskiftes på hele banenettet, jævnfør Figur 2.6.

GSM-R er aktuelt udrullet som eneste landsdækkende radiokommunikationsform på det danske jernbanenet.

Figur 2.6. Planlagte strækninger hvor den passive del af FTN udskiftes. Den aktive del implementeres på hele banenettet.



Kilde: Signalprogrammet.

For at sikre tilstrækkelig redundans (større trafikkapacitet) samt robusthed overfor eksempelvis cyberangreb, planlægges der yderligere installation af 10-12 nye GSM-R master, ombygning af ca. 320 GSM-R faciliteter med henblik på at opnå dobbeltdækning, samt opførelse af en TOB for hver 10-12 af de nuværende GSM-R master (40-50 bygninger i alt), hvori det nye udstyr til GSM-R og FTN kan installeres. Hertil kommer en række opdateringer til både hardware og software med henblik på at sikre kompatibilitet i henhold til en eventuel udrulning af den seneste ETCS-standard for rullende materiel (3.6.0), indarbejdet af ERA i de tekniske specifikationer (TSI) i juni 2016.

På trods af at GSM-R installeres på tværs af de tre forskellige tekniske løsninger på fjernbanen og S-banen, er der tale om det samme udstyr på hele banenettet, mens der for FTN vedkommende er tale om én løsning på fjernbanen og en anden løsning på S-banen.

## 2.6 Ombordudstyr

Det udstyr, som installeres i togene, består af følgende dele:

- ERTMS og STM udstyr for de tog og lokomotiver, der skal køre på fjernbanen
- GSM-R udstyr (både for tog på fjernbanen og S-banerne)
- CBTC udstyr for togene på S-banen

ERTMS modifikationen gennemføres for at togene kan kommunikere via de datastandarder, som anvendes

på fjernbanen, og for at lokoføreren kan se de kommandoer, som sendes til kabinen via det trådløse netværk.

STM-modulet sikrer desuden, at de protokoller, som benyttes af det eksisterende system, også kan læses af det nye udstyr, som er installeret i toget. Det betyder, at togene stadig kan operere i overgangsfasen mellem det nye ETCS-udstyr og det eksisterende togkontrolsystem<sup>9</sup>.

Endelig sikrer GSM-R-udstyret i kabinen dels, at toget på fjernbanen modtager signaldata fra masterne ved banenettet, og at der kan kommunikeres via radio med kontrolcentre, togstationer, mv.

For tog på S-banen er der tale om en tilsvarende modifikation, således at CBTC-udrustede strækninger kan befærdes. Den tekniske løsning er grundet S-banens lukkede system anderledes, hvor GSM-R-udstyret eksempelvis kun anvendes til radiokommunikation. S-togene har desuden ikke behov for en løsning, der modsvarer STM-modulet på fjernbanen, da både det nye og det eksisterende signaludstyr kan drives i parallel på S-strækninger. For nuværende planlægges der for fjernbanens vedkommende installation af dette udstyr i samlet 489 tog både "white" og "yellow fleet" (passagertog og arbejdskøretøjer) og i 28 forskellige togtyper (betegnet "First of Class" - FoC), mens samtlige 135 S-tog allerede er modificeret i forhold til CBTC-systemet. Planen for fjernbanen er for nuvæ-

<sup>9</sup> ERTMS/STM-modificerede tog og lokomotiver kan køre på strækninger med det eksisterende signaludstyr. Ikke-modificerede tog kan ikke køre på strækninger med nyt ERTMS udstyr.

rende under revision i Signalprogrammet i samarbejde med jernbanevirksomhederne (DSB, Arriva og andre).

## 2.7 It

It kan på Signalprogrammet opdeles i to hovedbestanddele. Dels indeholder it-elementet anskaffelse og implementering af tre forskellige trafikstyringssystemer (Traffic Management System - TMS), dels sørger Signalprogrammet for integration og etablering af snitflader til eksterne systemer hos Banedanmark og trafikoperatørerne. De to hovedbestanddele gennemgås nærmere nedenfor.

### **Traffic Management System - TMS**

Implementeringen af tre forskellige TMS-løsninger er et centralt element i leverancerne på fjernbane øst og vest samt for S-banen.

Kravene til TMS-løsningerne er ifølge Banedanmark en integreret del af det samlede kravsæt for hele leverancen og har således indgået i evalueringen på lige fod med øvrige krav inden for eksempelvis materiale ved anlægget og kommunikationssystemer. Banedanmark udarbejdede i forbindelse med udbuddet af TMS en konceptbeskrivelse af løsningen som supplement til de formelle krav. Dette TMS koncept indgik som guidance i udbudsmaterialet, hvorefter leverandørerne fik mulighed for at designe en TMS løsning som en del af den samlede signalsystemleverance.

På fjernbane øst er TMS-løsningen fra Alstom og hedder ICONICS, jævnfør Figur 2.7. På fjernbane vest er det en løsning fra Thales, der hedder ARAMIS. Ansvar for snitfladen mellem de to løsninger ligger hos Signalprogrammet og er omfattet af FIT-leverancerne.

Afgrænsningsmæssigt leverer Alstom planlægningsdelen for såvel fjernbane øst og vest, ligesom Thales leverer passagerinformationsdelen for både øst og vest. Den samlede løsning på fjernbanerne går under betegnelsen fjernbane Infrastructure System (FbIS). På S-banen leverer Siemens med løsningerne VICOS og ROMAN et "end-to-end" TMS-system.

TMS består i hovedtræk af en planlægningsdel, en trafikkontroldel, en diagnose- og vedligeholdelsesdel samt en passagerinformationsdel. Hertil kommer funktionalitet til sikring af sikker kommunikation mellem togkontrolsystemerne og ombordudstyr i togene samt i datavarehuse.

*Planlægningsdelen* omfatter funktionalitet til at udarbejde, udrulle og styre køreplaner (offline). Hertil kommer mulighederne for at planlægge ændringer til køreplanerne i realtid (online) gennem en online scheduler- og dispatching-funktion.

*Trafikkontroldelen* omfatter funktionalitet til at overvåge og styre trafikken fra de to trafikkontrolcentre, herunder overvågning af udstyr i sporet (eksempelvis RBC og sikringsanlæg) samt beslutningsstøtte ved afvigelser fra køreplanerne.

*Diagnose og vedligeholdelsesdelen* omfatter funktionalitet til overvågning af udstyrets tilstand på bane-nettet samt initiering af såvel planlagte som uplanlagte vedligeholdelsesopgaver.

*Passagerinformationsdelen* omfatter udsendelse af online trafikinformation via forskellige kommunikationskanaler såsom højtalere og skærme på stationer og i togene samt til digitale medier, herunder rejseplanen.dk.

### **TMS-løsningens brug af standardfunktionalitet**

De leverede TMS-løsninger er som nævnt i udgangspunktet baseret på en række standardsystemer fra henholdsvis Alstom (ICONICS), Thales (ARAMIS) på fjernbanen og Siemens på S-banen. Disse løsninger er i større eller mindre omfang tidligere implementeret hos andre landes jernbanevirksomheder.

Online scheduler- og dispatching-funktion, som er en del af planlægningsmodulet, er identificeret som et område, hvor Banedanmarks krav har ligget udover hvad leverandørerne fuldt ud har kunnet levere via deres standardsystemer. Alstom, som har ansvaret for denne del af fjernbaneløsningen, har således i samarbejde med Banedanmark defineret et udviklingsprojekt med henblik på udvikling af denne funktionalitet og indlejring heraf i deres standardsystemkerne. Hertil kommer udvikling af en tættere integration mellem diagnose- og vedligeholdelsesdelen med online scheduler- og dispatching-funktionen, således at der på baggrund af hændelser på udstyret, automatisk kan initieres en såkaldt "remedy plan" i online scheduler- og dispatching-funktionen. Ifølge Signalprogrammet rummer implementeringen af online scheduler- og dispatching-funktionen en særlig business case, da denne muliggør en centralisering og automatisering af det arbejde, der er forbundet med i nær realtid at kunne fortage trafikale ændringer, som i dag er gennemføres manuelt og foregår decentralt.

Tidsplansmæssigt har der været en række forsinkelser på levering af TMS-løsningerne. Det er dog Banedanmarks vurdering, at disse forsinkelse ikke har udgjort et problem, da der på andre områder har været tilsvarende og mere kritiske forsinkelser.

Leverancerne af TMS-systemerne er overordnede opdelt i to dele, hvor den første indeholder al nødvendig

funktionalitet for at kunne tage systemerne i anvendelse, og den anden indeholder forskellig rest-funktionalitet i forhold til den samlede kontraktuelt specificerede leverance. Ud af ca. 4.000 TMS specifikke krav er ca. 2.900 del af den første leverance og de resterende ca. 1.100 en del af den anden leverance. Den første leverance er allerede testet og godkendt for Vest, og forventes endelig godkendt for Øst i december 2017. Den anden leverance afventer endelig færdigudvikling, test og godkendelse.

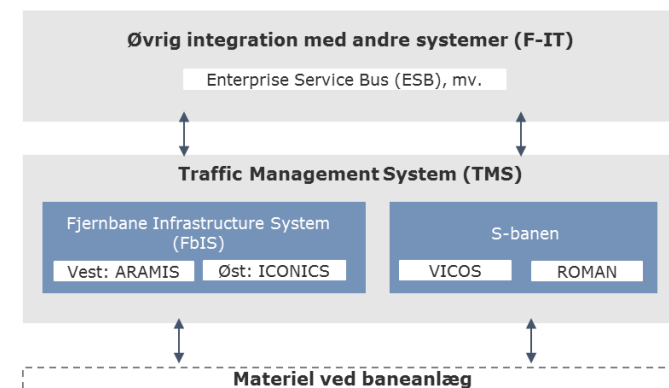
### Integrationer til eksterne systemer

TMS skal integreres med en lang række omkringliggende systemer hos såvel Banedanmark som hos jernbanevirksomhederne. Samlet set skal der laves integrationer til omkring 40 forskellige systemområder på fjernbanen og 15 systemområder for S-banen. Ifølge Signalprogrammet er der ikke lavet en "cost-benefit" analyse for hver integration.

En del af integrationerne sker gennem implementeringen af en Enterprise Service Bus (ESB), i hvilken integrationerne udvikles. Hertil kommer en række punkt-til-punkt integrationer mellem hvert TMS og de enkelte systemer. Det er firmaet Netcompany, som på Signalprogrammets vegne har ansvaret for etableringen af ESB'en med tilhørende opsætning af integrationerne.

Hertil kommer implementering af tilpasninger i de eksterne systemer, for hvilke Signalprogrammet har kontraheret med de eksisterende vedligeholdelsesleverandører for de enkelte systemer. Det er p.t. uklart, hvorvidt Banedanmark vil få ansvar for store dele af de driftsnære tilpasninger.

Figur 2.7. Oversigt over indholdet af FIT og TMS i Signalprogrammet.



Kilde: Deloitte.



Ifølge Signalprogrammet, så består den mest kritiske integration af forbindelsen mellem de to TMS-løsnin-gerne på fjernbanen, herunder særligt i forhold til planlægningsdelen som skal håndteres i ICONICS. Der har været en række opstartsvanskeligheder i forhold til det at udvikle en løsning, der skal gå på tværs af leverandørerne. Det er p.t. besluttet, at udrulningen i vest initialt forgår uden adgang til planlægningsdelen.

## 2.8 Dekommissionering

Dekommissioneringsaktiviteter gennemføres delvist af de tre hovedleverandører men hovedsageligt af Banedanmark. Hver leverandør dekommissionerer kun det udstyr, som forhindrer montering af det nye signaludstyr, hvilket eksempelvis omfatter overkørselsanlæg og til dels sporskiftedrev. Banedanmark dekommissionerer det resterende udstyr, som blandet andet omfatter sporisoleringer, udstyr ved baneanlægget, kabling samt tekniske bygninger (TOB) og anden bygningsmasse.

*Sporisoleringer* er den plasticindsats, der forhindrer elektricitet i at løbe gennem skinnerne, med mindre de benyttes af et forbikørende tog. Sporisoleringer bliver i den nuværende signaltekniske løsning anvendt til at spærre en given sporstrækning, således at næste tog ikke kører ind på samme strækning samt til at aktivere eksempelvis overkørselsanlæg. Sporisoleringer kræver, at skinnen er oversavet, hvilket samtidig medfører meget vedligeholdelse og også en del slitage på det rullende materiel.

I den nye signaltekniske løsning erstattes den nuværende togdetektering med sporisationer af togdetektering med akseltællere, og sporisoleringer er derfor ikke længere påkrævet. Signalprogrammets dekom-

missioneringsaktiviteter omfatter, at hver sporisole-ring (ca. 12.000 stk.) erstattes med et nyt skinnese-gment, der ikke er oversavet.

Udstyr ved baneanlægget omfatter blandt andet sig-naludstyr (trafiklys), skilte, baliser, akseltællere, sik-ringsanlæg, mv. Der er for denne gruppe udstyr tale om op til ca. 26.500 enkeltdele, som kan dekommissi-oneres.

Kabling og andet nedgravet udstyr omfatter blandt andet ca. 8.000 km. kabler, som ikke anvendes, når det nye signaludstyr er endeligt installeret. Mange af disse kabler består enten af kobber eller af jern, mens en mindre del er fiberkabler af ældre årgang. Hertil kommer dekommissioneringen af et ukendt antal af nedgravede kabelrender, kabelbrønde, mv.

TOB og anden bygningsmasse omfatter de tekniske operationsbygninger indeholdende signalteknisk ud-styr (sikringsanlæg mv.), som skal nedtages. Dertil kommer, at installationen af det nye signaludstyr ikke altid er sammenfaldende med den geografiske place-ring af den eksisterende bygningsmasse. Det betyder, at mange af de gamle bygninger skal nedtages. Idet mange af dem er konstrueret før 1980, indeholder de forskellige miljø- og sundhedsfarlige stoffer (asbest, kviksølv, bakelit, mv.), som ifølge nationale affaldsre-gulativer skal behandles efter særlige forskrifter. Dette vurderes at komplicere og fordyre nedtagnings-processen.

## 2.9 Væsentlige tilpasninger

Med indgåelsen af kontrakterne med de tre hovedle-verandører blev muligheden for at aktivere en række optioner samtidig indført, således at Signalprogram-met kunne kalde disse, såfremt det blev vurderet

nødvendigt. Af i alt 19 optioner er 11 aktuelt blevet aktiveret, jævnfør Tabel 2.5. Hertil kommer indgåelsen af i alt ca. 550 ændringsanmodninger (Change Requests - CR), som er ændringer ud over det indgåede kontraktlige grundlag. Hovedparten af ændringsanmodningerne har været af teknisk karakter.

Deloitte vurderer, at ingen af de kaldte optioner er kritiske i forhold til at gennemføre hovedleverancerne i Signalprogrammet, idet der i udgangspunktet er tale om tilkøbsydelse. For ændringsanmodninger vurderer Deloitte, at ca. 2 pct. af ændringsanmodningerne er af kritisk karakter, hvilket defineres som ændring der forårsager signifikante økonomiske ændringer og skred i tidsplanen. Omkring 18 pct. har været af mellemkritisk karakter, mens den resterende del (ca. 80 pct.) har været af mindre kritisk betydning. Dette behandles mere detaljeret i kapitel 4.

## 2.10 Fremtidssikring

Grundet kontraktmæssige forhold har det for fjernbanens vedkommende senest ved udgangen af udviklings- og designfasen været nødvendigt at fastlåse de tekniske standarder (3.4.0 for jernbaneinfrastrukturen og 3.3.0 for det rullende materiel). Der er sidenhen vedtaget nye EU-standarder for både det infrastruktur og det rullende materiel, som teknisk adskiller sig fra den løsning, som udrulles på det danske banenet.

Der er primært tale om en videreudvikling af ERTMS level 2, men standarderne for ERTMS level 3 (moving block-princip samt mindre togdetektionsudstyr i banelagemet) er under udvikling og forventes godkendt inden for en årrække. Idet disse standarder endnu ikke er kendt, er det uvist, hvorvidt den løsning, der for nuværende udrulles på fjernbanen er fremtidssikret i forhold til andre landes fremtidige udrulning af nye

standarder og teknologier. Det vurderes dog, at de forhold, som kontraktmæssigt er gældende for fjernbanen (en "Design, Build and Maintain" (DBM) - løsning, hvor leverandøren forpligter sig til også at understøtte vedligeholdelsen af udstyret efter afsluttet installation), kan fremtidssikre det tekniske udstyr i forhold til "end of life"-problematikker i flere årtier frem.

For S-banen gælder samme kontraktmæssige forhold som for fjernbanen, hvilket vurderes at kunne imødegå, at reservedele eller kompetencer for teknisk vedligehold på et tidspunkt bliver vanskeligt at fremskaffe. For S-banen er der desuden tale om, at banenettet er forberedt til førerløs drift, sådan som det eksempelvis kendes fra det københavnske metrosystem. Det forventes dog at være forbundet med væsentlige anlægsomkostninger og tilpasninger af den nuværende CBTC-løsning, såfremt der skal overgås til "Unmanned Train Operations" (UTO), hvilket dog har været en kendt forudsætning forud for CBTC implementeringen.

CBTC er som et "lukket system" ikke på samme måde som på fjernbanen underlagt fælleseuropæiske standarder. Det betyder, at eventuelle fremtidige opdateringer til S-banen ikke i samme grad pålægges eksternt regulerede krav, men i højere grad kan være behovsbaserede, hvilket bevirker, at den tekniske løsning på S-banen er fremtidssikret i flere årtier frem.

## 2.11 Godkendelser

Hver af de tekniske løsninger underlægges en afprøvnings- og godkendelsesfase før de kan sættes i drift. Denne fase beskrives nærmere i kapitel 3. De krav, der regulerer den endelige godkendelse af den tekniske løsning, er enten dikteret af det fælleseuropæiske

Tabel 2.5. Kaldte optioner på henholdsvis fjernbane og S-bane.

### Fjernbanen

- En nyt trafikinformationssystem kaldet TRIS.
- En offline "timetable"-funktion til TMS.
- En online "scheduling"-funktion til TMS.
- Et "key management" system, som skal sikre mod uvedkommende indtrængen i signalsystemet, i togene, mv.
- Administrative og støttende it-systemer fra signalsystemet.
- Udrustning af signaludstyr på strækningen Vamdrup - Vojens (nyt dobbelt spor).

### S-banen

- Grænseflader til administrative og støttende it-systemer fra signalsystemet til Banedanmark.
- Grænseflader til administrative og støttende it-systemer fra signalsystemet til DSB S-tog.
- Analyse af tilpasning af kørestrømsanlæg.
- Grænseflade til kørestrømsovervågning.
- Fastnettransmissionssystem.

jernbaneagentur (ERA), af Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen eller af Banedanmark og godkendelserne sker i henhold til nedskrevne direktiver og efter afprøvede standarder og metoder. Det betyder, at programmet i samarbejde med leverandørerne af de tekniske løsninger skal kunne levere dokumentation og udstyr, som efterfølgende godkendes af den relevante myndighed.

Signalprogrammet bliver i relation til Banedanmarks sikkerhedsledelsessystem "Trace" betragtet som tredjepart, hvilket betyder, at ansøgninger til Transport-, Bygge- og Boligstyrelsen vedrørende signifikante ændringer går via programmets interne tredjepartskoordinatorer til Banedanmark Kvalitet & Sikkerhed, der står som ansøger. Ansøgning om ikke-signifikante ændringer går ligeledes via programmets interne tredjepartskoordinatorer til godkendelse.

Som en del af denne proces fremsendes materialet ligeledes til Banedanmark Teknik via programmets interne tredjepartskoordinatorer, hvorefter den teknisk systemansvarlige inden for fagområdet gennemfører den faglige ledelse.

Parallelt med ovenstående gennemføres programmets sikkerhedsledelsesproces i henhold til programmets validerings- og verifikationsproces med involvering blandt andet af eksterne validatorer og Transport-,

Bygge- og Boligstyrelsen, og Signalprogrammet giver udtryk for, at det er uklart, hvordan Banedanmarks interne proces bidrager værdiskabende til dette arbejde.

Signalprogrammet arbejder med Banedanmark Kvalitet & Sikkerhed og Teknik allerede på at optimere denne proces med henblik på at sikre, at den skaber mere værdi for Banedanmark.

## 2.12 Projekt-mæssige snitflader

De valgte tekniske løsninger har berøring med andre af Banedanmarks større programmer, herunder eksempelvis Elektrificeringsprogrammet, den nye bane København-Ringsted, hastighedsopgraderinger samt fornyelsesprojekter. Hertil kommer jernbanevirksomhedernes programmer som eksempelvis DSBs "Fremtidens Tog".

For *Elektrificeringsprogrammets* vedkommende er der som udgangspunkt tale om, at de tekniske installationer i Signalprogrammet skal tage højde for de efterfølgende løsninger, som planlægges udrullet med elektrificeringen. Der er dels tale om, at enkelte dele af det eksisterende udstyr skal dekommissioneres, før udrulningen af elektrificeringen kan påbegyndes, jævnfør Tabel 2.6. Der er desuden tale om, at det eksisterende signaludstyr ikke er forberedt til elektrisk togdrift, og at mange enkeltdele skal sikres (kaldet immunisering) for at undgå elektromagnetisk interferens, såfremt elektrificeringen sker på strækninger, hvor det nye signaludstyr ikke er installeret.

I forbindelse med *hastighedsopgraderinger* ændres visse strækningsforløb (kurver justeres, sporets underbygning justeres, det eksisterende køreledningsanlæg opgraderes, mv.). Det betyder blandt andet, at

omfang og indhold af de tekniske signalsignal løsninger skal justeres. Såfremt det nye layout er på plads inden design af det nye signalsystem på strækningen igangsættes, kan det håndteres indenfor den nuværende kontrakt.

For *København-Ringsted banen* er der tale om en ny-anlagt strækning, som ikke har noget eksisterende signaludstyr. Det betyder, at strækningen ikke kan tages i brug, før Signalprogrammet har udrullet den nye signaltekniske løsning.

For *fornyelsesprojekternes* vedkommende er der tale om samme problematik som for hastighedsopgraderinger, da sporfornyelse kan ændre på spordesign og dermed medføre ændringer i signaldesignet for det nye system. Det er derfor hensigtsmæssigt, at sporfornyelsen er fastlagt inden design af signallayout fastlægges. De sporfornyelsesprojekter, som planlægges efter udrulningen af det nye signalsystem, vil således skulle indeholde et re-design af signalsystemet. Endelig er der en kobling mellem dekommissionering og fornyelse, idet fjernelse af sporisolatorer i sporet med fordel kan kombineres med fornyelsen.

*Fremtidens Tog* er et DSB-projekt, som omhandler at erstatte nogle af de ældre togtyper med nye, eldrevne tog. Det er i den forbindelse aftalt, at nyindkøbte tog skal leveres med ERTMS udstyr for DSBs regning, da disse ikke er indeholdt i "scope" for Signalprogrammets ombordudstyrsprojekt. Samme mekanisme er gældende, såfremt S-togene på et senere tidspunkt planlægges udskiftet. Fremtidens tog er dog afhængige af at kunne køre på strækninger med kørestrøm, hvorfor afhængighederne til Elektrificeringsprogrammets udrulning på de planlagte strækninger er tætte.

De beskrevne tekniske snitfladers berøring med andre programmer gennemgås yderligere i kapitel 5.

### 2.13 Tekniske risici

Tekniske risici behandles på samme måde og efter samme strategi, som for resten af Signalprogrammets projekter. I den månedlige afrapportering til programmets styregruppe angives de største risici inden for hvert område, herunder også tekniske risici. Disse gennemgås nedenfor sammen med risici, der er identificeret dels i forbindelse med Signalprogrammets medarbejdere og dels i forhold til internationale benchmarks. Risici er nævnt i ikke-prioriteret rækkefølge i forhold til hvert af de tekniske områder.

#### Materiel ved baneanlægget

Der er identificeret en forhøjet risiko for, at eksisterende kabelrender ikke kan bruges i lige så stort omfang som først antaget. Desuden er der risiko for, at antallet af overkørselsanlæg og kompleksiteten forbundet med installationsarbejdet kan kompromittere den fastlagte tidsplan. Endelig er der identificeret problemer med de interfaces, som i en overgangsperiode skal forbinde det nye signalsystem med de eksisterende sikringsanlæg. Dette medfører en risiko for såvel forsinkelser som forøgede omkostninger i forbindelse med eventuelle fejlretninger.

#### Kommunikationssystemer

Det pointeres i forbindelse med interview af Signalprogrammets medarbejdere, at opgraderingen af den passive fiberkapacitet på fjernbanen er behæftet med væsentlige risici. Dette skyldes, at det nuværende budget forudsætter, at eksisterende fibre kan anvendes på store dele af fjernbanenettet, mens totalud-

Tabel 2.6. Oversigt over den planlagte elektrificering og hastighedsopgradering af fjernbanen.

Strækning	Strækningens længde	Færdiggørelse
Esbjerg-Lunderskov	57 km	2017
København-Ringsted	60 km	2018
Køge Nord-Næstved	45 km	2018
Ringsted-Holeby	112 km	Tidsplan under justering
Roskilde-Kalundborg	118 km	2022-24
Fredericia-Aarhus	109 km	2021-23
Aarhus-Aalborg	140 km	2021-23
Vejle-Struer	130 km	2024-26
Aalborg-Frederikshavn	85 km	2023-25

Kilde: Banedanmark.

skiftning til en ny fiberløsning kun finder sted på udvalgte strækninger. Det er imidlertid usikkert, om denne forudsætning er for optimistisk, og at den eksisterende fiberstruktur ikke kan understøtte opkoblingen af de nye enheder til nettet.

## **Ombordudstyr**

Indtil videre har det vist sig at være vanskeligt for leverandøren at udvikle funktionsduelige softwareløsninger til udstyret, som installeres i togene. Der er ofte tale om, at der skal foretages flere gentagne fejlrretninger end oprindeligt planlagt, hvor fejl rettes til eller nye løsninger implementeres. Dette medfører en forhøjet risiko både i relation til forsinkelser af tidsplanen og fordyrelse af økonomien.

Derudover indikerer sammenligning fra andre landes installationsaktiviteter<sup>10</sup>, at den nuværende plan for installation af udstyr i togene ikke er holdbar, og at en fordobling eller endda tredobling af installationstiden er et mere realistisk estimat. Desuden kan tog uden ERTMS ikke befærde strækninger, hvor der allerede er installeret nyt signaludstyr. Det betyder, at hele ud-rulningen af "track-side" udstyret er afhængigt af, at ombordudstysplanen holder, og at der kommer væsentlige trafikmæssige begrænsninger for jernbanevirksomhederne, såfremt track side planen udrulles uden at tage hensyn til forsinkelser i ombordudstysplanen for det rullende materiel.

## **TMS, it og integration med eksisterende systemer**

Signalprogrammet har identificeret en risiko for, at båndbredden, som skal understøtte it-løsningerne, ikke er tilstrækkelig. Dette skyldes dels antallet af brugere, som skal have adgang til systemerne, samt at der er mange geografiske steder, hvorfra brugerne skal kunne tilgå systemerne.

Der er desuden identificeret en risiko for, at interfacet mellem TMS øst og vest, som er et af de it-systemer, som Signalprogrammet har ansvaret for at udvikle, ikke er godt nok, idet synkroniseringen mellem de to TMS'er ikke er tilstrækkeligt stabil.

## **Materiel som skal dekommissioneres**

Signalprogrammet har ikke tilkendegivet nogle tekniske risici i relation til dekommissioneringsaktiviteterne. Dekommissioneringsopgaven er overdraget til Banedanmarks teknikdivision, som heller ikke har defineret nogle risici af teknisk karakter.

---

<sup>10</sup> Alstoms installation af ERTMS-udstyr i tog og lokomotiver i Belgien og Holland.

## 3 Programafvikling

Programafviklingen er for de store infrastrukturprojekters vedkommende inddelt i fire faser, hvoraf de to første (udbuds- og kontraheringsfasen samt og udviklings- og designfasen) er afsluttede.

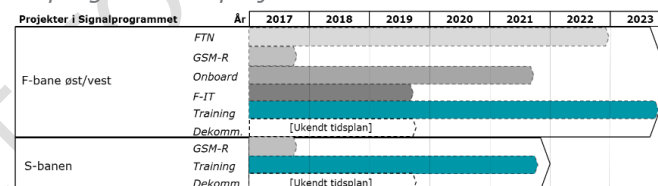
Kapitlet indeholder indledningsvis en beskrivelse af det overordnede programdesign og af de fire programfaser. Dernæst gennemgås hvert af programmets delprojekter i forhold til disses status per juni 2017, fremdrift og plan for færdiggørelse. Kapitlet afsluttes med en beskrivelse af de interne og eksterne afhængigheder, som udgør den kritiske vej i programmets, samt af de kritiske risici, som knytter sig til udrulningen.

### 3.1 Programdesign

Signalprogrammet består af en række projekter, som for norges vedkommende gennemføres parallelt og i tæt koordination med hinanden, mens andre principielt set kan gennemføres uafhængigt. Der er overordnet set tale om tre hovedprojekter, som kan relateres til installation af udstyr på banenettet (to på fjernbanen og ét på S-banen). Hertil kommer en række øvrige projekter, som er forudsætningskæbende for, at det nye udstyr på banestrækningerne

kan benyttes. Dette omfatter installation af ombordudstyr af tog, installation af radioudstyr (GSM-R) og fibernet (FTN), en række it-leverancer samt dekommissionering af det eksisterende signaludstyr. Den indbyrdes sammenhæng mellem Signalprogrammets projekter fremgår af Tabel 3.1.

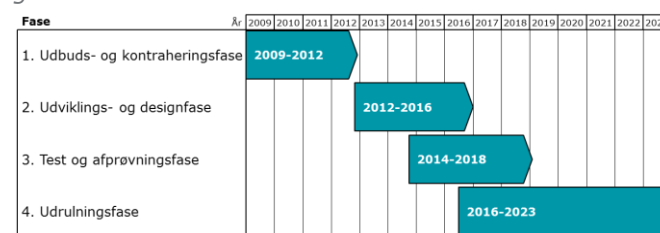
Tabel 3.1. Den indbyrdes sammenhæng mellem Signalprogrammets projekter.



Kilde: Signalprogrammet.

For de tre hovedprojekters vedkommende er der overordnet set tale om fire følgende programfaser, jævnfør Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Signalprogrammets fire overordnede programfaser.



Kilde: Signalprogrammet status pr. juni 2016.

Udbuds- og kontraheringsfasen blev gennemført i perioden 2009-2012 og handlede primært om udarbejdelse af kravspecifikationer i forhold til de ønskede løsninger, udsendelse af udbudsmateriale, evaluering af indkomne svar på udbuddet samt indgåelse af kontrakter med de fire hovedleverandører Thales/Strukton (fjernbane vest), Alstom-it (fjernbane øst), Alstom (onboard) og Siemens (S-banen).

For fjernbanen blev det gjort gældende, at en opdeling i en øst- og vest-kontrakt ville befordre konkurrence på kontrakterne, og udbuddet blev gennemført således, at samme tilbudsgiver ikke ville kunne vinde begge udbud, da Banedanmark ønskede større sikkerhed for leverancen. Herudover blev der foretaget en markedsvurdering som på daværende tidspunkt indikerede, at kun en eller to af de relevante leverandører ville have en størrelse, så de kunne håndtere en kontrakt på leverance til hele landet.

Jævnfør den politiske aftale om en grøn transportpolitik af 29. januar 2009 blev der opstillet to milepæle for både fjernbanen og S-baneprojektet frem mod kontraktunderskrivelse, og hvor man politisk fik mulighed for at genoverveje beslutningen:

1. Forud for udsendelse af udbudsmateriale.
2. Forud for underskrivelse af den endelige kontrakt med leverandøren.

Sidstnævnte blev nået med underskrivelse af de to fjernbanekontrakter og Onboard kontrakten i starten af 2012. I kontrakterne er der defineret en række milepæle for leverancen, herunder år for udrulning af de enkelte strækninger. Samtidig blev det fastlagt, hvornår leverandørerne skulle være færdige med udrulningen (eksempelvis milepæle for fjernbane øst og vest samt for S-banen).

Der er desuden indgået kontrakter på andre områder end for de fire hovedleverancer, herunder GSM-R udrulning (Nokia), ESB (Netcompany), m.fl.).

Der er sidenhen blevet gennemført flere ændringsaftaler efterhånden som leverandørerne og Signalprogrammet har forhandlet Change Requests (CR).

## Udvikling og design

I udviklings- og designfasen blev det konceptuelle design af de tekniske løsninger fastlagt i forhold til fastsatte kravspecifikationer, hvilket primært gennemføres af leverandørerne. Der er for de fleste løsningers vedkommende tale om en tilpasning af eksisterende udstyr til danske baneforhold, idet mange af komponenterne, som leveres, allerede er taget i brug på banestrækninger i andre lande, herunder eksempelvis i Spanien, Belgien og Holland. Nogle elementer er dog nyudviklede designs, herunder eksempelvis de valgte overkørselsanlæg, de to trafikkontrolcentre og dele af it-løsningerne.

Fasen varede for de tre hovedleverandørers vedkommende fire år mellem 2012 og 2016 og er undervejs blevet forsinket op mod et år primært grundet komplikationer med tilpasningen og sammensætningen af de valgte løsninger samt at to forskellige kontrakter på fjernbanen har kompliceret integrationen mellem systemerne. For få it-systemers vedkommende (eksempelvis interfacet til privatbanerne) er designfasen endnu ikke overstået, men overordnet set kan Signalprogrammets udviklings- og designfase betegnes som afsluttet.

I hvert delprojekt blev der for denne fase etableret milepæle, der overordnet set kunne relateres til 1. godkendelse af "generic design" (fastfrysning af de

standarder, som leverandørens løsning skulle indeholde) samt 2. godkendelse af "specific design" (det konkrete design af hver løsning). Ingen af disse milepæle var dog politisk fastlagte, og dette gælder også for milepælene i de efterfølgende programfaser. Den politiske beslutning indeholder derimod slutdatoer for programmets projekter.

## Test og afprøvning

Denne fase iværksættes løbende efterhånden som leverandørerne bliver færdige med designet af de tekniske løsninger, og den er endnu ikke afsluttet.

Indledningsvis tester leverandørerne selv de enkelte delkomponenter og den samlede tekniske løsning ved det, der betegnes "factory tests". Derefter testes indbygning af udstyr i sporet i "sitetests". Integrationen af løsningerne testes løbende med andre systemer i en af Signalprogrammet opstillet testfacilitet, som betegnes Joint Test Lab (JTL). Endeligt testes den samlede løsning på en test- og afprøvningsstrækning (Early Deployment Line - EDL), hvor en udvalgt del af det danske banenet er blevet udstyret med det nye udstyr og udvalgte togtyper prøvekøresprøvekøres på strækningen. På fjernbanen er der to EDL-strækninger; Roskilde-Køge-Næstved i øst og Hobro-Aalborg-Frederikshavn i vest.

På S-banen dækker EDL-strækningen Jægersborg-Hillerød. Testfasen har vist sig mere omfattende, idet eksempelvis samspillet mellem det nye og det eksisterende signaludstyr i overgangszonerne ved Jægersborg og Hillerød har vist sig at være mere kompliceret end først antaget. Desuden har indhentningen af sikkerhedsgodkendelser samt udarbejdelsen af påkrævet dokumentation været mere tidskrævende end

forventet. På S-banen har man kørt med det nye system til almindelig trafik siden februar 2016. Systemet forventes accepteret til brug på yderligere strækninger i første halvdel af 2018.

Sammen med forsinkelserne i design- og udviklingsfasen har det betydet, at fjernbaneprojektet i forhold til de kontraktuelle programplaner er i alt to år forsinket, mens S-baneprojektet er op til tre år forsinket. Disse forsinkelser blev inkorporeret i en revideret tidsplan oktober 2016 (2016-planen).

Milepæle er i denne fase primært bundet op på godkendelse af EDL-strækningerne i forhold til, at de kan tages i brug. Der er dog ingen klar politisk beslutningsmilepæl, der igangsætter næste fase (udrulningen), eftersom udrulningsaktiviteter initieres lang tid før den endelige godkendelse af EDL. Såfremt leverandørerne påbegynder aktiviteter på andre strækninger før systemet er godkendt til EDL sker dette på leverandørens risiko.

Et generelt billede af test- og afprøvningsaktiviteterne for udrulningen på fjernbanen fremgår af Figur 3.1.

## Udrulning

Fasen omfatter installation af den afprøvede tekniske løsning fra EDL på de øvrige banestrækninger på hhv. fjernbanen og S-banen.



Særligt for fjernbanen anfører Signalprogrammet, at udrulningsplanerne for øst og vest udgør omdrejningspunktet for andre projekter i Signalprogrammet.<sup>11</sup>

Installationsarbejdet gennemføres primært af leverandørerne men med assistance fra Signalprogrammet for de dele, som eksempelvis kræver, at systemerne mellem leverandører integreres. For de tre infrastrukturprojekters vedkommende er udrulningsaktiviteter iværksat, idet det vurderes, at afprøvningen af de tekniske løsninger på EDL-strækningerne er så tilpas fremskreden, at der ikke forventes at ske større tekniske ændringer. For nogle af Signalprogrammets projekter, som ikke knytter sig til hovedprojekterne, er der i højere grad tale om, at udrulningen enten er undervejs eller for nogles vedkommende næsten afsluttet. Enkelte delprojekter, eksempelvis dekommissioneringsprojektet, påbegyndes først, efter udrulningen af det øvrige signaludstyr på banestrækningen er afsluttet.

Grundet de mange forskellige tidsplaner, der gør sig gældende både for hovedleverancerne og for de øvrige projekter, er der for Signalprogrammet ikke tale om en fastlagt skæringsdato, hvor test- og afprøvningsfasen slutter og udrulningen starter. Der er snarere tale om en glidende overgang, hvor test- og afprøvningsaktiviteter på områder gennemføres parallelt med udrulningen på andre områder eller endda inden for samme projekt.

Milepælene i denne fase knytter sig til godkendelsen af de enkelte strækninger, som udrulles. Foruden EDL

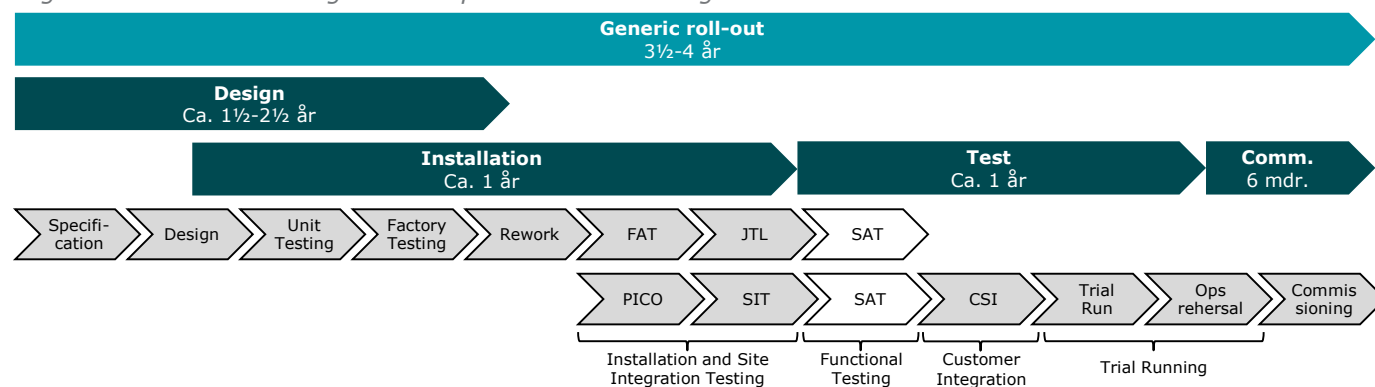
er der for fjernbane vest tale om 12 udrulningsstrækninger, for fjernbane øst om 11 strækninger og for S-banen om 6 strækninger.

## 3.2 Status, fremdrift og plan for færdiggørelse

Idet de enkelte projekter i Signalprogrammet per juni 2017 befinder sig på forskellige stader af enten test- og afprøvnings- eller udrulningsfaserne, er kortlægningen af deres status (per juni 2017), fremdrift og plan for færdiggørelse beskrevet enkeltvist. Følgende delprojekter dækkes i forhold til henholdsvis status på EDL, plan for første udrulningsstrækning og efterfølgende for den videre udrulning:

- Fjernbane vest
- Fjernbane øst
- S-banen
- Ombordudstyr
- Kommunikation
- It-systemer
- Materiel som skal dekommissioneres

Figur 3.1. Generisk tids og aktivitetsplan for en udrulning.



<sup>11</sup> Highlight Report for The Programme Board, April 27, 2017, s.10.

## Fjernbane vest

På den jyske del af fjernbanen er status per juni 2017, at der på EDL-strækningen, som er opdelt i en nordlig og en sydlig del, pågår testaktiviteter i nord og installationer i syd, og at disse aktiviteter for især den sydlige del af EDL (Hobro-Aalborg) forventes at blive forsinket yderligere i forhold til 2016-planen. Signalprogrammet forventer dog ikke, at det vil komme til at påvirke den planlagte dato for den endelige kommissionering af den sydlige del af strækningen, som i juni 2017 er planlagt til ultimo 2018, mens den nordlige del tages i brug medio 2018.

Sideløbende med EDL-aktiviteterne forventes installationsarbejdet for den første udrulningsstrækning (Roll-Out (RO) 8: Thisted-Struer) at begynde med udgangen af maj måned 2017. Der er dog allerede identificeret problemer med flere design- og installationsgodkendelser, som betyder, at installationsaktiviteterne indtil videre er blevet 2 måneder forsinket i forhold til 2016-planen. Dette forøger risikoen for, at slutdatoen for installationsarbejdet (ultimo 2017) overskrides. Signalprogrammet vurderer dog indtil videre, at kommissioneringsdatoen for hele RO-8 (marts 2019) ikke kompromitteres.

I forhold til udrulningen af de øvrige strækninger på fjernbane vest, så er der i forhold til den tidligere udmeldte forsinkelse (på op til to år) tale om, at Signalprogrammets senest indmeldte kommissioneringsdatoer stadig holder. Deloitte vurderer, at der i udrulningsplanen ikke er plads til yderligere forsinkelser af en type og varighed, som eksempelvis indtil nu har

ramt den første udrulningsstrækning, da dette vil have konsekvenser for andre store programmer (herunder Elektrificeringsprogrammet og DSBs indkøb af elektriske tog).

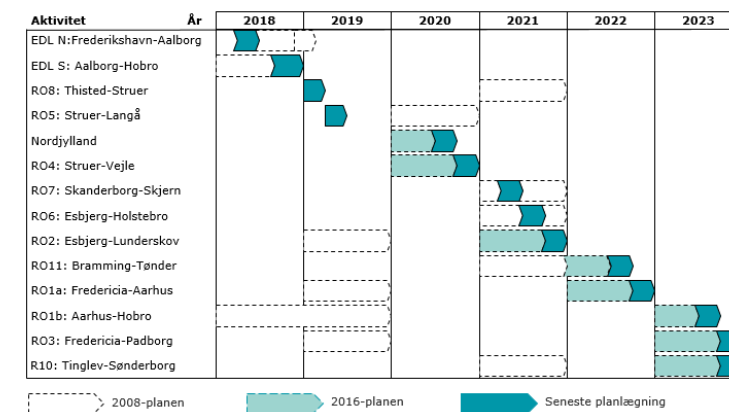
Deloitte vurderer samtidig, at dette kan blive problematisk set i lyset af, at andre udrulninger igangsættes parallelt før EDL-strækningen er endeligt godkendt, og at alle læringspunkter er således ikke bliver opsamlet inden udrulningsaktiviteter påbegyndes. Udrulningen af de enkelte strækninger på fjernbane vest er vist i Tabel 3.3.<sup>12</sup>

## Fjernbane øst

På fjernbanens østlige EDL er installations- og testaktiviteter pågående. EDL er på samme måde som i vest delt op i en nordnordlig og en sydlig del, hvor den nordlige del tages i brug først. I forhold til 2016-planen forventes mange af aktiviteterne at være forsinket med mellem én og tre måneder, hvilket ifølge Signalprogrammet primært skyldes en kombination af træge og omstændige godkendelsesprocesser samt utilstrækkelige ressourcer på leverandørsiden. Dette betyder, at færdiggørelsen af EDL-strækningen per juni 2017 forventes at være yderligere en måned forsinket (februar 2020) i forhold til udmeldingen i 2016.

For at sikre rettidig ibrugtagning af den nye bane København-Ringsted er installationsarbejderne på denne strækning i gang parallelt med arbejdet på EDL strækningen. Signalprogrammet vurderer, at installationsarbejdet på den nye bane er forud for tidsplanen. Den samlede ibrugtagning er dog i risiko for at blive

Tabel 3.3. Plan for udrulningen af strækninger på fjernbane vest.



Kilde: Signalprogrammets udrulningsplaner, juni 2017.

<sup>12</sup> "Seneste planlægning" repræsenterer Signalprogrammets forventninger til færdiggørelse per juni 2017.

forsinket, hvilket bl.a. skyldes sen færdiggørelse af tilslutningsanlæggene samt forsinkelse dels af Elektrificeringsprogrammets design, dels af sporskifteliverancer fra Banedanmarks leverandør.

På både fjernbane vest og øst gennemføres udrulningsaktiviteter sideløbende med, at EDL færdiggøres. Per juni 2017 vurderes det af Signalprogrammet, at installationsarbejdet på RO 1 (Vigerslev-Ringsted), som er påbegyndt i maj måned 2017, er tre måneder forsinket i forhold til 2016-planen. Forsinkelsen skyldes blandt andet ændring af scope for sporskiftedrev og forsinkelse dels af Elektrificeringsprogrammets design, dels af sporskifteliverancer fra Banedanmarks leverandør.

For udrulningen af de øvrige ni strækninger er der ligesom for fjernbane vest tale om, at de i 2016 udmeldte tidsplaner for færdiggørelse fortsat holder, men at der for de fleste udrulninger ikke er afsat tid til forsinkelser i stil med dem, som indtil videre er opstået under RO 1 eller på EDL. Udrulningen af de enkelte strækninger på fjernbane øst, er detaljeret beskrevet i Tabel 3.4.<sup>13</sup>

## S-banen

S-banens EDL (Jægersborg-Hillerød) blev sat i operativ drift ("open to public") ultimo februar 2016. Der udestår dog stadig en del softwaretilpasning, som skal sikre, at strækningen kan benyttes med den fulde CBTC-funktionalitet. Dette arbejde forventes efter 2016-planen afsluttet i januar 2018, men leverandøren vurderer, at dette arbejde på grund af mange uforudsete fejl under testfasen forventes at være over

<sup>13</sup> Seneste planlægning" repræsenterer Signalprogrammets forventninger til færdiggørelse per juni 2017.

en måned forsinket, med mindre Signalprogrammet kan acceptere en højere fejlrate end oprindeligt forudsat.

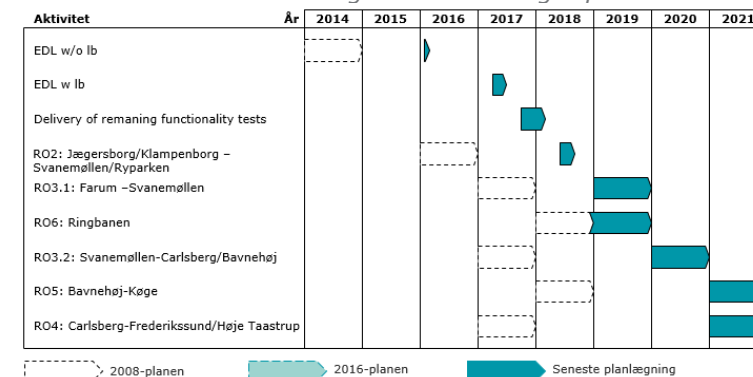
Installationsarbejdet for RO 2 (Jægersborg/Klampenborg – Svanemøllen/Ryparken) blev påbegyndt i 2014 og forventes efter 2016-planen færdiggjort i august måned 2017. Signalprogrammet forventer, at denne plan holder, forudsat at forsinkelserne på EDL ikke får konsekvenser for den videre udrulning på strækningen.

Leverandøren angiver, at 2016-tidsplanerne for især de strækninger, som udrulles sidst (RO3.2 Svanemøllen-Carlsberg/Bavnehøj, RO 4 Carlsberg-Frederikssund/Høje Taastrup og RO 5 Bavnehøj-Køge) er behæftet med en del usikkerhed, eftersom den detaljerede planlægning for strækningerne endnu ikke er gennemført.

I forhold til 2016-planen forventes kommissioneringstidspunktet for disse strækninger ifølge den seneste tidsplan fra Siemens at være yderligere forsinket med mellem tre og fem måneder. De strækninger, der er planlagt udrullet tidligere, forventes også at være forsinkede, men dog kun med ca. to måneder. Signalprogrammet oplyser, at der pågår drøftelser med Siemens om i fællesskab at finde mitigerende tiltag og alternative løsninger, som kan genoprette tidsplanen. Tabel 3.5 giver flere detaljer om udrulningen af de enkelte strækninger på S-banen.

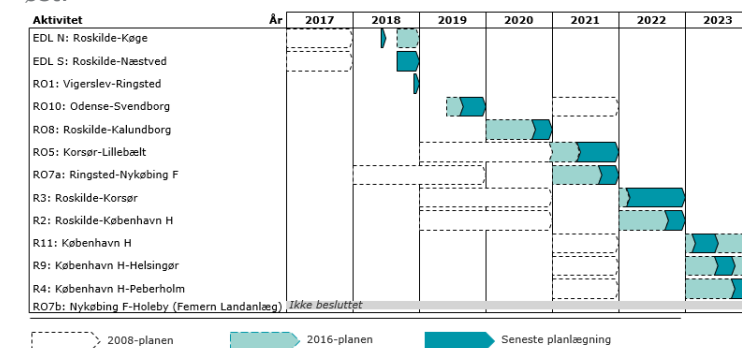
Overordnet set er det Deloitte's vurdering at tidsplanen for S-banen er behæftet med færre risici, blandt andet fordi der kun er én hovedleverandør, og idet de

Tabel 3.5. Plan for udrulningen af strækninger på S-banen.



Kilde: Signalprogrammets udrulningsplaner, juni 2017.

Tabel 3.4. Plan for udrulningen af strækninger på fjernbane øst.



Kilde: Signalprogrammets udrulningsplaner, juni 2017.

eksterne afhængigheder til andre store programmer er færre, sammenlignet med fjernbanen.

### Ombordudstyr

Installation af udstyr i DSBs MQ-tog, der skal anvendes til brug på fjernbanens østlige EDL, er ifølge 2016-planen planlagt færdiggjort i september måned 2017. Grundet forsinkelser fra leverandøren vurderer Signalprogrammet, at dette bliver op til tre måneder forsinket<sup>14</sup>, hvilket yderligere udskyder den initiale togdrift på strækningen (Supervised Commercial Operation – SCO). For EDL på fjernbane vest gør lignende forhold sig gældende, dog på andre togtyper (eksempelvis tre måneders forsinkelse på installation af ombordudstyr af Nordjyske Jernbaners Desiro-tog). I forhold til SCO på denne strækning har leverandøren bedt om yderligere fire måneders udsættelse på IC3 togene i forhold til 2016-planen.

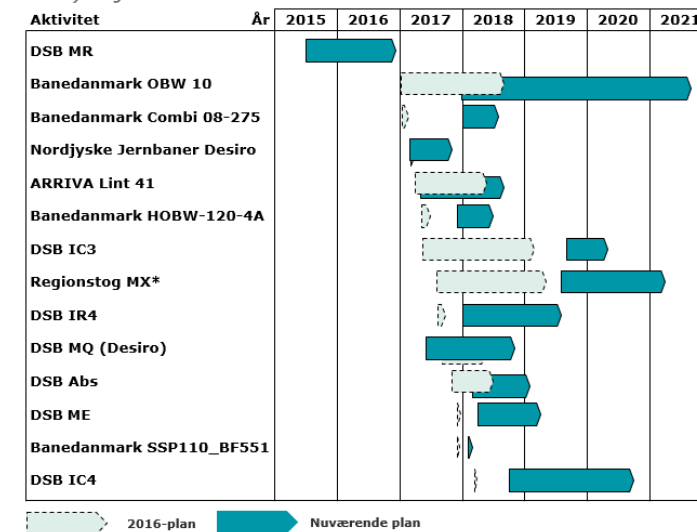
Togene, som skal understøtte udrulningen på RO 1 på fjernbane øst (Vigerslev – Ringsted), forventes i forhold til 2016-planen at være mellem tre og fire måneder forsinkede. Dette skyldes ifølge leverandøren forsinkelser i forhold til installation af udstyr på de første IC3, IR4 og ME-tog (First of Class – FoC). Forsinkelserne tager per juni 2017 kun højde for FoC, mens det endnu er uvist, hvordan de fastlagte tidsplaner for SCO påvirkes.

I forhold til den videre fremdrift på onboard-projektet vurderer Signalprogrammet og Deloitte samstemmende, at leverandørens tidsplan for modifikation af hver togtype er skrøbelig og uden tilstrækkelig robusthed. Dette skyldes en række faktorer, herunder:

- Der er i gennemsnit afsat ca. fem dage til installation af udstyr i hvert tog, mens erfaringer fra samme leverandørs installationsaktiviteter i andre lande<sup>16</sup> har vist et behov for mellem 10 og 20 dage. Forlængede installationstider har da også været en af de primære årsager til forsinkelsen af onboard i forhold til EDL-strækningerne. Alstom (leverandøren på onboard) har indgivet en justeret tidsplan for den resterende mængde af tog, som per juni 2017 behandles af Signalprogrammet i samarbejde med jernbanevirksomhederne.
- Der antages som hovedregel at være behov for kun én FoC fitment per togtype. Dog er der risiko for at tog af samme type er teknisk forskellige, grundet forskellig vedligehold, uheld osv. Da FoC processen er meget tidskrævende, kan dette skabe yderligere forsinkelser.

Deloitte vurderer, at der er risiko for yderligere forsinkelser ud over det, som er identificeret i forbindelse med EDL og RO 1. Den nuværende plan for udrulning af onboard udstyr i passagertog og i Banedanmarks arbejds køretøjer fremgår af Tabel 3.6 og Tabel 3.7 på næste side.

Tabel 3.6. Tidsplan for installation af ombordudstyr i udvalgte passagertog og arbejds køretøjer (white og yellow fleet) – juni 2017.<sup>15</sup>



Kilde: Signalprogrammets tidsplaner, juni 2017.

<sup>14</sup> Steering Committee Report, Project Onboard, Steering Committee Meeting May 2017, s. 8.

<sup>15</sup> Tidsplanen afspejler den seneste forventning til færdiggørelse af ombordudstyr på udvalgte togtyper, men er endnu ikke officielt godkendt af Signalprogrammet.

<sup>16</sup> Alstoms installation af ERTMS udstyr i Belgien og Holland.

Deloitte konstaterer ydermere, at et ingeniørteknisk review af ombordudstysprojektet i hovedtræk har resulteret i de samme konklusioner, herunder en iagttagelsen af at de involverede parter (Banedanmark, jernbanevirksomhederne og Alstom) er enige om, at ombordudstysplanen er meget ambitiøs og bygger på optimistiske forudsætninger. Det ingeniørtekniske review konkluderer ligeledes, at leverandøren ikke forventes at ville kunne levere i henhold til den aftalte plan.<sup>17</sup>

Med afsæt i det ingeniørtekniske review har Signalprogrammet efterspurgt en revideret ombordudstysplan, som Deloitte har fået i seneste udgave, dateret oktober 2017. Herudover er der iværksat en række tiltag, med det formål at forbedre koordinationen med leverandøren og jernbanevirksomhederne.

### **Kommunikationsudstyr**

GSM-R og FTN er projekter, som understøtter EDL og udrulningen af strækningerne på fjernbanen, men der knytter sig forskellige implementeringsplaner til hvert system. Derfor beskrives den nuværende status, fremdrift og plan for færdiggørelse separat.

Der er for GSM-R projektets vedkommende tale om, at radiodelen (voice) er installeret i alle tog med udgangen af maj måned 2017. Den næste fase af GSM-R, som betegnes 3.2 (se kapitel 2), er overleveret til Banedanmark Teknik, og det er således usikkert, hvorvidt den hidtidige udrulningsplan fra Signalprogrammet vil blive justeret i lys af ny bemanning, synergier mv. De aktiviteter, som gennemføres sidst, omhandler hhv. konstruktion af nye skure til GSM-R

udstyr og dekommissionering af det gamle telekommunikationsudstyr. Det er Signalprogrammets vurdering, at enkelte aktiviteter per juni 2017 er ca. to måneder forsinket i forhold til 2016-planen, men at dette ikke vil påvirke den planlagte kommissioneringsdato for udrulningen af de enkelte banestrækninger.

Installation af FTN-udstyr (både aktivt og passivt) er en forudsætning for, at såvel EDL og øvrige strækninger kan sættes i operativ drift i forhold til Udrulningsplanen for den aktive del af FTN følger således udrulningen af øvrigt signalteknisk udstyr på den enkelte strækning, hvilket betyder, at FTN-tidsplanerne skal justeres, hver gang tidsplanen for udrulning af en strækning ændres. Den passive del af FTN kan i højere grad ske uafhængigt af udrulningsplanerne for de øvrige delprojekter, så længe fiberkablerne er installeret inden RO-fasen for banestrækningen.

Færdiggørelse af FTN for EDL (både øst og vest) samt for RO1 forventes afsluttet ultimo 2017, hvilket er i henhold til 2016-planen. For den resterende del af banenettet forventes resten af den aktive del af FTN udrulningen afsluttet sammen med SCO-datoerne for den enkelte strækning, mens udrulningen af den passive del fremgår af Tabel 3.9. Da ansvaret for den resterende del af FTN-projektet er overdraget til hhv. Banedanmarks anlægs- og teknikdivisioner, er det usikkert, hvorvidt den hidtidige udrulningsplan fra Signalprogrammet vil blive justeret i forhold til andre af Banedanmarks anlægsaktiviteter.

<sup>17</sup> PROSE: "Audit of The Onboard ERTMS", marts 2016.

Derudover er udbuds- og kontraheringsfasen for FTN projektet heller ikke afsluttet, hvilket gør, at nuværende tidsplan og budget vurderes af Deloitte som værende behæftet med nogen grad af usikkerhed.

### It-systemer

Med it-systemer forstås integration mellem togkontrollsystemerne og de øvrige systemer i Banedanmark (planlægningsprogrammer, mv.) og hos jernbanevirksomhederne (eksempelvis trafikinformationssystemer), herunder Enterprise Service Bus (ESB). It-systemerne understøtter ligesom kommunikationssystemer den generelle udrulning af signalteknisk udstyr men relaterer sig for størstedelens vedkommende til funktionaliteter, som anvendes i de to trafikkontrolcentre.

Færdiggørelsen af de it-systemer, som skal understøtte EDL-strækningerne består primært af de dele, som sørger for integrationen med TMS<sup>19</sup>. Der er i forhold til 2016-planen tale om mindre udsving med forsinkelser på op til en måned for nogle undersystemer, men Signalprogrammet vurderer samlet set, at det ikke påvirker den fastlagte kommissioneringsdato for SCO på EDL.

Udrulningen af udstyr på banenettet kan i princippet godt finde sted, selv om enkelte it-systemer ikke er færdige. Der vil dog først kunne opnås fuld effekt, når de sidste systemer er implementerede, men det vurderes at give projektet mere fleksibilitet i forhold til at kunne justere de enkelte delleverancer.

Den detaljerede udrulningsplan for de it-systemer, som ikke allerede er leveret, fremgår af Tabel 3.8. Det er Signalprogrammets vurdering, at denne tidsplan stadig holder henset til erfaringer fra tidligere gennemførte it-leverancer. Den endelige kommissioneringsdato er for hvert system endnu ikke kendt.

Tabel 3.8. Status samt forventet kommissioneringsdato for Traffic Planning system (TPS), Traffic Management System integrationen (TMS) samt de systemer, der skal understøtte EDL.

Gruppe	Design	Udvikling klar til JTL	Klar til site test
TPS	66 % færdig	33 % færdig	0 % færdig
TMS Light	100 % færdig	33 % færdig	0 % færdig
EDL Basic	100 % færdig	100 % færdig	44 % færdig
EDL Full	66 % færdig	19 % færdig	0 % færdig

Kilde: Signalprogrammet.

### Udstyr som skal dekommissioneres

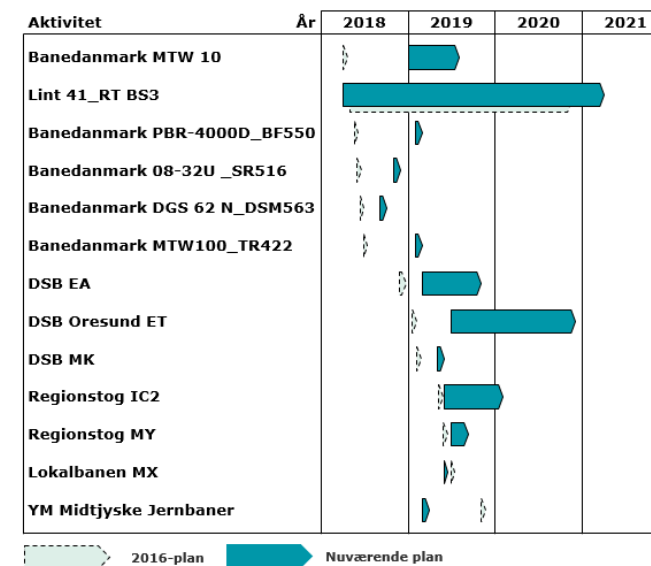
Det er besluttet af Banedanmarks direktion, at opgaven med dekommissionering af det eksisterende signaludstyr på fjernbanen og S-banen overgår fra Signalprogrammet til Banedanmark for at kunne optimere denne opgave blandt andet i forhold til Banedanmarks vedligeholdelsesopgaver.

Dekommissioneringen er ikke påbegyndt, da det kræver fuld signalteknisk kapacitet på hver enkelt strækning, førend gammelt udstyr kan fjernes. Den nuværende plan er under revision. Det vides således ikke,

<sup>18</sup> Tidsplanen afspejler den seneste forventning til færdiggørelse af ombordudstyr på udvalgte togtyper, men er endnu ikke officielt godkendt af Signalprogrammet.

<sup>19</sup> EDL på F-banen er både i øst og vest er delt i en nordlig henholdsvis sydlig strækning. Systemerne på EDL nord tages i brug med en TMS med reduceret funktionalitet, mens EDL syd tages i brug med fuld funktionalitet.

Tabel 3.7. Plan for installation af ombordudstyr i udvalgte passagertog og arbejdskøretøjer.<sup>18</sup>



Kilde: Signalprogrammets tidsplaner, juni 2017.

hvorvidt dekommissioneringsaktiviteter vil kunne påvirke udgifter og tidslinjer for andre af Banedanmarks aktiviteter, herunder elektrificeringsprogrammet, negativt.

### 3.3 Programinterne afhængigheder

Med programinterne afhængigheder forstås de tekniske og planlægningsmæssige afhængigheder, som er inden for Signalprogrammet og Banedanmarks egne rammer og påvirkelighed.

Som beskrevet gennem dette kapitel består Signalprogrammet af en række projekter, leveret af forskellige leverandører, som helt eller delvist er indbyrdes afhængige. For at kunne beskrive de relevante programinterne afhængigheder, tages der udgangspunkt i Deloitte's vurdering af Signalprogrammets "kritiske vej"<sup>20</sup>, samt følgende forhold, der er nødvendige for den videre udrulning på banenettet:

- Fortsat fremdrift på EDL
- Den videre installation af ombordudstyr
- Udrulningen af FTN
- Integrationen mellem it-systemer
- Dekommissionering
- Specielle overvejelser for S-banen

#### Fortsat fremdrift på EDL

Såfremt der identificeres forsinkelser eller tilbageløb eksempelvis i forhold til de tekniske løsninger på EDL strækningerne, kan det betyde, at den nuværende tidsplan for udrulningen på de øvrige banestrækninger ligeledes forsinkes yderligere. Det er således kritisk

for den videre udrulning, at den resterende del af test- og afprøvningsfasen på EDL forløber som planlagt.

#### Ombordudstyr

For at EDL kan godkendes og udrulning af øvrige strækninger på fjernbanen kan gennemføres, er det nødvendigt at installere ERTMS ombordudstyr i togene, som benytter strækningerne. Det er desuden nødvendigt at have fungerende STM-udstyr i overgangsfasen mellem den eksisterende løsning og det nye udstyr, forudsat at samme tog befærder eksempelvis både ATC- og ETCS-strækninger. Endelig er det i togene nødvendigt at have GSM-R udstyr både hvad angår radio- og datakommunikation, hvor radiodelen allerede er implementeret i dag.

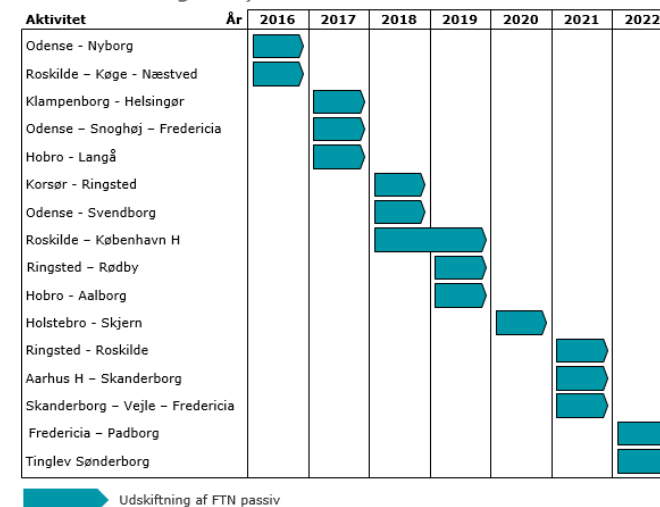
#### Afhængighed til FTN

For at leverandørerne på fjernbanen kan forbinde sikringsanlæg, overkørselsanlæg, trafikkontrolcentre, mv. er det nødvendigt at have etableret et fungerende fiberkabelnetværk, som bruges til udveksling af de informationer, som ikke formidles via GSM-R.

#### Afhængighed til it-systemer

Et fungerende TMS er som minimum forudsætningskabende for, at togene kan benytte de strækninger, som indeholder det nye signaludstyr. Dette forudsætter også, at FTN er etableret. Dertil kommer, at integrationen mellem de to leverandørers TMS løsninger samt løsninger til andre landes togsystemer skal være gennemført, forudsat at samme tog skal benytte strækninger på tværs af landegrænser eller mellem

Tabel 3.9. Udrulningsplan for den passive del af FTN (Den aktive del følger den generelle udrulning på banestrækningerne).



Kilde: Signalprogrammets tidsplaner, juni 2017.

<sup>20</sup> Med kritisk vej menes der de områder, som vurderes at være særligt kritiske i forhold til Signalprogrammets fortsatte fremdrift.

Jylland og Fyn. Endelig skal de mest vitale planlægningssystemer, eksempelvis TPS, være implementeret, såfremt en mere effektiv afvikling af togtrafikken ønskes opnået.

## **Dekommissionering**

Visse dekommissioneringsaktiviteter er forudsætningskabende for, at det nye signaltekniske udstyr kan installeres. Der er dog indgået kontrakter med leverandørerne om, at denne del af udstyret nedtages som en del af de øvrige installationsaktiviteter. Resten af det tilbageværende udstyr forhindrer ikke umiddelbart udrulningen på banenettet, selv ikke hvis det ikke dekommissioneres inden for en længere årrække.

## **S-banen**

Den kontrakt, som er indgået på S-banen, indeholder mange af de samme delelementer, som er beskrevet for fjernbanen. Idet der i langt højere grad er tale om ét integreret system, vil en forsinket udrulning af fjernbanens signaltekniske udstyr ikke påvirke udrulningen på S-banen hverken i forhold til eksempelvis økonomi eller tidsplan.

Dog er der på S-banen tale om, at det i højere grad er leverandørens og ikke Signalprogrammets ansvar at synkronisere mange af de afhængigheder, der måtte være for udrulningen eksempelvis i forhold til installation af ombordudstyr i tog, oprettelse af FTN, kommissionering af TMS, mv. Det betyder, at Signalprogrammet i mindre grad har mulighed for at påvirke de projektafhængigheder, idet disse i stor grad påhviler leverandøren. Dog er Signalprogrammet stadig ansvarlig for visse aktiviteter, herunder den afsluttede installation af GSM-R taleradio i S-togene og integrationen med eksisterende it-systemer.

## **3.4 Progameksterne afhængigheder**

Med progameksterne forstås de eksterne afhængigheder, som er uden for Signalprogrammets rammer og påvirkelighed.

Signalprogrammet gennemføres samtidigt med en række andre store fornyelses- eller anlægsprojekter, som enten gennemføres i regi af Banedanmark, jernbanevirksomhederne eller andre. Afhængighederne mellem Signalprogrammet og disse andre programmer er gennemgået nedenfor, idet hovedafhængighederne for de fleste programmers vedkommende er, at sporarbejder skal udføres for installationen af de nye signalsystemer, som igen skal være på plads inden, at man kan overgå til elektrisk togdrift.

### **Elektrificeringsprogrammet**

Elektrificeringen kan som udgangspunkt ikke gennemføres samtidig med installationen af signaludstyr uden store koordinationsproblemer og Elektrificeringsprogrammet afventer derfor Signalprogrammets udrulning på de banestrækninger, hvor begge programmer skal gennemføres. Derudover kan selve ibrugtagningen af elektrificeringen ikke ske før installation af det nye signaludstyr er fuldført, idet det eksisterende signaludstyr ikke er forberedt til elektrificerede strækninger og derfor først skal immuniseres (sikres mod interferens mellem elektrificeringssystemet og det gamle signaludstyr), hvilket anses for at være en kompleks, tidskrævende og økonomisk bekostelig opgave.

Der er desuden tale om, at noget af det eksisterende signaludstyr skal dekommissioneres før elektrificeringen kan sættes i drift, da immunisering i givet fald også vil være nødvendigt. Dele af banenettet er allerede elektrificeret, mens de fleste af de resterende



planlagte banestrækninger gennemføres i perioden 2021-2026.

### Hastighedsopgraderingerne

Dette projekts berøring med Signalprogrammet består primært af ændringer til sprogrundlaget. Det er i den forbindelse besluttet af Banedanmarks Forum for infrastrukturprojekter (FIP), at der skal etableres et fast sporgrundlag til Signalprogrammet 2,5 år forud for udrulningen på en given strækning, hvilket indebærer, at en hastighedsopgradering skal være helt færdigprojekteret på dette tidspunkt, hvis den skal kunne gennemføres før Signalprogrammet er udrullet og testet på strækningen. Desuden er der tale om, at hastighedsopgraderingsarbejde og signalinstallation ikke kan gennemføres simultant på samme strækning og derfor må adskilles i enten tid eller rum.

### Sporfornyelse

Sporfornyelse gennemføres på strækninger både på fjernbanen og på S-banen og kan delvist udføres sideløbende med Signalprogrammets udrulning af signaludstyr på samme strækninger, som vist i Figur 3.2. Såfremt sporet omlægges eller på anden måde redesignes for at kunne understøtte eksempelvis hastighedsopgraderingen, skal dette være projekteret senest 2,5 år forud for Signalprogrammets planlagte udrulning på strækningen.

Såfremt sporfornyelse gennemføres inden udrulningen af den nye signaltekniske løsning, vil de nye spor indeholde sporisolationer, som efterfølgende skal fjernes som en del af Signalprogrammets dekommissioneringsaktiviteter. Dette er tilfældet for hovedparten af strækningerne.

### København-Ringsted-banen

Denne banestrækning har ikke noget eksisterende signaludstyr, og kan derfor ikke sættes i drift før den nye signaltekniske løsning implementeres. Dette er en af de primære grunde til, at Signalprogrammets første udrulningsstrækninger på fjernbane øst gennemføres netop her. Således vil forsinkelser af Signalprogrammets RO 1, betyde at ibrugtagningen af selve strækningen ligeledes bliver forsinket, med mindre en midlertidig (eksisterende) signaludstyrløsning implementeres.

## 3.5 Procesrisici

For hvert af de projekter som gennemgås i afsnittet om Status og Fremdrift (3.2) har Signalprogrammet identificeret en række risici. De væsentligste af disse nævnes nedenfor.

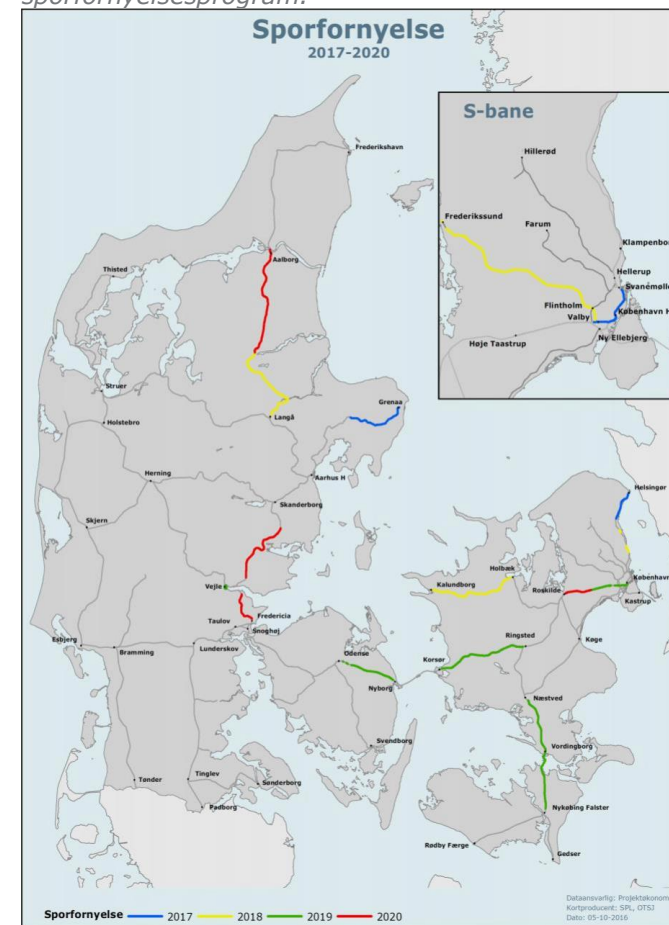
### Fjernbane vest

Signalprogrammet vurderer, at der er en risiko for, at den videre udrulning kan blive kompromitteret på grund af utilstrækkelig intern koordination hos leverandøren i forhold til udmeldte tidsplaner og kvalitets-sikring. Desuden anfører programmet en risiko for, at tidsplanen for EDL-strækningen kan blive forlænget grundet omstændige og rigide sikkerhedsgodkendelsesprocedurer.

### Fjernbane øst

På denne del af fjernbanen angives rigide krav til dokumentation fra Banedanmarks side ligeledes som en trussel mod den overordnede tidsplan. Problemstillingen er i maj måned 2017 eskaleret til Signalprogrammets styregruppe. Desuden angiver programmet en risiko for, at de eksproprieringer som oprindeligt er

Figur 3.2: Oversigt over banedanmarks sporfornyelsesprogram.



Kilde: Banedanmark.

inkluderet i projektgrundlaget ikke er tilstrækkelige i forhold til R0 10 (Odense-Svendborg), og at dette kan medføre øgede anlægsomkostninger. Endelig anses en omstændig godkendelsesprocedure for planlagte overkørsler som en trussel mod tidsplanen, ligesom andre og mindre risici også relaterer sig til en forsinkelse af de planlagte udrulningsaktiviteter.

## S-banen

Erfaringer fra test- og installationsarbejdet på EDL-strækningerne tydeliggør en risiko for, at den fremadrettede tidsplan for det videre udrulningsarbejde bliver forsinket. Desuden angives udfordringer i forhold til at træne personel tidsnok som en risiko, der kan forsinke ibrugtagelsen af det nye signalsystem. Endelig angives [REDACTED]

## Ombordudstyr

Hittidige udfordringer forbundet med det tidsforbrug, som leverandøren angiver i den nuværende tidsplan, anføres som en af de største trusler mod projektet (og Signalprogrammet) og kan medføre signifikante forsinkelser af installationsarbejdet. Desuden er der risiko for, at fragt- og veterantog, som p.t. ikke fremgår af installationsplanen, skal medtages som en del af Signalprogrammets samlede installation af ombordudstyr.

Konsekvenser ved at fragt- og veterantog ikke udstyres med ERTMS vil i givet fald være, at de ikke kan køre på strækninger, der er udstyret med nyt signaludstyr, med mindre strækningen spærres specifikt til formålet.

## Kommunikation

Signalprogrammet angiver her ingen nævneværdige risici eller usikkerheder.

## It-systemer

Signalprogrammet angiver her ingen nævneværdige risici eller usikkerheder.

## Dekommissionering

Dekommissioneringsplanen er afhængig af, at udrulningen på både fjernbanen og på S-banen gennemføres rettidigt og har desuden en række programeksterne afhængigheder i forhold til eksempelvis Elektrificeringsprogrammet. Mængden af afhængigheder vurderes at være en af de største risiko for projektet, idet forsinkelser eller omprioriteringer både internt og eksternt kan påvirke såvel dekommissioneringens tidsplan og det forventede budget. Dog er de projekterinterne risici afholdt af Banedanmark Teknik.

## Deloitte's vurdering af risici

Efter at have gennemgået udrulningsplanerne for hvert delprojekt vurderer Deloitte at følgende forhold udgør de væsentligste risici for Signalprogrammet:

- Risiko for forsinkelser på installation af ombordudstyr.
- Risiko for manglende tidsmæssig adskillelse mellem EDL og udrulningen af signaludstyr på resten af fjernbanen.
- Risiko for manglende tidsmæssig adskillelse mellem Signalprogrammets udrulning af udstyr på strækninger og andre store programmer i Banedanmark, eksempelvis Elektrificeringsprogrammet.

Hvad angår risici tilknyttet ombordudstyr vurderer Deloitte, at netop risikoen for forsinkelser på ombordudstyret kan vise sig at være en af de mest kritiske for hele Signalprogrammet. Dette skyldes, at tog uden ERTMS ikke kan befærde strækninger, hvor der allerede er installeret nyt signaludstyr, hvorfor hele udrulningen af "track-side" udstyret er afhængigt af, at ombordudstysplanen holder.

Dertil kommer, at de nuværende tidsplaner generelt er behæftet med stor risiko for forsinkelse, og at der kan være store operatørmæssige konsekvenser forbundet med ikke allerede nu at påbegynde mitigerende tiltag eller på anden måde håndtere de effekter, som kan opstå.

Hvad angår manglende separation mellem færdiggørelse af EDL og den øvrige udrulning vurderer Deloitte, at de mangler, fejl og øvrige erfaringer, som opsamles undervejs i EDL risikerer at gentage sig på den videre udrulning af udstyr. Dette vil de facto betyde, at det vil være vanskeligt at indhente tabt tid, og at hele udrulningsplanen i princippet parallelforskydes, hver gang en fejl, rettelse, ændringsanmodning eller andre tidskrævende aktiviteter identificeres. Eftersom visse aktiviteter siden Signalprogrammets replanlægning af udrulningsaktiviteter i efteråret 2016 allerede er skudt yderligere en eller flere måneder i tid, er der således indikationer på at den overordnede udrulningsplanen med jævne mellemrum må replanlægges, og at der er stor risiko for flere forsinkelser.

En yderligere forsinkelse af Signalprogrammet begrundes Deloitte vurdering af risikoen for snitfladeproblemer til andre programmer i Banedanmark. Således vil det kunne påvirke særligt Elektrificeringsprogrammet negativt, såfremt Signalprogrammet ikke

færdiggøres til tiden. Desuden vil manglende elektrificering på strækninger kunne lede til omkostnings-tunge immuniseringsaktiviteter eller til driftsforstyrrelser på DSBs nye elektriske tog. Den manglende buffer i tidsplanen vurderes således ikke blot at være et internt problem for Signalprogrammet, men udfordrer i lige så høj grad andre dele af Banedanmark og DSB.



## 4 Kontrakter

Signalprogrammets kontraktlandskab er omfattende og indeholder mange indbyrdes afhængigheder, hvilket nødvendiggør stort fokus på kontraktstyring.

Signalprogrammets organisering bygger i høj grad på ekstern opgavevaretagelse. Formålet med dette har været at sikre de rette kompetencer til udførelse af de enkelte leverancer. Samtidig gør dette kontraktstyring til et vigtigt instrument i forhold til programmets overordnede robusthed og økonomi.

Dette kapitel beskriver de aftaler og kontrakter, der er indgået, deres mest centrale karakteristika, den generelle tilgang til kontraktstyring, samt de aftalemæssige bindinger og løftestænger, der er identificeret i kortlægningen.

### 4.1 Kontraktlandskabet

Programmet er baseret på ni primære kontrakter indgået med seks virksomheder og konsortier, jævnfør Tabel 4.1. Foruden disse eksisterer en række mindre kontrakter og aftaler, som ikke indgår i kortlægningen grundet deres størrelse.

De ni primære kontrakter kan opdeles i de fem overordnede temaer, som følger typologien over de tekniske løsninger, beskrevet i kapitel 2. Det drejer sig om

kontrakter for leverance af it, materiel ved baneanlæg (infrastruktur), ombordudstyr og kommunikationssystemer. Dertil kommer generel rådgivning. De fem største kontrakter (leverandører) er rådgivningskontrakten (konsortium ledet af Rambøll), de tre infrastrukturkontrakter for henholdsvis S-banen (Siemens), fjernbane øst (Alstom) og fjernbane vest (Thales/Strukton), samt onboard-kontrakten for tog, der befærder fjernbanen (Alstom).

Tabel 4.1. Oversigt over de indgående aftaler og kontrakter og den indbyrdes sammenhæng mellem disse.

	Banenet	S-banen	F-banen (øst)	F-banen (vest)
Teknisk kategori				
IT		Enterprise Service BUS (ESB) Netcompany		
		Tværgående IT ydelser Alstom, Thales/Strukton		
		VICOS/ROMAN Siemens	ICONICS Alstom	ARAMIS Thales/Strukton
Infrastruktur		S-banen (totalkontrakt) Siemens	Infrastruktur Øst (ETCS) Alstom	Infrastruktur Vest (ETCS) Thales/Strukton
			GSM-R voice Siemens	
Ombordudstyr			STM Siemens	
			ERTMS Alstom	
Kommunikationssystem			GSM-R infrastruktur Nokia	
			FTN (aktiv og passiv) Banedanmark Teknik/Anlæg	
Rådgivning		Program management Rambøll, Atkins, Emch+Berger og Parsons		

Anm.: De ni primære kontrakter fremgår af figuren i grå bokse, mens de sekundære, understøttende kontraktdele fremgår i stiplede bokse.  
Kilde: Deloitte.

Kontrakterne har en række indbyrdes snitflader, jævnfør Tabel 4.1 på forrige side. Snitfladerne går både på tværs af banenettet, de forskellige kontrakttemaer og leverandører. Derudover eksisterer der en række leveranceafhængigheder mellem de enkelte kontrakter på programmet, som behandles nærmere i kapitel 6.

Forsinkelser af én leverance kan skabe afledte forsinkelser på andre, hvilket øger den styringsmæssige kompleksitet og deraf behovet for håndfast kontraktstyring. Leveranceafhængigheder er beskrevet i kontraktens strategi for multiple leverandører, som fastslår at programmet kan være forpligtet til at betale erstatning til andre leverandører i tilfælde af forsinkelser og andre leveranceproblemer, såfremt svaret ikke kan pålægges leverandøren selv.

## 4.2 Kontraktstyring på programmet

Kontraktstyringen er forankret i Signalprogrammets PMO-enhed, jævnfør Figur 4.1. Den primære funktion af den centrale organisation er at udstikke processer og beskrive gældende governance for den decentrale kontraktstyringsorganisation, samt at koordinere med programmets juridiske team, som har det overordnede ansvar for udbud og kontraktindgåelse. Organiseringen behandles i dybden i kapitel 5.

De primære kontrakter, der behandles i dette afsnit, styres alle decentralt af en kontraktmanager. Kontraktmanageren står for den løbende opfølgning og den daglige styring af leverandørens kontraktoverholdelse.

Hele kontraktstyringsorganisationen følger den samme standard og processpecifikation, hvilket skal

sikre ensartethed i kontraktstyringen. Dog har kortlægningen vist, at der til stadighed er manglende konsistens i kontraktstyringspraksis på tværs af projekterne, hvilket har skabt problemer i relation til programmets overordnede håndtering af betalingerne for og planlægningen af ændringer.

## 4.3 Kontrakternes karakteristika

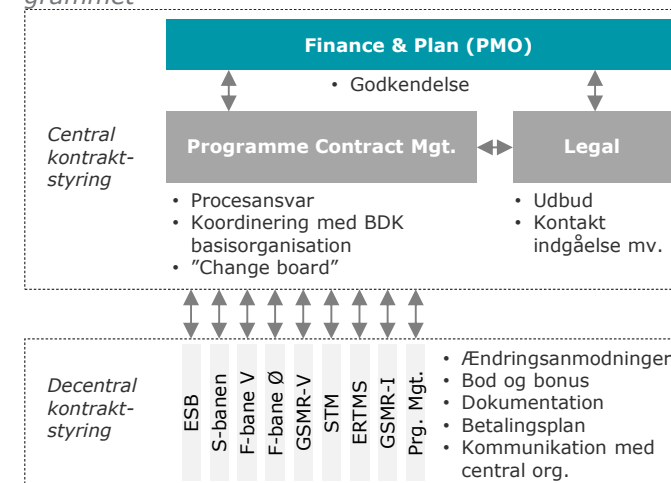
Deloitte's kortlægning af kontraktgrundlaget er tilrettelagt efter en række centrale kontraktretlige karakteristika, som er valgt på baggrund af en vurdering af, hvor stor en indflydelse disse kan have for programmets robusthed, styrbarhed og optimeringsmuligheder.

De fire karakteristika er:

- **Ændringsmuligheder:** Signalprogrammets fleksibilitet i forhold til at kunne justere leverancer og leverandørforhold og derved tilpasse programmets omfang og økonomi.
- **Bodsbestemmelser:** Programmets muligheder for at opkræve bod i lyset af kontraktmisligholdelse, for derved at styre leverandører og søge at forbedre programmets robusthed og økonomi.
- **Krav til prissætning og åbenhed:** Graden af gennemsigtigheden programmet kan kræve i forhold til pris, dokumentation mv., hvilket har central indflydelse på kontraktens styrbarhed.
- **Incitamentsstruktur:** Kontraktuelle forhold, som tilskynder leverandøren at handle på bestemte måder, hvilket har indflydelse på styringen af leverandørerne.

Af de ni kontrakter illustreret i Tabel 4.1, gennemgås de fem største i dybden (Program Management, fjern-

Figur 4.1. Oversigt over kontraktstyring i Signalprogrammet



Kilde: Deloitte.

bane øst, fjernbane vest, S-banen og fjernbane on-board), mens de fire tilbageværende (GSM-R Infrastruktur, GSM-R Voice, STM og ESB) kun berøres, i tilfælde hvor kontraktindholdet vurderes at have relevans for programmets overordnede styrbarhed, robusthed eller økonomiske ramme. Kortlægningen er opsummeret i Tabel 4.2 på næste side.

## 4.4 Kontrakten om bygherrerådgivning

Kontrakten om bygherrerådgivning ("Joint-Venture" kontrakten) blev efter afholdelse af udbud underskrevet i september 2009 med et internationalt rådgiverkonsortium med Rambøll, Atkins Danmark, Parsons og Emch+Berger. Kontrakten omfatter teknisk rådgivning og bistand i forbindelse med programmet i alle programmets fire faser. Kontrakten om bygherrerådgivning anslås at løbe frem til 2022-23, og der er på nuværende tidspunkt i alt afholdt udgifter til både interne og eksterne medarbejdere for 2,6 mia. kr. på dette område. Kun 133 mio. kr. af de forventede fremtidige udgifter til Program Management er på nuværende tidspunkt kontraheret med denne kontrakt.

### Ændringsmuligheder

Programmet har som udgangspunkt store kontraktuelle beføjelser til at foretage en hvilken som helst ændring i leverandørens ydelse inden for rammerne af de udbudsretlige regler. Dette indebærer, at programmet har ret til at ophæve kontrakten med tre måneders varsel eller at justere ydelse og leverancernes omfang uden kompensation til leverandøren. En forudsætning for sådanne justeringer er, at de varsles to uger forud for ændringen, og at det ikke inkluderer opsigelse af væsentlige delleverancer. Modsat kan leverandøren ikke opsig kontraktforholdet.

Prissætning af ændringer følger den i kontrakten øvrige gældende prissætningsmodel baseret på tidsforbrug, som beskrives nedenfor.

### Bodsbestemmelser

Kontrakten indeholder kun ganske få bestemmelser vedrørende bod. Det drejer sig specifikt om bod ved udskiftning af nøglemedarbejdere i programorganisationen, uden programmets samtykke. Modsat de fleste andre kontrakter i programmet er der imidlertid ingen bestemmelser om bod ved forsinkelse eller mangler, selv om forsinkelserne direkte kan tilskrives leverandøren.

### Krav til prissætning/åbenhed

Kontrakten indeholder ingen krav om åbenhed i prissætningen og honoreringen af konsortiet beregnes på baggrund af den tid, der er medgået til opgavens løsning og den tilbudte timerate.

Leverandøren kan kun fakturere for medarbejdere godkendt af programmet, og disse skal derudover udarbejde timelister med specifikation af tidsforbrug. Dette udgør det primære styringsredskab foruden kontraktens årlige budgetrammer.

Budgetrammerne for leverandørens honorar fastlægges efter forhandling forud for igangsættelsen af de respektive faser og forhandlingerne skal resultere i årsopdelte budgetrammer for hver fase. Senere ændringer af de fastlagte budgetrammer skal være begrundet i forhold, som ikke var eller burde være leverandøren bekendt på tidspunktet for fastlæggelse af budgetrammen. Ved eventuelt merforbrug reduceres den del af honoraret, der overskrider budgetrammen, med en progressiv procentsats (■■■■ pct. afhængigt af overskridelsens størrelse).

## Incitamentsstruktur

Det vurderes, at kontrakten skaber et væsentligt incitament for leverandøren til at afholde betydeligt tids- og ressourceforbrug, idet honorering sker efter medgået tid. Selvom kontrakten søger at imødekomme denne uhensigtsmæssige incitamentsstruktur ved at reducere honoreringen ved budgetoverskridelser, vurderes det, at incitamentet til merforbrug stadig er eksisterende. Dette bygges på en antagelse om, at de fastsatte timesatser, selv efter fradrag i honoreringen, må antages at give væsentligt positivt dækningsbidrag.

### 4.5 Kontrakterne for fjernbane infrastruktur vest/øst (ETCS)

Kontrakterne med henholdsvis Thales/Strukton og Alstom omfatter design, udførsel og vedligeholdelse af

den fysiske infrastruktur for signalsystemet på fjernbanestrækningerne samt udarbejdelse og implementering af de understøttende it-systemer ARAMIS og ICONICS. Kontrakterne indeholder derudover en rammeaftale for løbende vedligeholdelse af infrastruktur og udstyr hos en række infrastrukturkunder (eksempelvis Storebælt A/S, DSB og Femern A/S).

De to kontrakter havde en oprindelig værdi på henholdsvis 2,5 mia. kr. og 1,7 mia. kr., svarende til om trent 30 pct. af 2012-budgettet.

### Ændringsmuligheder

Programmet har grundlæggende tre instrumenter til at kunne ændre kontraktforholdet på de to leverancer.

Den første angår egentlige ændringsefterspørgsler. Både programmet og leverandørerne kan anmode om ændringer, og leverandørerne er forpligtet til at imødekomme programmets anmodninger, medmindre det

Tabel 4.2. Samlet oversigt over de primære karakteristika for Signalprogrammets kontrakter.

Kontrakt Karakteristika	Program management	S-banen	Infrastruktur F-bane Vest/Øst (ETCS)	Onboard F-bane (ERTMS)	Øvrige kontrakter
<b>Ændringsmuligheder</b>	Ingen begrænsninger	Nogle begrænsninger ift. specificerede optioner og forudsætninger om kontraktuel misligholdelse. Ved ændringer uden misligholdelse har leverandør krav på godtgørelse for afholdte omkostninger	Ingen begrænsninger, på nær tidsfrister for ændringer.	Få begrænsninger for ændringer	
<b>Bods- og bonusbestemmelser</b>	Ingen muligheder for bod på nær ved udskiftning af nøglepersoner uden samtykke	Fire bodstyper (max. 20 pct. af samlet betaling). Bod endnu ikke opkrævet, da milepæle endnu ikke er nået og bodspraksis er uklar. Bonus i form af engangsbetaling er anvendt på S-banen	Otte bodstyper (max. 15 pct. af samlet betaling) og bonus i form af engangsbeløb	Simple bodsbestemmelser, oftest kun i tilfælde af forsinkelser	
<b>Krav til prissætning/åbenhed</b>	Betaling pr. time. Ingen krav om åbenhed i prissætning	Fast pris på leverancen og vedligeholdelsesopgave, mens ad hoc opgaver forhandles løbende. Ingen krav om åbenhed i prissætning			
<b>Incitamentsstruktur</b>	Uhensigtsmæssig, ift. incitament for overforbrug hos leverandør jf. betalingsform	Kun få (typiske) uhensigtsmæssigheder omkring prisfastsættelse af ændringer og ansvarsplacering ved leveranceproblemer. Problematisk at bod ikke anvendes, mens bonus gør.			

Kilde: Deloitte.

vurderes at være umuligt. I tilfælde hvor delleverancer fravælges, vil det dog være Signalprogrammets ansvar at godtgøre leverandøren for allerede afholdte omkostninger.

I tilfælde hvor nye leverancer defineres, er programmet forpligtet til at afholde miniudbud, såfremt ændringens værdi overstiger 100 mio. kr.

Derudover kan programmet udnytte de tre kontrakters iboende optionsmuligheder. Optionerne er kontraktfastsatte muligheder for at ændre leverancernes karakter, ved eksempelvis at tilføje eller fjerne prædefinerede delleverancer, eller ændre leverandørforhold. Infrastruktur vest/øst kontrakterne indeholder blandt andet en option, der giver mulighed for at lade leverandøren af den ene kontrakt levere et fuldt signalsystem til det andet kontraktområde, såfremt en af de to leverandører ikke kan opfylde kontrakten og den derfor ophæves.

Det tredje instrument programmet kan anvende, er ophævelse af hele eller dele af kontrakterne. Dette kan kun gøres i tilfælde af væsentlig kontraktmisligholdelse fra leverandørens side, og såfremt leverandøren ikke inden for rimelig tid afhjælper manglen. Der eksisterer en række betingelser for, hvad der konstituerer misligholdelse, hvoraf den mest relevante er overskridelse af milepæle med 180 kalenderdage.

### **Bodsbestemmelser**

Alle tre infrastrukturkontrakter, S-bane, fjernbane Øst og Vest indeholder en række detaljerede bestemmelser om bod. På tværs af de tre kontrakter er fire typiske tilfælde, hvor bod kan opkræves:

- Forsinkelse af leverancer
- Forlængede sporspæringsperioder
- Manglende opfyldelse af serviceniveaumål

- Udskiftning af nøglemedarbejdere, mv.

På tværs af for S-banen og fjernbanen indeholder kontrakterne forskellige opgørelsesprincipper, men har det til fælles, at den samlede bod for overtrædelser maksimalt kan udgøre 20 pct. af programmets samlede betalinger for kontraktens ydelser.

Der er endnu ingen klar praksis for anvendelsen af bod, hvilket dog delvist skyldes, at programmet først for nyligt har ramt bodsbelagte milepæle, hvorfor praksis ikke kan antages at være fuldt etableret endnu.

### **Krav til prissætning/åbenhed**

De to kontrakter er underlagt faste priser, som er forhandlet ved kontraktindgåelse, for levering af de samlede systemer.

Tilsvarende prissætningspraksis gør sig gældende i tilfælde af ændringsanmodninger (Change Requests), som beskrevet tidligere.

Leverandøren er derudover forpligtet til årligt at undersøge, om de kan bidrage med nye og potentielle forbedringer til udførelsen af kontrakten og rapportere til dette til programorganisationen. Det er imidlertid uklart, hvordan denne bestemmelse forvaltes i praksis.

Ad-hoc opgaver afregnes efter timepriser med afsæt i timeestimat, mens kontrakterne for efterfølgende vedligeholdelse, support og servicering er fastsat ved en månedlig pris.

### **Incitamentsstruktur**

Der er ingen åbenbare uhensigtsmæssigheder i incitamentsstrukturen i kontrakterne. Dog eksisterer der, som i mange andre komplekse anlægskontrakter, et



incitament til for leverandøren i kritiske leverancetilfælde at diskutere ansvarsfordeling mellem leverandør og programmet, samt grænseflader til andre leverandører i programmet.

Dette forstærkes yderligere af Signalprogrammets begrænsede muligheder for at føre kontrol med rimeligheden af prissætning af ændringsarbejder, hvilket giver leverandøren motiv til at rejse diskussioner om, hvorvidt enkelte delleverancer indgår som del af den oprindelige kontrakt, eller hvorvidt den skal prissættes som en ændring.

#### 4.6 Kontrakterne for S-banen

S-bane kontrakten med Siemens deler de mest centrale karakteristika med de to infrastrukturkontrakter på fjernbanen og vil således ikke blive gennemgået separat.

En relevant forskel i forhold til fjernbane kontrakterne er, at S-bane kontrakten udover design, konstruktion og vedligeholdelse af signalsystem inklusiv it (VICOS/ROMAN) også omfatter ombordudstyr, jævnfør Tabel 4.1. S-bane kontrakten har således færre kontraktmæssige snitflader mod leverancer, der kan relateres til afhængigheder eller bindinger i andre kontrakter.

En central forskel er imidlertid observeret i forhold til projekternes anvendelse af bod og bonus. På S-bane projektet er bonussystemet anvendt. Det har fungeret således at Siemens ved opnåelse af milepæle har modtaget et engangsbeløb.

#### 4.7 Kontrakten for Onboard (ETCS)

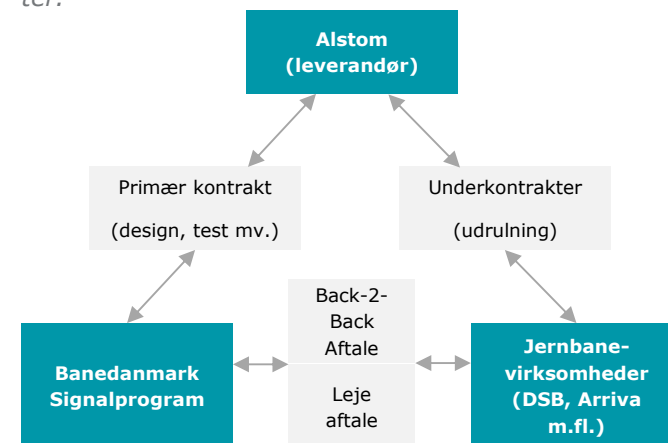
Kontrakten med Alstom omfatter design, fremstilling og vedligeholdelse af ETCS-system til rullende materiel på hele fjernbanen. Kontrakten er opdelt i syv faser, og i udrulningsfasen skal leverancen leveres via kontrakter direkte indgået med jernbanevirksomhederne (DSB, Arriva, Midtjyske og Nordjyske Jernbaner m.fl.), jævnfør Figur 4.2.

Ved kontraktindgåelse havde programmet mulighed for at vælge to installationspakker. Den pakke som programmet valgte betyder, at Alstom har det fulde ansvar for installation af ombordudstyret i jernbanevirksomhedernes tog. Den alternative installationspakke havde begrænset Alstoms ansvar til levering af hardware, hvorefter jernbanevirksomheder eller andre underleverandører selv ville have ansvar for installation. Såfremt man senere vælger at gå tilbage til en model hvor jernbanevirksomhederne selv forestår installationen, vil der være prisjusteringsmekanismer, som gør Alstoms udstyrsleverance dyrere.

Jernbanevirksomhederne har incitament til at efterspørge installation af udstyr i højeste kvalitet/fleksibilitet, og for hele deres togflåde, og har derudover også rettigheder til at opstille operationelle krav for installationsaktiviteterne, så disse berører deres drift mindst muligt (eksempelvis kræves det af DSB, at maksimalt to IC3 og/eller IC4 tog udstyres parallelt). Denne incitamentsstruktur vanskeliggør styring af installationsaktiviteterne fra Signalprogrammets side.

Derudover er der indgået aftaler omkring fremtidige udbud af togtrafikken fra 2020 og frem på store dele af strækningerne i Midt- og Vestjylland, hvor Arriva på nuværende tidspunkt udfører den offentlige service-

Figur 4.2. Onboard (ETCS) kontraktens delkomponenter.



Kilde: Signalprogrammet.

trafik. Det er en forudsætning for genudbuddet på nuværende tidspunkt udfører den offentlige servicetrafik (Arrivas nuværende kontrakt med virkning fra december 2020 at vinderen overtager de nuværende tog, som Arriva får installeret ETCS udstyr i regi af Signalprogrammet, så togene fortsat skal befærde linjerne.

Onboard-kontrakten er den primære afhængighed for de resterende leverancer i programmet, da signalsystemet ikke kan tages i anvendelse uden tog som har den samlede onboard udstyrspakke installeret.

Onboard-kontrakten er også afhængig af infrastrukturinfrastruktur vest/øst leverancer, fordi antallet af tog og togtyper, som skal modificeres, og rækkefølgen for modifikationerne, spiller sammen med tidsplanen for ibrugtagningen af ETCS på strækningerne.

### **Ændringsmuligheder**

Begge parter er efter kontraktens indgåelse berettiget til at anmode om ændringer, og leverandøren er forpligtet til at efterkomme programmets ændringsanmodninger, medmindre leverandøren kan dokumentere, at det er umuligt. Muligheden omfatter blandt andet fleksibilitet i forhold til antallet af tog og togtyper, hvor i onboard-løsningen installeres, hvilket er væsentligt, da skred i infrastrukturprojekternes tidsplaner kan gøre det nødvendigt at justere antallet af tog eller togtyper, som modificeres med ombordudstyret.

Programmet har mulighed for, med 12 måneders varsel, at opsiges leverandøren og kan derudover hæve kontrakten ved væsentlig misligholdelse. Programmet kan yderligere afgrænse ophævelsen til kun at omfatte en del af kontrakten/en separat opgave. Deloitte vurderer, [REDACTED]

[REDACTED] Signalprogrammet kan imidlertid overveje muligheden for at opsiges den del af kontrakten som omfatter installation af udstyret i togene, såfremt der kan findes gangbare alternative løsninger (eksempelvis ved at lade jernbanevirksomhederne selv forestå installationen i deres tog).

### **Bodsbestemmelser**

Bodsbestemmelserne er i overvejende grad lig de krav som er beskrevet for infrastruktur vest/øst kontrakterne, samt for S-banen. Dog indeholder kontrakten her også bodsbestemmelser i relation til aflyste kurser samt utilstrækkelig vedligeholdelse. Derudover anvendes også et bonussystem på denne kontrakt i form af engangsbeløb for kontraktens milepæle, som dog anvendes mere entydigt her end på Infrastruktur kontrakterne.

### **Krav til prissætning/åbenhed**

Den væsentligste forskel mellem infrastruktur kontrakterne og onboard-kontrakten i relation til prissætning, er, at antallet af leverancer ikke er blevet endeligt fastlagt ved kontraktindgåelsen i sidstnævnte. Det er alene fastlagt i designfasen samt i test og godkendelsesfasen. Alle endelige leverancer i udrulningsfasen, afhænger af de underkontrakter, som indgås mellem Alstom og de enkelte jernbanevirksomheder (DSB, Arriva, med flere).

For at imødekomme dette element i kontrakten, er der fastsat en prisreguleringsmekanisme, hvorefter priser på leverancer i udrulningsfasen kan blive reguleret ud fra den samlede mængde, der bestilles af jernbanevirksomhederne.

## Incitamentsstruktur

Incitamentsstrukturerne er meget lig infrastrukturkontrakterne for så vidt angår misligholdelsesbeføjelser og bodsregime.

Som beskrevet tidligere er der en række incitamentsrelaterede problematikker i forhold til installation af ombordudstyr i jernbanevirksomhedernes tog – både i forhold til fremtidige genudbud af togdriften og i kraft af at jernbanevirksomhederne ikke har noget umiddelbart incitament til at mindske kompleksiteten af Signalprogrammets opgave eksempelvis ved at mindske antallet af First of Class/serieinstallationer, lempe operationelle krav eller begrænsninger for installationerne med videre.

Jernbanegodsoperatører på fjernbanen, skal selv forestå finansieringen af ombordudstyret, ligesom de selv indgår kontrakter med Alstom eller andre leverandører om indkøb, installation med videre. Disse operatører har imidlertid muligheden for at indkøbe materiel under Signalprogrammets rammekontrakt, men vil således også være underlagt de førnævnte economies-of-scale dynamikker i prissætningen, såfremt Signalprogrammet ikke indkøber udstyr til mere end 400 tog.

## 4.8 Øvrige kontrakter

De øvrige fire kontrakter, som relaterer sig til ombord- og kommunikationsudstyr, samt en it-plattform for systemintegration. De er alle væsentligt mindre end de fire præsenterede og følgerigt mindre komplekse.

Som udgangspunkt er der tale om fast pris kontrakter med store muligheder for vederlagsfri justering af leverancerne fra programmets side. For eksempel har

Signalprogrammet indenfor GSM-R kontrakten retten til at udskyde store dele af leverancen uden ændringer i leverancevederlaget.

Bodsbestemmelserne for de fire kontrakter er mindre komplekse og relaterer sig som udgangspunkt kun til leveranceforsinkelser.

## 4.9 Status på kontraktstyringen

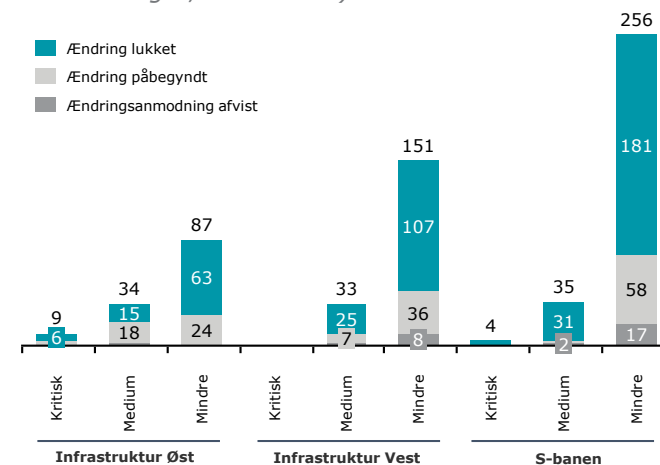
Det hidtidige styringsbehov har varieret markant på tværs af de primære kontrakter.

Variationerne skyldes flere faktorer, herunder hvilken fase leverancerne er i og uforudsete tekniske problemer forårsaget af enten Signalprogrammet eller leverandøren.

Der er flere instrumenter programmet har kunnet anvende til styring af kontrakterne. Det mest centrale af disse er anvendelse af bod og bonus. Kortlægningen har imidlertid klarlagt, at programmet hidtil ikke har anvendt kontrakternes bodsbestemmelser til fulde, specielt i relation til leverandørernes forsinkelser og personaleudskiftning. En rettesnor for kontraktstyringsbehovet kan ses i de foreløbige budgetoverskridelser som fremgår af Tabel 4.3 og antallet af ændringsanmodninger, som fremgår af Figur 4.3. Som beskrevet i kapitel 6, er de største overskridelser på henholdsvis kontrakten om bygherrerådgivning, onboard kontrakten og Infrastruktur øst.

Som Figur 4.3 også viser, er antallet af ændringsanmodningerne også varierende på tværs af kontrakterne. Ændringsanmodningerne er kategoriseret fra kritiske til mindre kritiske, alt efter hvor indgribende effekt ændringerne vurderes at have på programmets økonomi og tidsplan. S-bane kontrakten har således

Figur 4.3. Oversigt over ændringsanmodninger på de tre infrastrukturkontrakter, efter alvorlighed og resultat (antal anmodninger, 2012-2017).



Kilde: Signalprogrammet change logs per juni 2017.

Anm.: Change log for Onboard-kontrakten har ikke været tilgængelig for Deloitte ifm. reviewet. S-bane change log inkluderer også onboard delen af S-bane kontrakten, hvorfor sammenligneligheden på tværs af fjernbanen og S-bane kontrakterne er lille.

behandlet 256 mindre ændringsanmodninger og fire kritiske, mens Infrastruktur øst kun har håndteret 87 mindre, men ni kritiske. Omvendt ses ikke de store variationer i den samlede værdi af ændringsanmodningerne over tid, jævnfør Figur 4.4

Programmet har dog generelt ikke har gjort anvendelse af bod, på trods af forsinkelser på tværs af kontrakterne. Dette skyldes dog primært, at centrale bodsmilepæle ikke er nået. Dette opsummeres i Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Oversigt over styringsmæssige aktiviteter.

Kontrakt	Bod	Bonus	Anmodninger <sup>1</sup>	Afvigelse fra kontrakt <sup>2</sup>
	Antal, sum (mio. kr.)	Antal, sum (mio. kr.)	Antal	Pct.
Program Management	0	0	?	41
Infrastruktur vest	0 - ikke nået bodstermin	0	7	14
Infrastruktur øst	0 - ikke nået bodstermin	0	2	36
S-bane	14 (0)	1 (15)	6	2
Onboard	13 (advisering fremsendt til Alstom på [redacted] mio. kr.) <sup>3</sup>	0	7	36

Kilde: Signalprogrammet

Note <sup>1</sup>Ændringsanmodning med effekt på bodsregime

<sup>2</sup>Afvigelse i forhold til oprindelig kontrakt. Infrastruktur Øst indeholder også København-Ringsted.

<sup>3</sup>Se beskrivelse i kommissorium vedr. Kammeradvokatens udarbejdelse af notat om specifikke problemstillinger i relation til Onboard-kontrakten (dateret 10. juli 2017).

Dette kan have flere forskellige årsager. Den første er at programmets overordnede strategi for kontraktstyring har været at undgå tvister, hvorfor bod i mange tilfælde anses som værende sidste udvej. I nogle tilfælde vil det fra programmets side være en strategisk position, som skyldes at kontrakterne indeholder bodslofter (hhv. 15-20 pct. af den samlede kontraktsum). Kontraktstyringsmæssigt kan der således være menig i ikke at udtømme bodsmuligheden tidligt i projekters forløb, da det centrale styringsgreb således vil være væk. Signalprogrammet har for ikke at tabe retten til en bod varslet denne i de relevante tilfælde - primært i relation til leverandøren af ombordudstyr.

Der har i forlængelse af dette været en række ændringsanmodninger, som har udskudt de oprindelige bodsbelagte milepæle, hvilket medfører at nogle af leverancerne (herunder fjernbane vest og øst), endnu ikke har nået de primære bodsterminer. Kontrakterne har mellem 2 og 7 accepterede ændringsanmodninger, som har haft betydning for blandt andet bodsbelagte milepæle, og hvor ændringen således har medført justeringer i programmets overordnede tids- og eller leveranceplan.

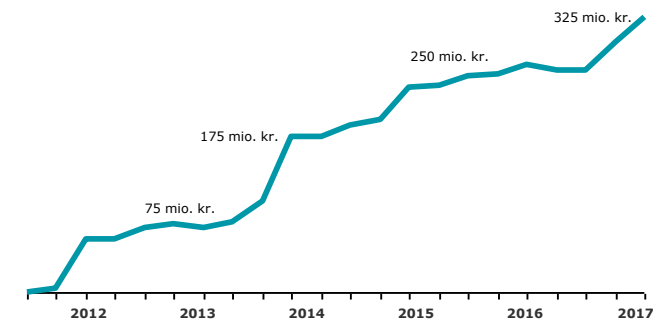
#### 4.10 Styringsmæssige løftestænger

Programmets nuværende kontrakter indeholder en række løftestænger som muligvis kan bidrage til øget robusthed og styrbarhed i programmet og samtidig understøtte en økonomisk optimering. Disse gennemgås enkeltvis på de følgende sider.

#### Strategisk anvendelse af ændringsmuligheder

Den fleksibilitet, som mange af de beskrevne kontrakter indeholder, kan muligvis understøtte en generel

Figur 4.4. Kumulativ værdi af ændringsanmodninger på de tre infrastrukturkontrakter, 2012-2017 (mio. kr., PL11).



Kilde: Signalprogrammet change logs per juni 2017.

Anm.: Change log for Onboard kontrakten har ikke været tilgængelig for Deloitte ifm. reviewet.

optimering af programmets økonomi og øge den samlede robusthed i tidsplanen. Anvendelsen af ændringsmulighederne kan antage flere former, gående fra små justeringer af delleverancer til udskiftning af leverandører, jævnfør Tabel 4.4.

Det mest oplagte instrument til styring gennem kontraktændringer er Change Requests (CR). Signalprogrammet kan anmode om ændringer i de oprindeligt indgåede aftaler (herunder reduktion af antallet af strækninger, reduktion af den tekniske kompleksitet mv.). Leverandørerne er kontraktuelt forpligtet til at

Tabel 4.4. Eksempler på Signalprogrammets muligheder for at ændre kontraktforhold.

Udsættelse eller reduktion af strækninger (F-bane kontrakterne)	Reduktion af teknisk kompleksitet (F-bane kontrakterne)	Tilbagekaldelse af tilvalgte optioner (F- og S-bane kontrakterne)	Reduktion af antal togtyper og tog (Onboard ETRMS kontrakten)
<p><b>Change Requests</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SP kan anmode om, at visse strækninger udgår af leverancen.</li> <li>Leverandøren <i>skal</i> acceptere anmodningen, med mindre den er umulig at opfylde.</li> <li>Prisen for ændringer fastsættes som en <i>fast pris</i> jf. enhedspriser.</li> <li>Leverandøren er derfor <i>ikke</i> berettiget til yderligere betaling og SP skal <i>ikke</i> betale erstatning for negativ kontraktinteresse.</li> </ul> <p><b>Delvis opsigelse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SP har ret til at opsigte del-leverancer (strækninger) når som helst og leverandørens vederlag reduceres jf. aftalte fast pris.</li> <li>Leverandøren er derudover berettiget til erstatning af ekstraomkostninger ved opsigelse.</li> </ul> <p><b>Forlængelse af frister</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SP har "unlimited extension right" ift. Tidsplanen.</li> <li>SP skal dække merudgifter som følge af forlængelsen, men <i>ikke</i> tabt fortjeneste.</li> </ul> <p><b>Udsættelse (suspension)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SP har ret til, efter drøftelse med leverandøren, at udsætte leverancer helt/delvist, hvorefter arbejdet stoppes.</li> <li>SP skal dække merudgifter som følge af udsættelsen, men <i>ikke</i> tabt fortjeneste.</li> </ul>	<p><b>Change Requests</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SP kan anmode om ændringer i antallet eller kompleksiteten af de planlagte overkørselsanlæg (fx fra Kat. 3 til Kat. 1) og/eller mængden af signaludstyr der installeres.</li> <li>Leverandøren <i>skal</i> acceptere anmodningen, med mindre den er umulig at opfylde.</li> <li>Prisen for ændringer fastsættes som en <i>fast pris</i> jf. enhedspriser.</li> <li>Leverandøren er derfor <i>ikke</i> berettiget til yderligere betaling og SP skal <i>ikke</i> betale erstatning for fortabt fortjeneste.</li> </ul> <p><b>Delvis opsigelse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SP har ret til at opsigte del-leverancer når som helst og leverandørens vederlag reduceres jf. fast pris for delleverancen.</li> <li>Leverandøren er derudover berettiget til erstatning af ekstraomkostninger ved opsigelse af delleverancer for overkørselsanlæg.</li> <li>Overkørselsanlæg defineres som en separat delleverance og kan derfor sandsynligvis opsiges. Det er ikke tilfældet for reduktioner i mængden af signaludstyr.</li> </ul>	<p><b>Change Requests</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SP kan ved en Change Request anmode om, at en kaldt option tilbagekaldes.</li> <li>Prisfastsættelsen følger allerede beskrevne fastprismekanismer.</li> </ul> <p><b>Delvis opsigelse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Det følger af kontrakterne, at kaldte optioner anses for del af leverancen efter kontrakten. Det vil således formentlig være muligt, at opsigte kontrakterne for så vidt angår samtlige eller enkelte optioner.</li> <li>Leverandøren er berettiget til erstatning af ekstraomkostninger ved tilbagekaldelse og opsigelse af optioner.</li> </ul>	<p><b>Leverancer omfattet af den primære Onboard kontrakt (Design kontrakten)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SP har ikke mulighed for at ændre leverancer pga. den fremskredne tidsplan.</li> </ul> <p><b>Leverancer afhængig af indgåelse af underkontrakter ("First of class" og serie)</b></p> <p><u>Forud for indgåelse af underkontrakter</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Operatøren (kunden) kan undlade at bestille leverancer til bestemte toptyper (First of Class) eller et antal togsæt i hver enkelt togtype (serie).</li> <li>Antallet af tog og togtyper vil afspejles i prisen pr. installation.</li> </ul> <p><u>Efter indgåelse af underkontrakter</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Operatøren kan annullere First of Class leverancer og serie leverancer.</li> <li>Leverandøren har ret til kompensation for dokumenterede tab, dog <i>ikke</i> tabt fortjeneste og/eller indirekte tab mv.</li> </ul>

Kilde: DLA Piper, Deloitte.

imødekomme sådanne anmodninger, hvis ikke de kan påvise at det vil være umuligt eller såfremt ændringen medfører, at leverandøren ikke kan overholde sine garantier.

Prisen vil storset altid bero på en forhandling mellem Signalprogrammet og leverandøren, men fastsættes som udgangspunkt som en fast pris, medmindre programmet anmoder om andet. Prissætningen skal tage udgangspunkt i de enhedspriser som leverandøren oprindeligt har tilbudt.

Når ændringen udregnes som en fast pris vil leverandøren ikke være berettiget til yderligere kompensation. Signalprogrammet vil derfor ikke skulle betale erstatning, som hvis delleverancer *opsiges, udsættes eller fristen for dem forlænges*, jævnfør Tabel 4.4 på siden før.

Såfremt programmet søger at gennemføre kontraktuelle ændringer, er det væsentligt at programmet fastlægger ændringens betydning for programmets og leverandørens fremadrettede retsstilling i forhold til at kunne anvende kontraktens misligholdelsesbeføjelser.

### **Systematisk brug af bodsbestemmelser**

Bods- og bonusbestemmelser er et centralt redskab til styring af leverandører og tidsplaner, og kortlægningen viser, at programmets kontrakter grundlæggende er hensigtsmæssigt sammensat i forhold til programmets muligheder for udstedelse af bod og bonus.

Som nævnt tidligere viser Tabel 4.3, at der per juni 2017 er en række ikke-advisede bodsbetalinger, på

tværs af kontrakterne. Derudover er antallet af ændringsanmodninger, som ændrer forhold i bodsbestemmelserne (eksempelvis ved udskydelse af bodsmilepæle), også anseeligt på tværs af de fire kontrakter.

Observationerne giver anledning til at se på om kontraktstyringen fremadrettet kan optimeres og ensrettes på tværs af projekterne for at øge programmets robusthed. Specifikt er systematisk anvendelse af bod og bonus en central forudsætning at sikre programmets robusthed fremadrettet.

Kammeradvokaten har tidligere understreget, at parternes ageren og praksis, samt sædvaner og kutymmer, der introduceres undervejs, kan have stor betydning for parternes retsstilling i længerevarende kontraktforhold<sup>21</sup>. Manglende håndhævelse af eksempelvis bodsbestemmelse vurderes at medføre en risiko for at bestemmelserne over tid reelt bliver værdiløse, da leverandører vil kunne støtte ret på programmets tidligere fortolkninger af bestemmelserne.

Signalprogrammet er af den opfattelse, at bod ofte reelt vil være forsinkende, men denne risiko bør vejes op imod muligheden for økonomisk kompensation for store tab som følge af forsinkelser.

### **4.11 Styringsmæssige bindinger**

De beskrevne løftestænger kan ikke uden videre indfries, da kontrakterne ligeledes indeholder en række bindinger. Bindingerne bidrager til fastholdelse af de

<sup>21</sup> Kammeradvokaten (9/5/2017): "Notat om Banedanmarks aktuelle retsstilling i forhold til F-bane Infrastructure East kontrakten".

styringsmæssige udfordringer, som programmet oplever, og er i vid udstrækning typiske bindinger på kontrakter af denne karakter.

### **Høje omkostninger og tidsmæssige risici ved ændringsanmodninger**

En af de primære bindinger for udnyttelse af ændringsanmodninger til at justere omfanget af og tidsplanen for leverancer og delleverancer, er at Signalprogrammet har pligt til at godtgøre de udgifter, som leverandøren allerede måtte have afholdt. Dette kan være udviklingsomkostninger, omkostninger til softwareudvikling mv. Ændringer i leverancer kan således indebære betydelige alternativomkostninger bundet i de kontraktlige forpligtelser.

Derudover indebærer en ændringsanmodning ligeledes en forhandling med leverandørerne, som skaber risiko for forsinkelser. Såfremt forhandlingen ikke medfører nogen umiddelbar enighed, vil det ultimative resultat være en voldgiftssag, som forventeligt medfører betragtelige omkostninger og forsinkelser.

### **Eksogene leveranceafhængigheder**

Som beskrevet tidligere er kontrakterne gensidigt afhængige. Således vil ændringer i scope for en leverance ofte medføre afledte økonomiske omkostninger for andre leverandører. Programmet er forpligtet, jævnfør den multiple leverandør strategi, at godtgøre leverandører, som forvoldes afledte meromkostninger, forårsaget af kontraktændringer, som skyldes programmet selv.

### **Hidtidig praksis for bod**

Som beskrevet tidligere kan en ændring af programets praksis for bodshåndhævelse lede til uoverensstemmelser mellem programmet og leverandører. Det

vurderes, [REDACTED]

[REDACTED] Som beskrevet tidligere, vil leverandører i længerevarende kontraktforhold kunne støtte ret på tidligere praksis og opstået kutyme. [REDACTED]

### **Svage dokumentationsbestemmelser**

Leverandørernes forpligtelse til at levere dokumentation er beskrevet i kontrakterne, men som beskrevet tidligere indeholder kontrakterne ikke ret udførlige krav til indholdet eller formen på dokumentationen.

Programmet har oplevet en række styringsproblemer, der er opstået, grundet manglende overensstemmelse i dokumentationspraksis mellem leverandører og afdelinger af dokumentationen (henholdsvis Signalprogrammet, Banedanmarks divisioner samt Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen).

Kontraktuelt er der imidlertid bindinger i forhold til hvor store krav programmet kan stille til leverandørerne i forhold til formen og indholdet af den leverede dokumentation. Derfor er det også observeret, at anmodninger til leverandørerne medfører krav om ekstra betaling.

## 5 Organisering

Signalprogrammets organisering bærer præg af en decentral ledelsesstruktur, hvilket har bidraget til en kompleks sammensætning af tekniske og operationelle projekter, som i enkelte tilfælde er under ledelse af eksterne konsulenter.

Programorganisationen har ansvaret for at levere den samlede signalløsning. Dette indebærer styring af leverandører og leverancer, gennemførelse af centrale processer som for eksempel test-, godkendelses- og udrulningsprocesser og styring af tidsplaner, økonomi og risici. Hertil kommer koordination med øvrige divisioner i Banedanmark og jernbanevirksomhederne.

Signalprogrammets organisation har gennem Deloitte review været under udvikling og en række tiltag er gennemført og andre er under implementering. Nærværende rapport beskriver programorganisationen som den så ud ved reviewets begyndelse.

I det følgende præsenteres programorganisationens organisering, bemanning, styringsorganer og snitflader til andre myndigheder og aktører.

### 5.1 Overblik

Programorganisationen er oprettet som en selvstændig enhed i Banedanmark forankret i et programmeboard, der består af programdirektionen og Banedanmarks direktion. Signalprogrammet fungerer som egen division og har egen økonomienhed, juridisk enhed, sekretariat, mv.

Dette indebærer, at programmet selv træffer beslutning om organisering og tilrettelæggelse af den interne styring. Programmet skal dog efterleve de samme regler, principper og politikker, som resten af Banedanmark.

Forud for replanlægningen i 2016 fik programmet en ny ledelse, der udover replanlægningen, blandt andet har tilpasset programmets styring og organisering. Denne proces er fortsat frem til sommeren 2017, hvor det nye ledelsesteam blev fastlagt. Der er endvidere et øget fokus på, at binde programorganisationen tættere til resten af Banedanmark, herunder ved en øget integration med Teknikdivisionen og overdragelse af styringsopgaver, herunder særligt økonomistyringen til Banedanmarks centrale økonomienhed.

### 5.2 Programorganisation

Siden maj 2017 har programmet overordnet set været organiseret i to områder: Programme Management



og Operation Management. Programmet har derudover en række mindre supportfunktioner, som vist øverst i organisationsdiagrammet, jævnfør Figur 5.1.

Under Programme Management og Operation Management findes i alt 12 projekter og discipliner. Hvert af projekterne består af en selvstændig Project Management funktion (PMO), som blandt andet varetager planlægning og økonomistyring i det enkelte projekt.

Det er projektlederne i de enkelte projekter, der har indflydelse på projektorganiseringen. Dette indebærer, at de enkelte projekter er forskelligt organiseret.

## Programme Management

Projekterne under Programme Management er:

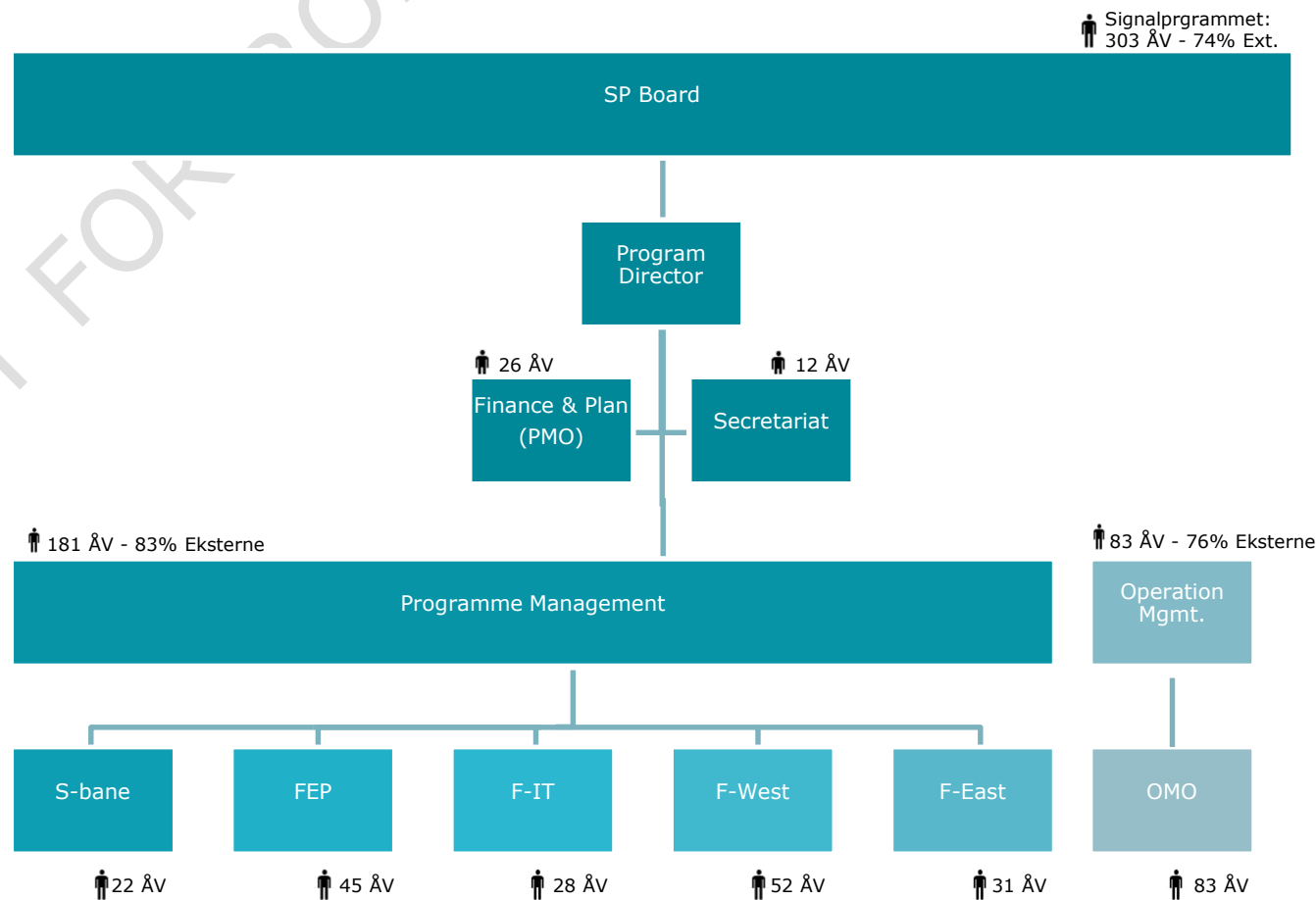
- Fjernbane øst
- Fjernbane vest
- S-bane
- F-IT
- FEP (Onboard)

Projekterne for fjernbane øst og vest samt S-bane har ansvar for at levere de tre store infrastrukturprojekter. Overordnet set følger organiseringen af disse projekter de tre projektfaser: Udvikling og design, test og afprøvning samt udrulning. Fordelingen af opgaver på tværs af projektenheder varierer imidlertid på tværs af de tre projekter. Ét projekt har således en enhed målrettet sikkerhed, et andet målrettet systemintegration og et tredje test- og afprøvningsstrækninger, jævnfør det udfoldede organisationsdiagram i bilag A.

Projektet F-rail Enabling Project (FEP) er en sammenlægning af de tidligere selvstændige projekter med ansvar for ombordudstyr og telekommunikation. Telekommunikation er senest flyttet over til Banedanmark

Teknik. Efter denne tilpasning af opgaveporteføljen er FEP-projektets primære opgaver derfor nu installation af udstyr i tog, godkendelse af design, proces for ind-

Figur 5.1. Signalprogrammet organisering og årsværksforbrug.



Kilde: Deloitte pba. Signalprogrammets organisationsdiagram.

bygning (værksteder mv.), godkendelse til ibrugtagning, deltagelse i test, vedligeholdelse af ombordudstyr og ændring af it-systemer.

F-IT-projektet benævnes også FIT-TMS og har til opgave at sikre interfaces mellem it-systemerne samt implementere Traffic Management System (TMS). Kapitel 2 beskriver de tekniske specifikationer i yderligere detaljer.

## Operation Management

Operation Management (OM) er organiseret i følgende enheder:

- Engineering and Installations
- Test & Integration
- Joint Test Lab (JTL)
- Safety
- Quality and Processes
- Training

Dertil kommer to supportfunktioner i Operation Management, som omfatter Operations Management Office (OMO) og Transition.

Operation Managements primære opgaver er:

- Sikre at Signalprogrammet anvender solide og ensartede processer
- Sikre programmets integration gennem arbejdet med primært test, jernbanesikkerhed, installationer, engineering og uddannelse
- Sikre, at de øvrige divisioner i Banedanmark er operationelt parate i forhold til den nye signalløsning (transition).

Opgaverne omfatter derfor udarbejdelse af proces- og kravbeskrivelser for test, jernbanesikkerhed, installation, transition og dokumentation, med henblik på

ensartet håndtering på tværs af de tekniske projekter. Dertil kommer opgaver omkring koordinering og efterlevelse af krav og ønsker fra Banedanmarks divisioner, Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen samt jernbaneverkssomhederne.

Succeskriteriet for projekterne i Operation Management er derfor i vidt omfang, at de tekniske projekter opnår godkendelser af systemer, installationer, dokumentation mv. baseret på procesbeskrivelserne.

I *Operation Management Office* (OMO) varetages den koordinerende opgave på tværs af enhederne i OM. Endvidere assisteres med rapportering fra enhederne og ikke mindst opsamling af identificerede risici.

Enheden *Engineering and Installations* varetager ingeniøropgaver, der knytter sig til den samlede løsningsarkitektur for Signalprogrammet. Derfor varetager denne enhed rollen som tredjepartskordinator mellem projekterne F-Vest og F-Øst og Banedanmarks afdelinger for risikoledeelse og faglig ledelse (henholdsvis Kvalitet og Sikkerhed samt Faglig Ledelse i Banedanmark) i forbindelse med installationer på strækningerne.

Fra design af udrulningen til gennemførelse af installationsfasen skal denne enhed supportere projektlederne på fjernbanen og S-banen. Deres primære opgave er at oversætte tekniske krav og standarder fra Banedanmark til projektlederne.

Enheden for *Test & Integration* omfatter i den seneste organisering de kommende kommissioneringsteams, som er ansvarlige for "customer testing", testkørsel og "rehearsal commissioning".

En central del af opgaven omkring test og integration omfatter test af selve systemernes integration. Opgaverne omfatter planlægning såvel som udførelse af aktiviteter med ansvar for, at systemerne integrerer, og at mandskabet er trænet og klart til at indgå i test aktiviteterne.

*Joint Test Lab* er ansvarlige for test lab facility og test. En del af opgaven omfatter opsamling af testresultater for på baggrund af antal gennemførte. På baggrund af fejlslagene fastsætter enheden en realistisk plan for Custom System Integration (CSI).

Enheden *Safety* assisterer projekterne med udarbejdelse af safety cases for projekterne. For at projekterne kan opnå mulighed for testkørsel, skal der foreligge en Trial Running-godkendelse, hvilket omfatter en safety case. Endelig skal projekterne sikre etablering af den endelige safety case, inden de kan opnå den endelige APIS<sup>22</sup>-godkendelse krævet før kommissionering.

Enheden for *Transition* arbejder på alle processer, som indgår efter kommissionering. Transition er derfor central i forhold til samarbejde og koordinering med Banedanmark, for at sikre at Signalprogrammet kan vurderes som driftsmæssigt klar ved overdragelsen.

Som en del af Operation Management ligger også projektet *Training*, som vedrører uddannelse af personale i alle nye standarder og operationelle regler. Training skal uddanne personale i de nye "færdselsregler", der træder i kraft med det nye signalsystem. Dette skal koordineres tæt med leverandørerne Siemens, Thales,

Strukton og Alstom, idet disse står for at levere og sikre opkvalificering af trafikledere og lokofører i betjening af de nye systemer.

Ligesom for de øvrige projekter under Operation Management er Trainings aktivitetsplan derfor i høj grad afhængig af koordinering med de tekniske projekters tidsplaner under Program Management for at kunne levere uddannet personel til både test og afprøvningsfasen samt udrulning. Når den nye signalløsning er i drift forventes aktiviteterne i Training at overgå til Banedanmarks øvrige divisioner og blive en del af den almindelige drift og vedligehold af jernbanen.

Enheden *Quality and Processes* omfatter både SPOR20 og projektet The Factory. SPOR20 omhandler trafikale regler, hvilket stort set er fastlagt for det nye signalsystem og derfor kun omfatter begrænsede opgaver og ressourceforbrug fremover.

Som en del af Operation Management er der igangsat et Factory-projekt. Formålet med projektet er, at etablere et overblik over processer, roller- og ansvarsfordelingen i udrulninger (End-to-end responsibility), etablering af værktøjer for projekterne og udarbejde skabelon for planlægning af kommissionering for projekterne.

Derudover vil en del af projektet omfatte migrationen fra Signalprogrammets nuværende risikoledelesssystem (QMS) til Banedanmarks risikoledelesssystem

---

<sup>22</sup> APIS står for Authorization for Placing Into Service.

(Tracé) med henblik på at kunne eliminere den nuværende tredjepartsproces<sup>23</sup>. Dermed vil Signalprogrammet fremover kunne indgå i den samme sikkerhedsgodkendelsesproces, som Banedanmarks øvrige divisioner. Dermed opnår Signalprogrammet en bedre integration med Banedanmark, hvilket forventeligt kan reducere omfanget af udfordringer omkring konvertering og lagring af dokumentation mellem flere systemer.

### Programmets supportfunktioner

Programmets supportfunktioner består af enhederne Legal, Planning, Documentation, Finance og Sekretariat.

Finance og Planning, som omfatter områderne Legal, Planning, Documentation og Finance, har til opgave at indsamle information og dokumentation fra projekterne, for at kunne sikre en effektiv planlægning af aktiviteter og milepælsbetalinger til leverandørerne samtidig med, at den centrale enhed for Finance har ansvaret for programmets økonomifølgning og styring af reserver.

Hertil kommer støtte til programmets overordnede beslutningsorgan – SP Programme Group – i forbindelse med indgåelse af aftaler med jernbanevirksomhederne og juridisk vurdering af ændringsanmodninger mv.

Sekretariatet er en selvstændig enhed på programniveau, som varetager programmets betjening af de-

partementet og det politiske system, kommunikationsopgaver samt støtte til programmets ledelse, projekter og discipliner.

### Programorganisationens udvikling

Siden re-planlægningen har programmets organisation undergået adskillige justeringer.

Programmet etablerede således i maj 2017 en ny enhed – Operation Management – som erstatter det tidligere Engineering Management Office. Formålet med denne reorganisering har blandt andet været, at tydeliggøre de tekniske projekters ansvar for at levere vel fungerende signalløsninger, mens Operation Management har ansvar for at understøtte effektive godkendelser og forberede transitionen til den ny signalløsning.

Endvidere har programmet oprettet enheden Documentation i 2017, som består af programmets kvalitetschef og den centrale dokumenthåndteringsenhed. Enheden blev oprettet i 2017 som en del af det tværgående supportteam efter nedlæggelse af programmets PMO-funktion.

Programmet har derudover etableret en funktion med titlen Commissioning Management (udrulning), som er en ny rolle der er ansvarlig for en bestemt udrulningsstrækning frem til idriftsættelse, og som dermed ligeledes skal sikre koordinering med de øvrige aktiviteter frem mod idriftsættelse.

Den nye organisering i OM har endnu ikke haft en effekt på allokering af ressourcer, hvorfor justeringerne

---

<sup>23</sup> Benævnelsen af Signalprogrammet som 3. part benyttes som forklaring af Signalprogrammets partsplacering i forhold til Trafik-,

Bygge- og Boligstyrelsen (1. part) og Banedanmark (2. part) i forbindelse med godkendelser.

indebærer, at præsentationen af programmets be-  
manding i afsnit 5.4 ikke til fulde afspejler den ny or-  
ganisering.

### 5.3 Programmets beslutningsorganer

Programmet består af række forskellige beslutnings-  
organer.

Signalprogrammet rapporterer til programmets over-  
ordnede beslutningsorgan Signalprogrammets Board  
(SP Board).

Udover de interne styregrupper indgår programmet  
endvidere i eksterne styregrupper med leverandører  
og jernbanevirksomhederne.

Figur 5.2 viser overblik over programmets styregrup-  
per.

#### Programmets overordnede beslutningsorgan – SP Programme Board

Som en del af projektstyringen har programorganisa-  
tionen et overordnet board, Programme Board. Pro-  
gramme Board er det øverste beslutningsorgan i pro-  
grammet og består af Banedanmarks direktion og  
programmets ledelse. Programme Board mødes på  
månedlig basis, hvor der følges op på månedlige sta-  
tusrapporter, og centrale beslutnings- og informati-  
onssager behandles.

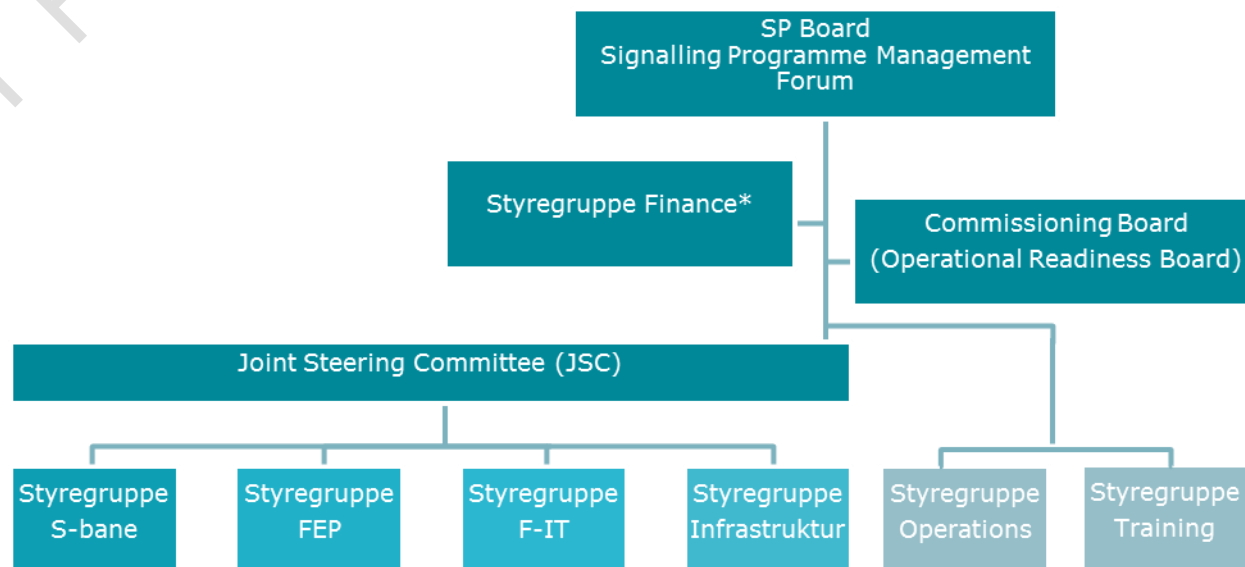
Programme Board modtager en samlet rapport fra  
Signalprogrammet, som primært indeholder en må-  
nedlig rapportering om tid, økonomi, risici og frem-  
drift samt egentlige indstillinger til beslutning.

#### Projekternes styregrupper

De fem styregrupper under Programme Management  
består af styregrupperne i projekterne S-banen, Infra-  
struktur øst og vest, FEP og F-IT. Disse styregrupper  
er teknisk orienterede og håndterer således alle for-  
hold vedrørende signalløsningen.

Under Operation Management er der en styregruppe  
for Operations samt Training. Disse styregrupper er  
primært fokuseret på tværgående processer, herun-  
der fremdrift, processer, værktøjer og træning.

Figur 5.2. Signalprogrammets styregrupper.



Anm.: JSC Styregrupper består af JSC Als mellem Alstom og Onboard, JSC TS mellem Thales-Strukton og F-Vest, JSC Als mellem Alstom og F-Øst, JSC Sie mellem Siemens og S-bane.

\*Styregruppen Finance inkluderer også Contract Management og Planning.

## Styregrupper med leverandører

Den konkrete koordinering og styring af leverandører foretages på Joint Steering Committee (JSC) møder, hvor leverandørerne og projektlederne i fællesskab får mulighed for at præsentere fremdrift og fremlægge eventuelle udfordringer i forhold til den enkelte kontrakt. Her deltager projektchefer, leverandører og programdirektøren.

## Commissioning Board

Inden idriftsættelse af strækninger skal programmet gennemgå en række procedurer, som sikrer, at anlægget er klar til idriftsættelse. Programmet nedsætter derfor ca. et år før ibrugtagning et Commissioning Board, der har til opgave at håndtere alle forhold vedrørende idriftsættelse af den enkelte strækning, og som også står for at foretage den endelige godkendelse af idriftsættelse. Commissioning Boardet har således en central rolle i at understøtte transitionen til drift. I Commissioning Boardet sidder projektcheferne, medarbejdere fra operations og de driftsansvarlige. Endvidere deltager jernbanevirksomhederne.

## Håndtering af ændringer til kontrakter

En væsentlig del af programstyringen understøttes af processer omkring ændringsanmodninger, contract management og planlægning.

Både leverandører og programmet kan initiere ændringsanmodninger til kontrakterne – såkaldte change requests.

Det besluttende organ i forhold til change requests er programmets CCB (Central Change Board). CCB består af programmets Program Manager, Operation Manager, Chief Engineering Manager og Contract Manager. Boardets ansvar er at indstille til godkendelse af

de foreliggende ændringsanmodninger. Ændringsanmodninger besluttet formelt på projekternes styregruppe eller i Programme Board afhængig af størrelse og konsekvens for programmet og tidsplan.

CBB mødes månedligt til behandling af change requests. Dog eksisterer der en fast track proces til change requests, som skal håndteres med kort varsel. Boardet skal sikre, at der er dokumentation for samt godkendelse af alle changes. Endvidere skal boardet sikre, at ændringer reflekteres i alle berørte projekter, og projekternes tidsplaner opdateres.

Projektlederne i programmet kan indstille change requests til boardet. Alle changes på op til 1 mio. kr. kan projektlederen selv disponere. Programmets ledelsesteam kan godkende changes på op til 20 mio. kr. Såfremt der er tale om større ændringsanmodninger, kaldet signifikante ændringer, eskaleres den enkelte change til SP Programme boardet.

I tilfælde af mere omfangsrige ændringer, igangsættes "særlige analyser". Dette kan eksempelvis være affødt af ændringer i tidsplaner eller signifikante ændringer i design i projektet. Disse særlige analyser involverer Kammeradvokaten.

## Kontraktstyring

Kontraktstyring i programmet varetages på to niveauer. Programmet har en central kontraktstyringsenhed, som samarbejder med programmets juridiske enhed. Den centrale kontraktstyringsenhed er placeret i den centrale programfunktion og projekterne referer til denne enhed. På det decentrale niveau er det projekterne, som varetager kontraktstyringen for deres respektive leverandører.

Formålet med en central kontraktstyrings-funktion i programledelsen er at sikre en ensartet behandling af ændringsanmodningerne samt sikre overdragelse af kontrakter til Banedanmark Teknik efter programmets afslutning.

Den centrale kontraktstyringsenhed i programmet står for den daglige håndtering af forhold vedrørende kontrakterne. De primære opgaver består af i at formulere programmets retningslinjer og procedurer indenfor kontraktstyring (Governance), håndtering af kontraktmæssige ændringer (Change requests) og krav (claims).

Derudover udarbejder programmets kontraktmanager overblik over projekternes årshjul med tilhørende betalingsplaner, ligesom kontraktholderen varetager opfølgning på kontraktuelle baselines. Opfølgningen på kontraktuelle baselines<sup>24</sup> sker på årsbasis, som et samarbejde mellem projekterne og økonomienheden i forhold til at sikre opfølgning på kredit, forsikringer og garantier.

Den nuværende kontraktmanager i programmet benytter ikke fuld tid på opgaven. Afhængigt af mødeomfanget benyttes 50-75 procent af tiden på kontraktstyring og koordinering med projekterne mens den resterende tid anvendes til Program Planning (25-50 procent af tiden). Den centrale kontraktholder varetager også rollen som kontraktholder for Operations. Dette skal ses som kontrast til de øvrige projekter i programmet, som har deres egen kontraktholder.

Frem til nu har en stor del af arbejdet i den centrale kontraktmanagerrolle omfattet behandlingen af

change requests til projekternes kontrakter. Senest har programmet ønsket at få et større fokus på at etablere en ensartet kontraktstyring for at sikre en øget kontrol med kontrakterne igennem projekternes kontraktholdere. Dette vil kræve at kontraktmanagerne i projekterne i højere grad forventes at arbejde efter samme principper og processer. Dokumentet som beskriver de nye processer er dog fortsat under udarbejdelse, og er ikke indgået i reviewet.

### Kontraktstyring i projekterne

Den decentrale kontraktstyring i projekterne har til formål at sikre en stringent og retlig forvaltning af leverandørkontrakterne. Kontraktstyringen skal ifølge kontrakterne ske i tæt dialog med leverandørerne.

Kontraktstyringen i projekterne tager udgangspunkt i programmets proces for indrapportering af kontraktmæssige ændringer og claims. Projekternes risikomanagere vedligeholder risikoregistre til at logge risici i projekterne. Såfremt en risiko materialiseres kategoriseres den som et issue og kontraktholderne inddrages.

*Tabel 5.1: Early warnings og Change requests i projekterne*

Kontrakt		Øst	Vest	Onboard	S-bane
Early warnings	Åben	45	16	7	11
	Total	148	105	77	-
Change Requests	Åben	43	79	16	43
	Total	141	203	86	-

vil også indeholde de kontraktuelle ændringer aftalt siden kontraktindgåelse.

<sup>24</sup> Kontraktuel baseline fastsættes i samarbejde med leverandøren, som en status på det kommende arbejde i forhold til kontrakten. Den

Et issue kan blive en "early warning", hvilket kræver at kontraktholderen i projektet indhenter mere information omkring emnet. Denne opgave betegnes som "Request for information". Såfremt en "early warning" indtræder bliver den kategoriseret som et krav (claim). De fleste claims leder til en kontraktmæssig ændring.

Kontraktholderne i projekterne mødes med den centrale kontraktmanager i programmet på ugentlig basis. På disse møder medbringer projekterne information omkring nye change requests eller claims.

Projekterne er forpligtet til at involvere den centrale kontraktstyringsenhed, når emnet bliver til et krav (claim). Herefter følges processen for krav og kontraktmæssige ændringer ved involvering af CCB.

Projekterne har således ikke pligt til at inddrage eller informere andre projekter eller programmet omkring "early warnings". Information og viden omkring åbne "early warnings" deles ikke nødvendigvis på tværs, på trods af at de tekniske projekter i nogen grad kan påvirke hinanden eller opleve samme udfordringer.

### **Samarbejde med leverandørerne**

Disciplinen i kontraktstyringen og samarbejdet med leverandørerne i projekterne varierer fra projekt til projekt.

Særligt i forhold til Onboard kontrakten har kontraktstyringen og samarbejde med leverandøren udviklet sig negativt. Programmet har på nuværende tidspunkt sendt varselsbrev til Alstom om opkrævning af bodsbeløb på tilsammen over ■ mio. kr.

Kontraktholderne på S-bane og fjernbane Øst og Vest har samarbejder med deres respektive leverandører,

Siemens, Alstom og Thales, hvor samarbejdet vurderes at fungere rimeligt.

### **Sammenhæng til risikostyring og cost-to-complete**

For at imødekomme udfordringerne vedrørende tværgående information har programmet udtrykt ønske om at indføre en mere stram kontraktstyringspraksis, som understøtter samarbejde og fælles kommunikation.

Endvidere har programmet planer om at centralisere betalingsplanerne for projekterne (Master Project Schedules) for at sikre et bedre overblik over milepæle, tilhørende betalinger og udbetaling af bod/bonus. Opgaven forventes at kræve et tæt samarbejde med Finance, som skal varetage ansvaret for opfølgning.

Integrationen af planer og betalinger hænger tæt sammen med integrationen mellem risikostyring, kontraktstyring og betalinger. Dette har indtil nu ikke været praktiseret men kortlægningen viser at der pågår overvejelser omkring mulighederne ved at bruge det eksisterende budgetsystem til at omfatte risiko- og betalingsstyring.

### **Risikostyring**

Risikostyring er et krav for projekterne i programmet og projekterne har praktiseret risikostyring siden opstart omkring 2007/2008.



Kravet står ligeledes beskrevet i ny anlægsbudgetterings "banenotat"<sup>25</sup>. Kortlægningen viser dog, at programmet har gennemlevet en periode fra 2016-2017, hvor der ikke har været fokus på risikostyring på programniveau.

For at sikre en mere stringent risikostyring og øget fokus på denne disciplin har programledelsen i starten af 2017 ansat to nye risikomanagere på programniveau til at varetage den koordinerende rolle af risikostyringen i programmet på tværs af projekterne.

De primære opgaver for risikomanagerne på programniveau er at fastsætte risikostyringsstrategien overfor projekterne, koordinere risikostyringen på tværs af projekterne og sikre, at der eksisterer en fast proces for eskalering af risici i programmet samt at denne efterleves.

For at understøtte dette arbejde har programmet beskrevet praksis for risikostyring i en risikostyringsstrategi. Den første risikostyringsstrategi blev udarbejdet i 2007 og senere revideret i 2013, hvor programmet samlede en mere overordnet strategi. I 2017 vurderede den nye ledelse i Signalprogrammet, at den tidligere version ikke havde en tilstrækkelig beskrivelse af, hvordan projekterne skulle estimere risiko.

Den nyeste risikostrategi skal derfor søge at imødekomme en bedre beskrivelse af hvordan projekterne estimerer og kvantificerer risici. Strategien er senest omskrevet i foråret 2017, og risikostyringen baseres nu på MOST-principperne<sup>26</sup> ligesom strategien baseres

på PRINCE2 og der er hentet inspiration fra Ny anlægsbudgettering.

Foruden et ønske om at sikre en tilstrækkelig beskrivelse af risikoestimering har formålet med opstillingen af den nye strategi været, at imødekomme den operationelle fase i programmet, idet den tidligere strategi i højere grad understøttede et projekt i design- og udviklingsfasen.

Den seneste risikostyringsstrategi er netop godkendt af programmets ledelse i juni 2017 og projekterne forventes at blive præsenteret for strategien i løbet af august 2017. Herefter planlægger programmet at starte implementeringen af den nye strategi, hvilket skal ske igennem en række workshops for risikomanagerne i projekterne, projektlederne og de øvrige projektdeltagere.

På grund af det begrænsede fokus på risikostyring over en periode fra 2016-2017, har risikoregistrene indeholdt risici helt tilbage fra 2007. Det begrænsede fokus skal blandt andet ses i sammenhæng med at programmet har gennemført en replanlægning i 2016. En del af det forestående arbejde med implementeringen af den nye risikostrategi derfor omhandler oprydning i de forældede risikolister.

Samtidig arbejder programmet på at etablere en fælles sprogbrug omkring risiko, således at tekst og beskrivelser bliver mere sigende, præcise og ensartede. Som en del af denne opretning arbejdes der ligeledes med projekternes forståelse af årsag, hvilket hidtil

<sup>25</sup> <https://www.trm.dk/da/ministeriet/ny-anlaegsbudgettering>.

<sup>26</sup> MOST-principperne beskriver Mission for Risk Management, the Objectives for Risk Management, Strategy, what to do in Risk Management and, Tactics, what to do in Risk Management, jævnfør Signalprogrammets Risk Management Strategy version 3.3.

heller ikke har været registreret på ensartet vis i programmet.

## Risikomanagement i projekterne

Alle de tekniske projekter har en risikomanager, hvis primære opgave er at indsamle og registrere risici i programmets risikostyringsystem RamRisk. Projekterne risikomanagers kan oprette risici i RamRisk som "open risk". Risikoen skal dog godkendes af projektlederen før risikoen defineres som "new risk". Herefter kan programmets risikomanagers godkende risikoen som "approved risk".

Enhver risiko knyttes til en risikoejer, som typisk er en af projektets tekniske ressourcer og ofte en af lederne indenfor hver af de faglige discipliner, en såkaldt disciplin lead. I nogle tilfælde kan projektlederen også være risikoansvarlig for risici, som vedrører hele hans/hendes projekt.

Det er risikoejerens ansvar at estimere og kvantificere risikoen samt levere dokumentation for de kvantitative effekter af både risikoen og de mitigerende tiltag, som eventuelt også kan have en kvantitativ effekt.

Risikoestimer skal dokumenteres i RamRisk, hvor programmet dog ikke indrapporterer kvantitative effekter i en struktureret form. I stedet registreres disse ofte i noter, som udgør et fritekstfelt i systemet. Deloitte erfarer at der ikke har været praksis for at omkostningsestimere de mitigerende handlinger, ligesom der kun i begrænset omfang eksisterer risici med tilhørende omkostninger i projekternes risikolog.

## Samarbejdet med leverandørerne om risikostyring

Risikostyringsdisciplinen er også pålagt leverandørerne. Derfor gælder programmets risikostyringsstrategi også for projekternes leverandører, som beskrevet i kontrakternes appendiks 16. Her beskrives, hvordan leverandøren er forpligtet til at registrere risici, og at disse registreringen skal ske i samme system som anvendt i programmet, RamRisk.

Tilsvarende projekterne har leverandøren ligeledes pligt til at dokumentere pris og effekt af eventuelt mitigerende handlinger. Deloitte erfarer, at dette ikke har været håndhævet og programmet arbejder derfor fortsat med at implementere overfor leverandørerne.

## Samarbejde på tværs

Samarbejdet mellem projekterne og programmet skal sikre at risici overvåges og håndteres. Der er derfor fastlagt et månedligt møde mellem programmets risikomanagere og projekterne med formål at sikre, at nye risici evalueres. Hvis der ikke er nogen nye risici, så afholdes mødet ikke.

Leverandørens risici behandles ligeledes på de planlagte månedlige møder. Denne proces er indsat for at sikre, at projektets risikomanager og projektleder indgår i en koordinerende proces med leverandøren omkring identifikation og styring af risici.

Såfremt en risiko eller en mitigerende handling godkendes af programmets risikomanagere overgår risikoen til at blive en aktivitet. Herefter følges processen for change requests, som beskrevet under afsnittet om contract management.

## Sammenhæng til kontraktstyring og cost-to-complete

Foruden sammenhængen mellem risikostyring og change request er der også en tæt sammenhæng mellem risikostyring og den finansielle styring. Kortlægningen viser, at der på nuværende tidspunkt ikke eksisterer en sammenhæng mellem de estimerede (kvantificerede) risici, change requests og cost-to-complete.

Interview med risikomanagere viser ligeledes, at der har været manglende opfølgning på registrerede risici eller mitigerende indsatser og derfor har økonomien i programmet ikke medtaget identificerede risici i budgetter og cost-to-complete.

Programmet er opmærksomme på dette og ønsker at kunne fastlægge principper for, hvordan estimererne skal reflekteres i cost-to-complete fremover, for at sikre en bedre integration mellem risikostyring og den finansielle styring af programmet.

## Planning

Den overordnede koordination af programmet varetages af Planning, der på baggrund af dialog med projekterne, forestår den overordnede programplanlægning og koordination med øvrige anlægsprojekter i Banedanmark.

Programmets planlægning sker på fire niveauer, som vist i Figur 5.3.

Planning teamet i på projektniveau skal sikre planlægningen i samarbejde med leverandøren. De mest detaljerede planer kommer fra leverandøren (Level 4), som herefter verificeres i projekterne og integreres i en project plan (Level 3). Planerne opdateres på må-

nedlig basis og meldes ind til Planning-teamet på programniveau. Hver måned fremsender projekterne en opdateret tids- og aktivitetsplan samt begrundede ændringer, så det centrale Planning team kan følge op på den overordnede tidsplan og foretage eventuelle justeringer.

På programniveau har Planning således ansvaret for at konsolidere projekternes planer i et samlet Milestone Map, som viser aktiviteter og milepæle per strækning. Milestone Map udgør integrationsplanen i programmet og skal godkendes af programmets styregruppe inden konsolidering til en kommissioneringsplan (Level 1) og evt. yderligere konsolidering af plan til det politiske niveau (Level 0).

Samarbejdet mellem projekternes plannere og det centrale Planning team består dels af ugentlige statusrapporter fra projekterne omkring fremdrift og udfordringer. Dels samles projekterne på månedsbasis og aflægger status overfor programmet for implementering af de enkelte strækninger.

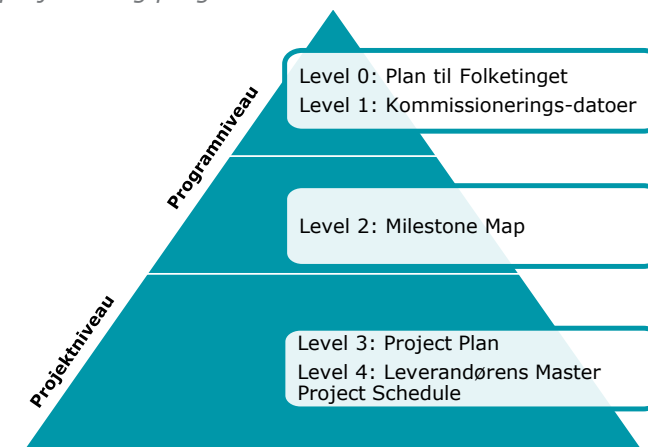
## 5.4 Bemanding

Programmet er i 2017 normeret til 303 årsværk. Normeringen forventes løbende reduceret frem mod 2024, hvor programmet er planlagt til alene at bestå af 9 årsværk, jævnfør Figur 5.4. Reduktionen i programmets samlede ressourceforbrug dækker dog over store variationer på tværs af projekterne, hvilket ses illustreret i Figur 5.5

### Fjernbane projekterne

Over de seneste to til tre år er bemandingen på fjernbane projektet steget fordi projekterne har bevæget sig ind i udrulningsfasen.

Figur 5.3. Koordinering af planer mellem leverandør, projekter og programmet.



I 2017 har bemanningen dog været stabil, og der har i praksis været ansat fire til fem medarbejdere færre end normeret. Dette skyldes primært forsinkelserne i udrulningsplanen, hvorfor ressourceforbruget forventes at blive påvirket, når antallet af udrulninger stiger.

På fjernbaneprojekterne planlægges bemanningen med udgangspunkt i projektets faser og forventede aktiviteter på teamniveau. Estimerne tilpasses med cirka seks måneders mellemrum og det er de teknisk ansvarlige, som fastsætter deres forventede ressourcebehov. Estimerne er imidlertid ikke nærmere koordineret med leverandørernes detaljerede aktivitetsplaner.

### S-Bane projektet

Sammenlignet med fjernbane projekterne har S-bane projektets bemanning været stort set uændret frem til 2017. Bemanningen forventes reduceret væsentligt fra 2021 når udrulningen afsluttes og projektets aktiviteter dermed forventes at aftage kraftigt.

### FEP-projektet

FEP-projektets bemanning har ligeledes en stærk afhængighed til aktiviteterne i fjernbane vest og øst projekterne, idet FEP skal sikre at jernbanevirksomheder har tog klar i takt med, at infrastrukturprojekterne idriftsætter de enkelte løsninger. Onboard aktiviteterne er startet i 2017, men tiltager i specielt 2018 og 2019, hvor størstedelen af installationsaktiviteterne skal gennemføres. Data viser, at 21 årsværk i FEP-projektet er dedikeret til onboard i 2017, mens allokeringen stiger til 22 årsværk i 2018 og falder herefter til henholdsvis 18 ÅV og 9 ÅV i 2019 og 2020. Onboard forventer således en halvering af bemanning fra 2019 til 2020 i overensstemmelse med en forventet nedgang i aktivitetsniveauet.

### FIT-TMS projektet

FIT-TMS projektets bemanning består primært af eksterne konsulenter og der forventes et årsværksforbrug på 28 i 2017. Projektet forventer dog en løbende reduktion i bemanningen, og nuværende prognose viser en reduktion fra 28 til 10 årsværk frem til 2019.

Den primære årsag til den forventede reduktion i bemanningen kan tilskrives at antallet af tekniske installationer efter 2019 reduceres.

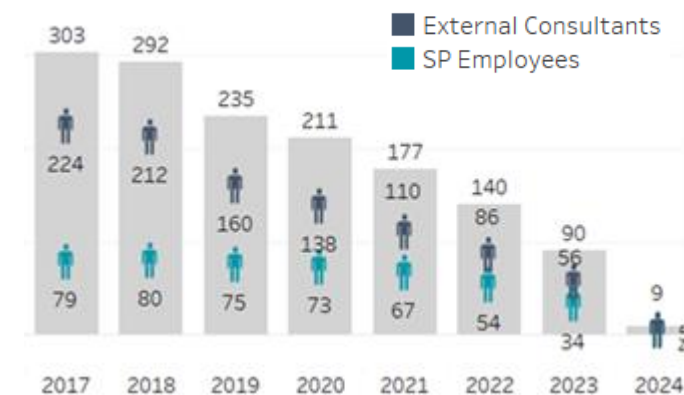
### Operation Management (tidligere EMO)

EMO består af 83 årsværk i 2017. Det primære ressourcetræk sker i Integration and Test, som udgør 30 årsværk, projekterne HOI (12 ÅV), Safety (12 ÅV) og JTL (12). Dertil kommer de små projekter for Technical Management (8 ÅV), Training (6 ÅV) og SPOR20 (3 ÅV), som udgør de resterende 21 procent. Ressourcetrækket for OM forventes kraftigt reduceret i 2019 til 51 årsværk (-39 procent).

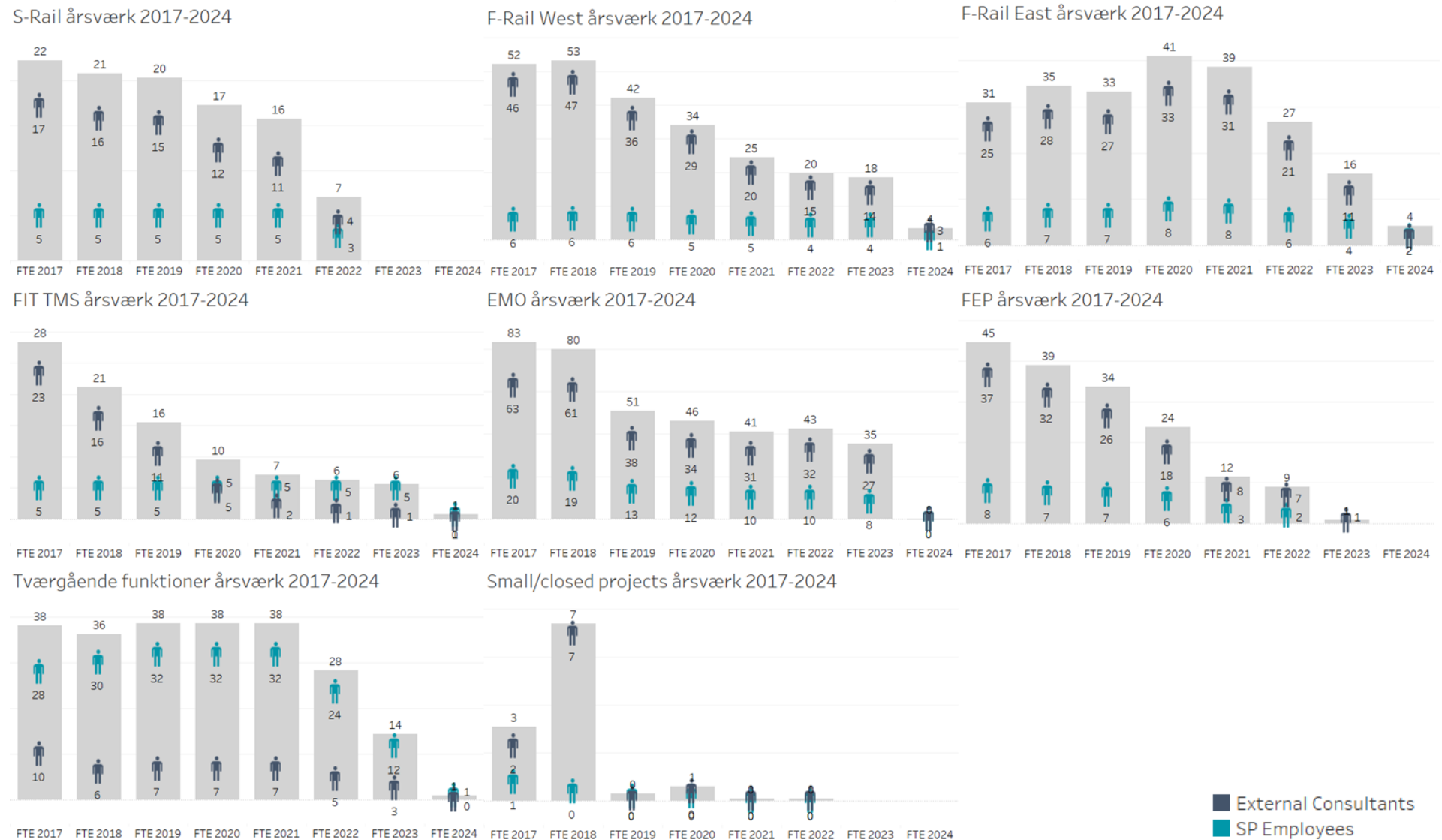
### Training

I Training er hovedparten af bemanningen ansatte i Banedanmark. Hertil kommer en konsulent og eksternt indlånede instruktører. De eksternt indlånede instruktører varetager selve træningen. De eksterne instruktører fra DSB og Trafik og aflønnes i en back-to-back kontrakt, hvorfor disse ressourcer ikke indgår i bemanningen direkte ansat i programmet.

Figur 5.4. Forventet årsværksforbrug baseret på den nuværende planlægning og forudsætninger, 2017-2024.



Figur 5.5. Projekternes årsværksforbrug baseret på den nuværende planlægning og forudsætninger, 2017-2024.



### Tværgående supportfunktioner

For de tværgående supportfunktioner i programmet er ressourceestimatet baseret på et peak i bemanningen i 2017-2019 som følge af udrulning. Bemanning er her primært Banedanmark-ansatte og kun i mindre omfang eksterne konsulenter.

### Brug af konsulenter

Det har oprindeligt være målsætningen, at programmets bemanning skulle være sammensat af ca. 1/3 fastansatte og 2/3 eksterne rådgivere. Fordelingen mellem interne og eksterne skulle imødekomme det forhold at programmet kræver særlige kompetencer, som ikke kan forventes tiltrukket under vanlige ansættelsesvilkår og at programmets ressourcer kun skal projektansættes i programmets løbetid eller til udvalgte aktiviteter i programmet.

De eksterne rådgivere leveres, som beskrevet i kapitel 4, af et joint venture (JV) bestående af Rambøll, Atkins, Parsons, Emsch+Berger. JV-kontrakten anvendes til ansættelserne af eksterne konsulenter, som dermed indgår på andre kontraktmæssige forhold end medarbejdere ansat på Banedanmarks vilkår.

Programmet har benyttet denne fleksibilitet i forhold til at øge eller reducere bemanningen i det omfang planlægningen har givet anledning til ændringer. Der er i overvejende grad tale om eksterne konsulenter, som har længerevarende opgaver i programmet.

De ressourcer, der er ansat på Banedanmarks vilkår, er i primært ansat direkte til programmet og ansat på tidsbegrænsede kontrakter, som ikke slutter når programmet afsluttes.

Tabel 5.2 sammenfatter antallet af årsværk fordelt på Banedanmark-ansatte og eksterne konsulenter, samt

på forskellige løn- og stillingskategorier. Den nuværende sammensætning af programmet består af 74 procent konsulenter og dermed 26 procent, der er ansatte i Banedanmark.

Størstedelen af ansættelserne i JV-kontrakten er i lønkategorien "JV- Ass. Project Manager", som aflønnes [redacted] end en Banedanmark ansat i øverste løntrin "Banedanmark CAT 10", jævnfør Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Fordelingen af interne (Banedanmark) og eksterne ansatte (JV) på forskellige løn- og stillingskategorier på projekterne i programmet i 2017.

	F-Rail East	F-Rail West	S-Rail	FEP	FIT TMS	EMO	Tværgående funktioner	Small/closed projects
Project Manager	1%						1%	
Ass. Project Manager		39%				16%		55%
BDK - CAT 10	2%	2%	5%				11%	
BDK - CAT 9				2%		1%	11%	
BDK - CAT 8	1%	1%	5%	3%	7%	3%	11%	
BDK - CAT 7	3%	0%	5%			2%		
BDK - CAT 6	2%	1%				3%	8%	
BDK - CAT 5	2%		5%	2%		5%	3%	
BDK - CAT 4	1%	1%		8%	4%	6%	8%	
BDK - CAT 3	7%	2%		2%	7%		13%	
BDK - CAT 2			5%			1%	3%	
BDK - CAT 1							8%	
JV - Expert						1%		
JV - Rambøll Management							5%	
JV - Programme Manager				1%			3%	
JV - Project Manager	5%		5%	2%		2%	1%	
JV - Ass. Project Manager	45%	32%	63%	60%	43%	42%	13%	45%
JV - Technician, design and support (>10 yrs)	20%	5%	1%	11%	25%	9%	1%	
JV - Technician, installation-supervision-test (> 10 yrs)						6%		
JV - Technician, design and support (5-10 yrs)	4%	10%	9%	2%	12%	2%		
JV - Technician, design and support (0-4 yrs)	5%	2%		4%	3%	2%	3%	
JV - Technical assistant		2%						
JV - Trainee	2%	1%		2%				
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

## 5.5 Organisatoriske snitflader

Programmet har en række snitflader til Banedanmarks øvrige divisioner, andre myndigheder og interessenter. I de følgende præsenteres centrale snitflader.

### **Banedanmark**

Snitfladerne internt i Banedanmark vedrører blandt andet dokumentationskrav for sikkerheds- og systemdokumentation. Sikkerhedsdokumentationen afleveres til Banedanmarks afdeling Kvalitet og Sikkerhed (K&S), som varetager ansvaret for at Banedanmark overholder trafikale regler og sikkerhedsregler og derfor deltager i den sikkerhedstekniske godkendelsesproces. K&S sikrer den nødvendige koordinering med Trafik, Bygge-, og Boligstyrelsen, som skal godkende signifikante ændringer.

Endvidere er der en tæt tilknytning til Banedanmarks division Teknik, som er den fremtidige ejer af signalløsningen og varetager drift og vedligeholdelse af baneanlæggene. Programmet samarbejder med Teknik omkring teknisk dokumentation herunder tekniske tegninger, teknisk data, asset data og GIS dokumentation for tekniske installationer. Teknik skal godkende installationen af komponenter og derefter selve systemet inden det kan overdrages til drift.

Teknik har derudover overtaget en række opgaver budgetmæssigt placeret hos Signalprogrammet, herunder håndtering af ændringer af CBTC-systemet på S-banen afledt af den daglige drift CBTC samt styring og udførelse af FTN-delen på fjernbanen.

Projektet Training har tætte snitflader til Teknik, Trafik, Kvalitet og Sikkerhed samt eksterne personalegrupper – primært lokofører - hos jernbanevirksomhederne.

I forhold til at sikre tilstrækkelig uddannelse i de trafikstyringssystemer og etablering af integrationer og grænsefladerne for it-systemerne har programmet en tæt kontakt med Banedanmark Trafik og it.

Banedanmark har nedsat et koordineringsforum, som sikrer koordinering mellem Banedanmarks anlægs- og fornyelsesprojekter, herunder Signalprogrammet. Dette omfatter også håndtering af ændringer i det nye signalsystem, som følge af efterfølgende anlægs- og fornyelsesprojekter, som skal håndteres af Anlæg.

### **Trafik-, Bygge og Boligstyrelsen**

Trafik, Bygge-, og Boligstyrelsen er den overordnede myndighed med ansvar for sikkerhed på jernbanen, herunder lovgivning og bekendtgørelser. Styrelsen er (National Safety Agency) myndighed for jernbanesikkerhed og interoperabilitet og udgør derfor en central samarbejdspartner for programmet, idet det nye signalsystem indebærer centrale ændringer af den samlede jernbanedrift. Alle disse justeringer skal godkendes af Trafik- Bygge og Boligstyrelsen og overholde både nationale og internationale regler og bekendtgørelser. Banedanmark har derfor oprettet et kvalitets- og sikkerhedsforum, som samarbejder med styrelsen og Banedanmark omkring CSM-forordningen (Common Safety Methods).

### **Jernbanevirksomhederne**

Programmet har et tæt samarbejde med DSB og øvrige jernbanevirksomheder. Det er programmets opgave at indbygge ombordudstyr i jernbanevirksomhedernes tog – en opgave som er pålagt programmet efter i forbindelse med kontraktindgåelse. Ombordudstyret udlånes til og vedligeholdes efterfølgende af

jernbanevirksomhederne. Dog vil nyt software og andre elementer, som ikke er specifikke for den enkelte jernbanevirksomhed, blive styret af Banedanmark.

Styringsmæssigt har Signalprogrammet således en kompleks opgave i på den ene side at håndtere jernbanevirksomhedernes ønsker om høj kvalitet, særlige installationsønsker og hensyn til den daglige trafik, og på den anden side at sikre programmets økonomi og tidsplan samt de krav som er opstillet i kontrakten med leverandøren.

Samarbejdet med jernbanevirksomhederne sker gennem arbejdsgrupper på værkstederne samt løbende koordinering mellem programmets projektledere og jernbanevirksomhedernes projektleder.

Der er ligeledes etableret en række styregrupper som også inkluderer jernbanevirksomhederne. Disse omfatter i) DSB og Signalprogrammet, ii) Arriva, Transport-, Bygnings- og Boligministeriets departement og Signalprogrammet og iii) Midtjyske Jernbaner A/S, Nordjyske Jernbaner A/S, Lokalbanen A/S og Signalprogrammet. Koordinering herudover varetages så vidt muligt gennem de etablerede ordinære direktørmøder med de enkelte jernbanevirksomheder og Banedanmark, typisk under ledelse af trafikdirektøren.



## 6 Økonomi

Programmet har for nuværende disponeret samtlige projektreserver med henblik på at imødekomme uforudsete fordyrelser.

Signalprogrammet gennemgik i 2016 en større rebudgettering, hvilket blandt andet medførte, at det fulde korrektionsstillæg, herunder projektreserven og den centrale reserve, blev disponeret og fordelt på de store infrastrukturprojekter, jævnfør Figur 6.1. Rebudgetteringen blev gennemført med afsæt i et opdateret budgetoverslag, der giver et helhedsorienteret billede af programmets samlede budget til færdiggørelse. Rebudgetteringen skal ses i sammenhæng med at programmet på samme tidspunkt replanlagde udrulningen af programmet, der indebærer forsinkelser på 2 år. Som led i rebudgetteringen er merudgifter relateret til forsinkelser og øvrige forventede merudgifter indregnet i budgettet. Programmet har på nuværende tidspunkt forbrugt 35 procent af den samlede bevilling og skal i årene frem mod 2024 sikre færdiggørelsen af aktiviteterne indenfor den tilgængelige budgetramme.

I det følgende præsenteres Signalprogrammets økonomi; herunder struktur, omkostningsposter, budgetteringstilgang samt økonomi- og risikostyring. Alle tal er angivet i PL 2017, med mindre andet er angivet.

### 6.1 Omkostningsstruktur

Signalprogrammet er finansieret af staten med en samlet bevilling på 19,6 mia. kr. på finansloven 2017.<sup>27</sup>

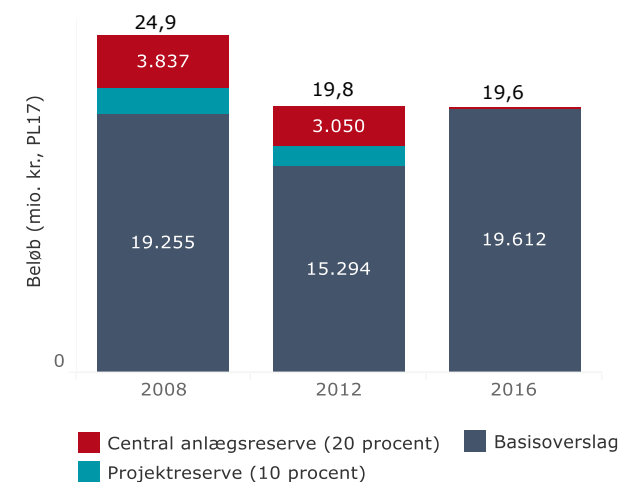
Denne bevilling skal dække samtlige af programmets udgifter frem mod færdiggørelsen i fjerde kvartal 2023 samt de sidste nedlukningsaktiviteter i 2024 og er splittet op på to overordnede poster, herunder udrulning af nyt Signaldstyr på fjernbanenettet på 16,2 mia. kr. og på S-banen på 3,4 mia. kr.

I den oprindelige politiske ramme fra år 2009 blev Signalprogrammet bevilget 24,9 mia. kr. på Finansloven, inklusiv to reserver - henholdsvis projektreserven på 10 procent og den centrale anlægsreserve på 20 procent. Bevillingen er siden programmets opstart blevet ændret ad to omgange – første gang i 2012 og anden gang i 2016, jævnfør Figur 6.1.

I 2011 indgik Signalprogrammet aftaler med de største leverandører og samtidig foretog McKinsey en

stallation af ombordudstyr. Faktisk udbetalte EU-midler erstatter løbende den statslige bevilling, som herefter tilgår Infrastruktur fonden. Projektets totale finansiering (totaludgift) holdes uændret. Der er primo november 2017 udbetalt 35,4 mio. kr. til de to projekter.

Figur 6.1. Udvikling i bevilling 2012-2017.



Kilde: Signalprogrammet

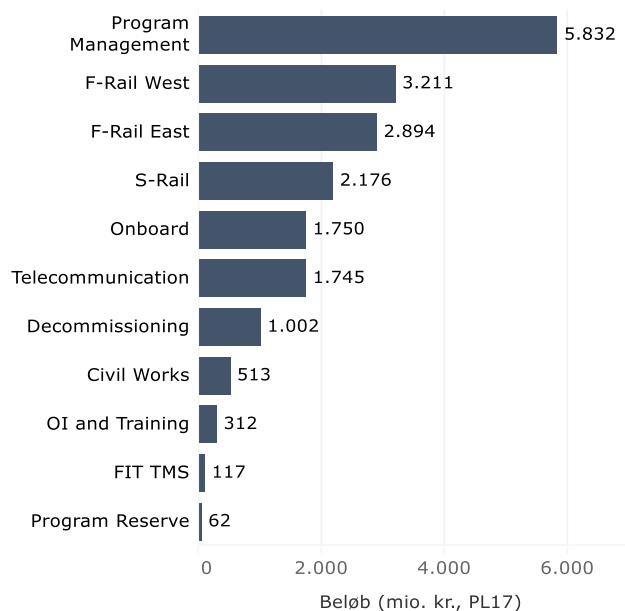
Anm.: Forskellen på budgettet i 2012 og 2016 på 0,2 mia. kr. skyldes en mindre bevillingsreduktion i den indeværende periode.

<sup>27</sup> Det forventes, at der til Signalprogrammet modtages støtte fra EU's infrastrukturfond, Connecting Europe Facility (CEF). P.t. er der tildelt programmet i alt 110 mio. kr. til to projekter; 57,8 mio. kr. til udrulning på Ny Bane København-Ringsted og ca. 52,2 mio. kr. til in-

budgetanalyse af Signalprogrammets udgifter til projektering, styring og tilsyn. Med udgangspunkt i de indgåede kontrakter og budgetanalysen blev det endelige ankerbudget for Signalprogrammet således i 2012 fastlagt til 19,8 mia. kr., inklusiv de to reserver på henholdsvis 10 og 20 procent. Basisoverslaget for projektet svarede til 15,3 mia. kr.

I de følgende år blev programmet ramt af en række forsinkelser, hvilket i 2016 resulterede i udarbejdelsen af en ny plan for gennemførelsen af Signalprogrammet.

Figur 6.2. Signalprogrammets budgetområder.



Kilde: Signalprogrammet.

Den nye tidsplan blev udarbejdet med udgangspunkt i en samlet forsinkelse af programmet på godt tre år for ibrugtagningen af de nye signalsystemer på henholdsvis S-banen og fjernbanenettet. I forbindelse med replanlægningen fik Signalprogrammets udarbejdet en analyse indeholdende en rekonstruktion af budgetsporet fra 2008 til 2012 foruden en opgørelse af de forventede fremtidige udgifter (cost-to-complete).<sup>28</sup> Med udgangspunkt i denne analyse blev de to reserver inddraget i Signalprogrammets budgettering og det samlede forventede budget for Signalprogrammet blev således fastsat til 19,6 mia. kr.

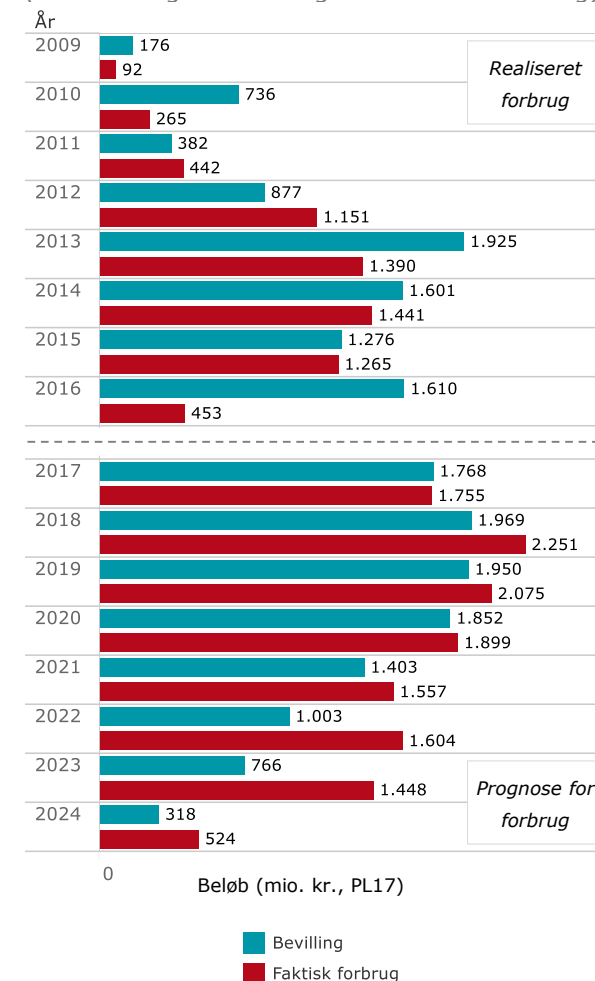
Programmets bevilling kan nedbrydes på i alt ti primære budgetområder og på en programreserve, jævnfør Figur 6.2. Afgrænsningen i disse ti budgetområder udgør den strukturelle ramme for Signalprogrammets styring af økonomi og aktiviteter.

Totalerne i figuren viser, hvor stor en del af den samlede bevilling, der er blevet tildelt det enkelte område og afspejler således den aktuelle forventning til cost-to-complete på de enkelte spor i programmet.

Af Figur 6.2 fremgår det, at særligt området *Program Management* fylder en stor del af budgettet med godt 30 procent af det samlede budget, mens henholdsvis fjernbanerne og S-banen til sammen udgør 42 procent af budgettet. De resterende 28 procent af bevillingen dækker blandt andet over it relaterede udgifter forbundet med Signalprogrammet, dekommissionering af eksisterende udstyr, ombordudstyr, opsætning af kontroltårne, med videre.

<sup>28</sup> KPMG (2016): Analyse af Signalprogrammets budgetspor fra 2008-2012 samt opgørelse af "Cost-to-complete".

Figur 6.3. Faktisk forbrug og bevilling fordelt på år. (Fra 2017 og frem af angivet forventet forbrug)



Kilde: Signalprogrammet.

## 6.2 Status

Af det aktuelle budget på 19,6 mia. kr. har Signalprogrammet per ultimo marts 2017 forbrugt 6.7 mia. kr. siden i 2009. Figur 6.3 giver overblik over Signalprogrammets årlige faktiske forbrug sammen med programmets årlige bevilling. Forbruget frem til 2016 er faktiske realiserede udgifter, mens forbrug fra 2017 og frem illustrerer prognosen for udgifter frem mod slutningen af Signalprogrammet. Udgiftsniveauet frem mod 2012 afspejler programmets begrænsede aktivitetsniveau i udbud og kontraheringsfasen. Nedtrapning af udgifter i 2016 er derimod ikke sigende for det aktuelle aktivitetsniveau. Det lave udgiftsniveau i 2016 skyldes derimod, at udgifterne i de foregående år indeholder forudbetalinger på aktiviteter med afholdelse i 2016.

Figur 6.3 viser ydermere, at det faktiske forbrug frem mod 2017 ligger under niveauet for den pågældende årsbevilling, hvilket Deloitte vurderer blandt andet skyldes forsinkelser i programmets fremdrift. Modsat gør det sig gældende i perioden efter 2017, hvor Signalprogrammet aktuelt forventer at forbruge mere end det pågældende års bevilling. Denne forskydning af forbruget i forhold til forbrugte midler skyldes, at afløbet for bevillingen er fastsat uden indgående kendskab til de enkelte års planlagte aktiviteter. Signalprogrammet opsparer således i årene frem til 2017 i form af differencen mellem de forbrugte og bevilligede midler og forventer således, at nedspare i de kommende år frem mod programmets forventede afslutning i 2026. Aktuelt har programmet ultimo 2016 en opsparring på godt 2,0 mia. kr.

## 6.3 Omkostningsposter

Dette afsnit giver yderligere indsigt i Signalprogrammets økonomi blandt andet med afsæt i de ti primære budgetområder og underliggende omkostningstyper, jævnfør Figur 6.4.

Bevillingen på de ti budgetområder er brudt ned på otte forskellige omkostningstyper med det formål at illustrere midlernes bindingsgrad. Disse otte forskellige omkostningstyper er beskrevet mere detaljeret i Tabel 6.1 til højre. Heraf fremgår det, at bindingsgraden falder når tabellen læses oppe fra og ned. Signalprogrammet kan i sagens natur ikke disponere over *faktisk forbrugte* midler.

Midler som er *disponeret i henhold til kontrakt, kontraherede ændringer eller udløste optioner* er endnu ikke forbrugte, men alligevel bundet i kontrakter og har derfor en større binding end midler som er enten *disponerede udgifter* eller *forventede udgifter*, der primært består af estimater for forbrug.

*Bufferen* er imidlertid blot en difference til bevillingen på det enkelte område og er derfor den mindst bundne omkostningstype, der i sidste ende kan side-stilles med ti-procentreserven.

Af Figur 6.4 fremgår det, at godt 35 procent af bevillingen på nuværende tidspunkt er forbrugt, mens 24 procent af bevillingen er bundet i indgåede kontrakter. De resterende 41 procent af bevillingen, forventes afholdt i forbindelse med færdiggørelsen af Signalprogrammet og er baseret på Signalprogrammets nuværende forventninger til kommende aktiviteter og relaterede udgifter.

Tabel 6.1. Beskrivelse af omkostningstyper.

Omkostningstype	Beskrivelse
<b>Faktisk forbrugt</b>	Afholdte udgifter. Indeholder faktiske udgifter til hovedkontrakten, optioner, ændringsaftaler og forudbetalinger. Udgifter er trukket fra SAP.
<b>Disponeret iht. Kontrakt</b>	Udgifter, der er kontraheret, men endnu ikke afholdt. Udgifter stammer fra kontrakter (og tilhørende betalingsplaner). *
<b>Ændringer, kontraheret</b>	Ændringer til hovedkontrakten. Udgifter stammer fra opdaterede kontrakter (og tilhørende betalingsplaner). *
<b>Udløste optioner</b>	Tilkøb i henhold til de oprindelige kontrakter. Udgifter stammer fra kontrakter (og tilhørende betalingsplaner). **
<b>Disponerede udgifter</b>	Planlagte og godkendte udgifter, som endnu ikke er kontraheret. Udgifter stammer fra lokale excel-baserede styringsdokumenter fra de enkelte projektchefer. *
<b>Forventede udgifter – beregnet</b>	Udgifter til aktiviteter der med sikkerhed forelægges, men med en usikkerhed forbundet. Udgiften er estimeret ved en pris gange mængde. Udgifter stammer fra lokale excel-baserede dokumenter fra de enkelte projektchefer, men med længere tidshorisont end de disponerede udgifter. *
<b>Forventede udgifter – skøn</b>	Udgifter til aktiviteter man forventer forelægges, men med en usikkerhed forbundet. Udgiften er skønsmæssigt baseret. Udgifter stammer fra indmeldinger fra de enkelte projektchefer. *
<b>Buffer</b>	Difference til bevilling

\*På budgetområderne Program Management og OI and Training er udgifterne baseret på ressourceestimer i disse omkostningstyper.

\*\*Ikke relevant for budgetområderne Program Management og OI and Training.

I det følgende vil økonomien for udvalgte budgetområder blive gennemgået med fokus på forståelsen af områdernes budgetsammensætning og omkostningstyper.

### Program Management

Budgetområdet *Program Management* dækker, som beskrevet tidligere, over en lang række styringsmæssige aktiviteter, supportfunktioner, udrulningsaktivite-

Figur 6.4. Omkostningsnedbrydning på område og type.



■ Faktisk forbrug	■ Disponerede udgifter
■ Disponeret i hht. Kontrakt	■ Forventede udgifter beregnet
■ Ændringer, kontraheret	■ Forventede udgifter skøn
■ Udløste optioner	■ Buffer

Kilde: Signalprogrammet.

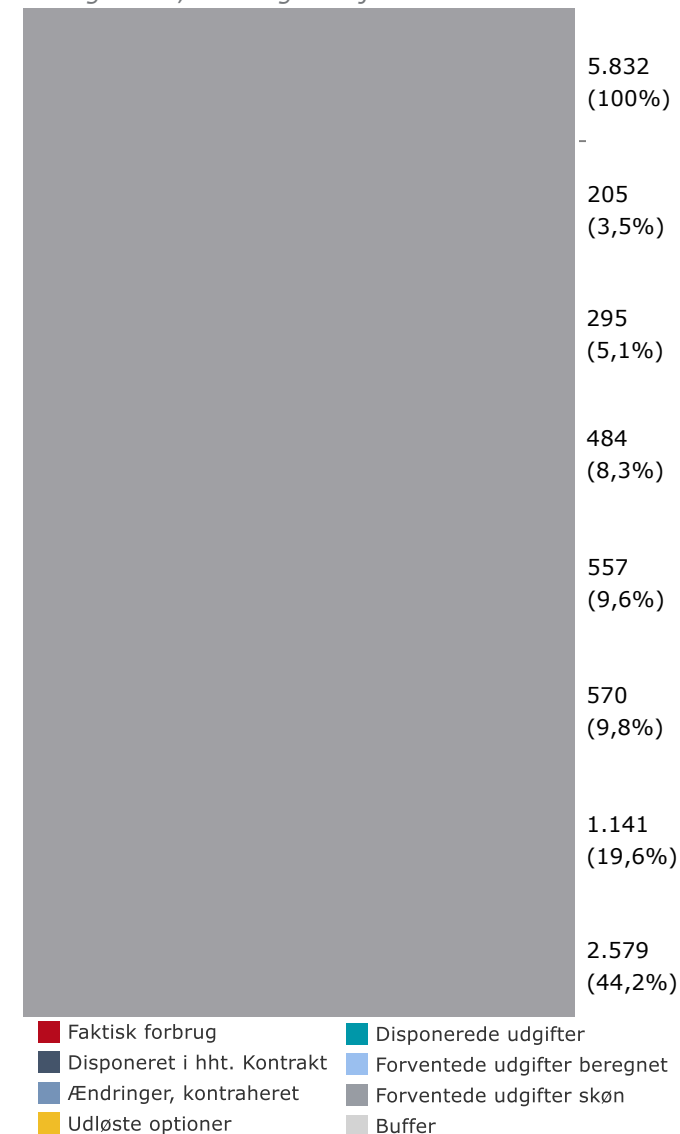
ter, uddannelsesomkostninger, kompensation til jernbanevirksomheder, betaling til tredjeparter, mv., der går på tværs af hele Signalprogrammet. Totalomkostningen for *Program Management* er estimeret til 5,8 mia. kr. og udgør i alt 30 procent af bevillingen på 19,6 mia. kr. Ved udgangen af første kvartal 2017 er 2,6 mia. kr. – svarende til 44 procent af budgettet – forbrugt, hvilket efterlader 3,3 mia. kr. til programstyring i færdiggørelsen af programmet.

Budgetområdet *Program Management* kan brydes ned i yderligere syv delområder, jævnfør Figur 6.5.

Det fremgår, at *Contract Management* – der primært består af projekternes bemanning omkring udrulninger, håndtering og styring af kontrakter på tværs af hele Signalprogrammet, mv. – udgør 2,6 mia. kr. svarende til 44,2 procent af det samlede budget for Programstyring. Hovedkontrakterne med Thales/Strukton og Alstom på henholdsvis fjernbane øst og vest udgør en stor del af udgifterne til kontraktstyring med udgifter på i alt 1,2 mia. kr., mens de resterende 1,4 mia. kr. til kontraktstyring fordeler sig jævnt på de øvrige kontrakter. På posten *Back to Back* er der budgetteret med en udgiftsbasis på 1,1 mia. kr., som dækker over de enkelte projekters betalinger til tredjeparter – eksempelvis Banedanmark, DSB og Arriva – for træning af lokofører eller lignende. Dette er også den primære finansiering af færdiggørelsesarbejder, som finder sted uden for programmet.

*Engineering Management* udgør 0,6 mia. kr. og dækker over udgifter til integration og test, teknisk styring, it sikkerhed og kvalitet. På samme måde udgør *Support Functions* 0,6 mia. kr. og dækker over Fi-

Figur 6.5. Forbrug og fremadrettet budget, Program Management, Total og detaljeret.



Kilde: Signalprogrammet.

af programmet og de fysiske rammer for testfaciliteter i Signalprogrammet.

I Figur 6.5 er budgettet for *Program Management* splittet op på de otte omkostningstyper både i ét samlet billede og ned på de enkelte underområder. Det fremgår, at 55 procent af det samlede budget ikke er forbrugt eller kontraheret. Dette billede er forholdsvis repræsentativt for samtlige underområder bortset fra Design and Tendering, hvor det fulde beløb på 0,5 mia. kr. er afholdt.

Det er primært antallet af arbejdstimer fra interne og eksterne medarbejdere, der driver budgetestimatet for dette budgetområde og dermed vil større udsving i tidsplanen være en naturlig kilde til udsving i budgettet for dette område. Overholdelsen af budgettet på området *Program Management* er således særligt afhængig af fremdriften på de øvrige aktiviteter i programmet frem mod programmets afslutning.

### F-Rail West

Budgetområdet *F-Rail West* dækker over udvikling, test, udrulning og overdragelse af al materiellet ved baneanlæggene på fjernbane vest, herunder skilte ved sporene, overkørselsanlæg, sporskiftedrev med videre. Budgettet for *F-Rail West* udgør 3,2 mia. og dermed godt 16 procent af den samlede bevilling.

Ved udgangen af første kvartal 2017 er 0,7 mia. kr. – svarende til 21 procent af budgettet – forbrugt, hvilket efterlader 2,6 mia. kr. til færdiggørelsen af fjernbane vest aktiviteterne i programmet. Udrulningen af de nye signaler på fjernbane vest er to til tre år forsinket i forhold til den oprindelige plan, hvilket betyder at udrulningen af de nye signaler på fjernbanen i Vestdanmark vil blive påbegyndt i år 2018 og afsluttet i 2023.

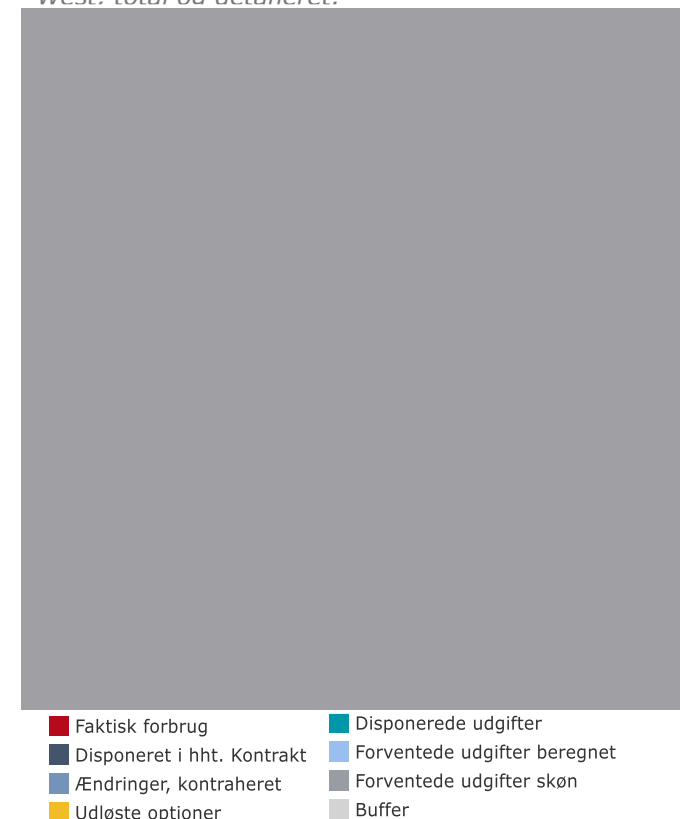
Budgettet for fjernbane vest deles mellem fire faser med tilhørende aktiviteter: Udvikling og design (*Development*), test og afprøvning (*Testing - EDL*), udrulning (*Roll-out*) og overdragelse af løsningen (*Project closure*), jævnfør Figur 6.6, og følger således programmets overordnede faser tæt.

Udviklings- og designfasen består af generel udvikling af løsninger til materiellet i forbindelse med etableringen af nye signaler på fjernbane vest. Denne fase er overstået, hvilket betyder, at den fulde ramme på [redacted] mia. kr. er afholdt.

Den anden fase er test- og afprøvningsfasen, som består af aktiviteter relateret til test af signaler på udvalgte strækninger (EDL), med henblik på godkendelse af funktionalitet og certificeringer. Denne fase udgør [redacted] mia. kr., hvoraf [redacted] mia. kr. er forbrugt, og den resterende andel er kontraheret med hovedleverandøren på fjernbane vest, Thales/Strukton. Den tredje og største fase på fjernbane vest er udrulningsfasen med et budget på [redacted] mia. kr. Denne fase dækker over aktiviteter forbundet med udrulningen af det materielle udstyr på i alt 14 strækninger. Budgettet er endnu ikke forbrugt, da udrulningen på banestrækningerne, som nævnt forventeligt påbegyndes i år 2019 og afsluttes i år 2023. [redacted] af budget – i alt [redacted] mia. kr. – er kontraheret med Thales/Strukton. En fjerdedel af budgettet - [redacted] millioner kroner - er forventede udgifter og er således afsat til finansiering af de resterende aktiviteter.

På samme måde er den sidste fase for overdragelse og drift af de nye signaler på fjernbane vest endnu ikke forbrugt, da disse aktiviteter først vil blive igangsat undervejs i og efter udrulningen. Bufferen på [redacted] mia. kr. er placeret på budgettet for *F-Rail West* med

Figur 6.6. Forbrug og fremadrettet budget, F-Rail West. total og detaljeret.



Kilde: Signalprogrammet

udgangspunkt i, at det er et budgetområde med forholdsvis meget aktivitet og dermed også er forbundet med overvejende risici, der kan gøre bufferen aktuel. Der er dog på nuværende tidspunkt ikke disponeret over bufferen i budgetteringen af *F-Rail West* og denne buffer skal i højere grad betragtes som en tilgængelig reserve for det fulde Signalprogram.

Det er som nævnt særligt udrulningen på de 14 strækninger, der driver omkostningerne inden for *F-Rail West*, og det er dermed også i planlægningen og udførelsen af udrulningen på disse strækninger, at der kan ske væsentlige skred i budgettet. Eksempelvis kan antallet af strækninger, hvorpå de nye signaler skal udrulles eller udfordringer med installationen af materiel på strækningerne, have betydning for budgettet for fjernbane vest frem mod færdiggørelse af Signalprogrammet.

### F-Rail East

Budgetområdet fjernbane øst indeholder på samme måde, som budgettet for fjernbane vest, alle udgifter til udvikling, test, udrulning og overdragelse af materiellet ved baneanlæggene på de østlige banestrækninger. Budgettet for fjernbane øst udgør 2,9 mia. kr. og dermed små 15 procent af den samlede bevilling. Ved udgangen af første kvartal 2017 er 0,6 mia. kr. forbrugt – svarende til 18 procent af budgettet. På samme måde, som for fjernbane vest er udrulningen på fjernbane øst forsinket to til tre år, og forventes således påbegyndt i år 2018 og afsluttet i 2023.

Budgettet for fjernbane øst kan splittes mellem fire overordnede faser, jævnfør Figur 6.7.

Faserne for fjernbane øst dækker over de samme typer af aktiviteter, som på fjernbane vest. Fordelingen af budgettet og det tilhørende forbrug følger dermed

også samme princip og dynamik. Udviklings- og designfasen er afsluttet, ligesom aktiviteterne i test og afprøvningsfasen er igangværende. [redacted] af budgettet til teststrækningerne på [redacted] mia. kr. er forbrugt, hvilket illustreres i Figur 6.

Udrulningen af de nye signaler på fjernbane øst er den største post i budgettet på i alt [redacted] mia. kr. Denne post dækker installationen af [redacted] materielle udstyr på 13 strækninger. Af denne post er [redacted] mia. kr. på nuværende tidspunkt kontraheret med hovedleverandøren, Alstom, mens [redacted] mia. kr. er forventede udgifter, der endnu ikke er kontraheret, men som er baseret på projektchefens vurdering af de resterende aktiviteter og finansiering heraf.

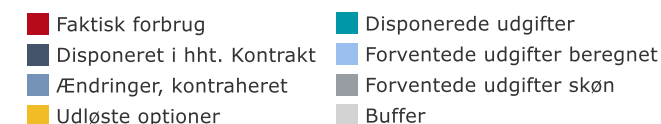
Bufferen på [redacted] mia. kr. er placeret på budgettet for fjernbane øst på tilsvarende måde, som bufferen på fjernbane vest, nemlig med udgangspunkt i, at det er et budgetområde med forholdsvis meget aktivitet, der endnu ikke er afholdt. Dermed er der også en risiko for, at der vil forekomme ændringer undervejs i projektet, som kan gøre bufferen aktuel.

For *F-Rail East* er det også de 13 strækninger, der driver omkostningerne, og det er dermed også i planlægningen og udførelsen af udrulningen på strækningerne, at forventningerne til budgettet kan udfordres. Antallet af strækninger, hvorpå de nye signaler skal udrulles eller udfordringer i installationen af det materielle udstyr kan således få betydning for det fremadrettede budget for *F-Rail East* frem mod færdiggørelse af Signalprogrammet.

### S-Rail (S-banen)

Budgetområdet S-banen er bygget op på samme måde, som de to fjernbaner, og indeholder således

Figur 6.7. Forbrug og fremadrettet budget, *F-Rail East*, Total og detaljeret.



Kilde: Signalprogrammet

alle udgifter til udvikling, test, udrulning og overdragelse af materiellet ved baneanlæggene på S-banen. Dog indeholder budgettet for S-banen også udgifter til ombordudstyr på S-togene – dette ligger i et separat budgetområde for fjernbanerne (dette gennemgås separat i et afsnit for *Onboard Equipment*).

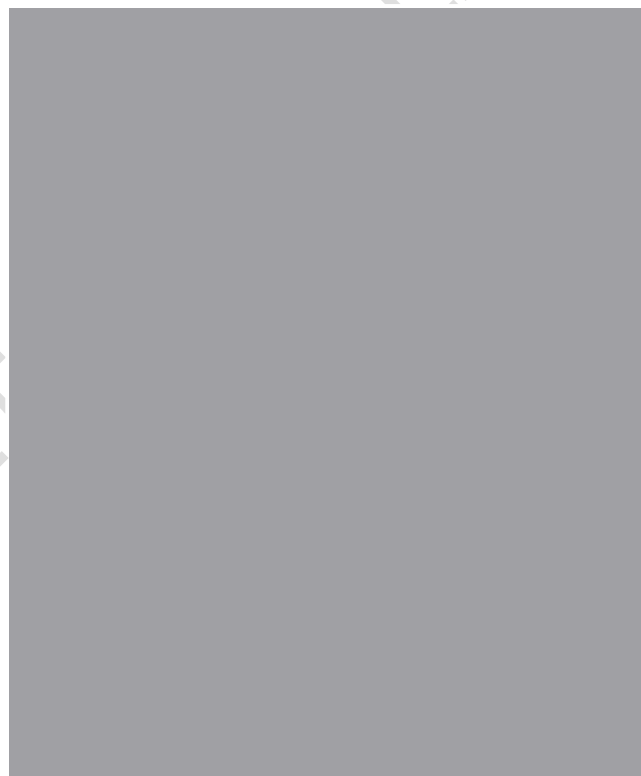
Budgettet for *S-Rail* udgør 2,2 mia. kr. svarende til cirka 11 procent af den samlede bevilling. Ved udgangen af første kvartal 2017 er 944 mio. kr. – svarende til 43 procent af budgettet – forbrugt, hvilket efterlader 1,2 mia. kr. til færdiggørelsen af de nye signaler på S-banen.

S-banen er længere fremme i projektets udrulningsaktiviteter sammenlignet med to fjernbaneprojekter. De nye signaler på S-banen skulle dog i den oprindelige plan havde været installeret og overdraget i 2018, men er ligesom fjernbanerne blevet forsinket. Færdiggørelsen af de nye signaler på S-banen forventes således i de nuværende aktivitetsplaner og tilhørende budgetter at være færdiggjort og overdraget i 2021. På trods af disse forsinkelser er budgetområdet for S-banen blot steget med 2 procent siden 2012 budgettet.

Faserne på S-banen indeholder de samme typer af aktiviteter, som på de to fjernbaner. På S-banen er udviklings- og designfasen overstået og de 0,1 mia. kr. til denne fase er dermed forbrugt. På samme måde er næsten det fulde budget på teststrækningerne på [redacted] mia. kr. forbrugt. Også på S-banekontrakten er udrulningen på de seks strækninger den største post i det samlede budget med i alt [redacted] mia. kr.

Af Figur 6.8 ses det, at Signalprogrammet har påbegyndt udrulningen på de første strækninger på S-banen med udgifter på små [redacted] mia. kr.

Figur 6.8. Forbrug og fremadrettet budget, S-Rail,



- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| ■ Faktisk forbrug            | ■ Disponerede udgifter         |
| ■ Disponeret i hht. Kontrakt | ■ Forventede udgifter beregnet |
| ■ Ændringer, kontraheret     | ■ Forventede udgifter skøn     |
| ■ Udløste optioner           | ■ Buffer                       |

Kilde: Signalprogrammet

Desuden er i alt ■ mia. kr. af de resterende ■ mia. kr. på budgettet på nuværende tidspunkt kontraheret med hovedleverandøren Siemens.

Bufferen på ■ mia. kr. er allokeret på tilsvarende måde, som for de to fjernbaner. Det vil sige, at den er allokeret med udgangspunkt i, at S-banen også er et budgetområde med forholdsvis meget aktivitet, der endnu ikke er afholdt. Ligesom på fjernbanerne er der dog heller ikke disponeret over bufferen i den planlagte finansiering af S-banen og midlerne kan betragtes som værende tilgængelige for det fulde Signalprogram.

### Onboard Equipment

Budgetområdet *Onboard Equipment* dækker, som beskrevet tidligere, over udstyret, der skal installeres i togene. Området dækker dog hovedsageligt omkostninger til ombordudstyr til rullende materiel på fjernbanen. Omkostninger til det tilsvarende udstyr i S-togene ligger, som nævnt, integreret under budgetområdet *S-Rail*.

Budgettet for *Onboard Equipment* og dermed al ombordudstyr på fjernbanetogene udgør 1,8 mia. kr. og dermed godt 9 procent af den samlede bevilling. Ved udgangen af første kvartal 2017 er 0,7 mia. kr. – svarende til 37 procent af budgettet – forbrugt, hvilket efterlader 1,1 mia. kr. til ombordudstyr i færdiggørelsen af programmet.

Budgetområdet for *Onboard Equipment* er splittet op på tre kontrakter med leverandører. Den største af de tre kontrakter er indgået med Alstom om ERTMS-udstyr. Denne post udgør i alt ■ mia. kr. af det samlede budget for ombordudstyr, hvilket er illustreret i Figur 6.9. Der er tilsvarende indgået kontrakt med

Siemens vedrørende leveringen af STM-udstyr til togene på i alt ■ mia. kr. og vedrørende GSM-R Voice på i alt ■ mia. kr.

For de tre kontrakter gælder det i gennemsnit, at 37 procent af budgettet er forbrugt, ■ procent er kontraheret med de respektive leverandører og den resterende del af budgettet er afsat til finansiering af kommende aktiviteter.

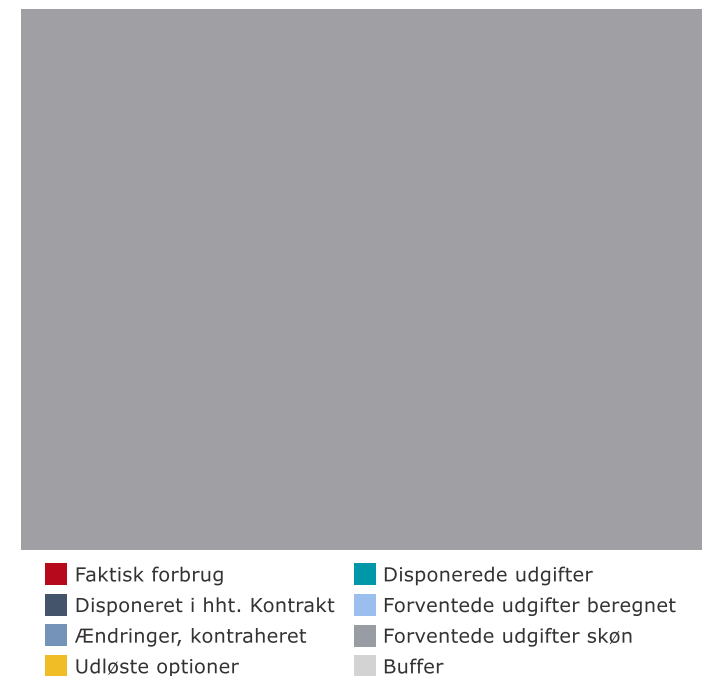
For samtlige kontrakter er det absolutte antal af tog og antallet af forskellige togtyper (First of Class fitments), som det nye udstyr skal installeres i, afgørende for de fremadrettede udgifter. Særligt er det omkostningstungt at designe og indrette udstyret i nye typer af toge, da det kræver specielle løsninger fra togtype til togtype.

### Telecommunication

Budgetområdet *Telecommunication* udgør 1,7 mia. kr. – og dermed knap ni procent – af den samlede bevilling. I alt er 0,6 mia. kr. af det samlede budget forbrugt ved udgangen af første kvartal, hvilket efterlader 1,1 mia. kr. til finansieringen af aktiviteter, der vedrører *Telecommunication* frem til færdiggørelsen af Signalprogrammet.

Budgetområdet kan splittes op i tre områder, som knytter sig til *Telecommunication*, jævnfør Figur 6.10. Den største af de tre områder vedrører GSM-R Infrastruktur – master og antenner på strækningerne – på 1,0 mia. kr. De øvrige områder – FTN Passive og FTN Active – udgør henholdsvis ■ mia. kr. og ■ mia. kr. og dækker over håndtering af kabler, routere og servere på strækningerne.

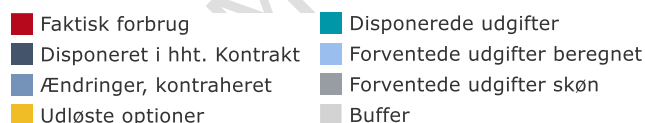
Figur 6.9. Forbrug og fremadrettet budget, Onboard, Total og detaljeret.





Af Figur 6.10 ses det, at Signalprogrammet per ultimo marts 2017 har forbrugt omtrent halvdelen af budgettet til GSM-R Infrastruktur, hvorimod henholdsvis ■ og ■ millioner kroner er forbrugt på FTN Active og FTN Passive. På ingen af de tre områder er midler bundet i kontrakter. For FTN Active og Passive er det henholdsvis Banedanmark Teknik og Banedanmark Anlæg, der udfører arbejdet, hvilket forklarer den forholdsvis lave bindingsgrad af midlerne på nuværende tidspunkt.

Figur 6.10. Forbrug og fremadrettet budget, Telecommunication. Total og detaljeret.



Kilde: Signalprogrammet.

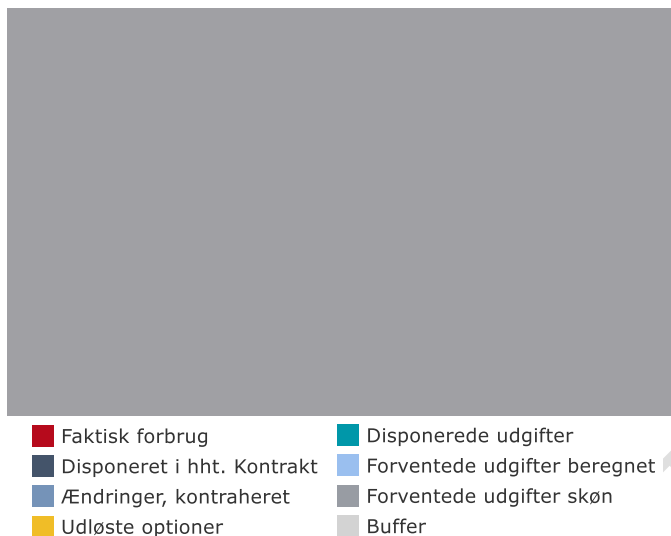
For dette budgetområde er det afgørende, hvor mange og hvor lange strækninger Signalprogrammet installerer de nye signalsystemer på, da dette vil drive både udgifter til materialer og arbejdstimer forbundet med at installere løsningerne på strækningerne.

### Dekommissionering

Budgetområdet *Dekommissionering* udgør 1,0 mia. kr. og dermed 5 procent af den samlede bevilling, jævnfør Figur 6.11. Aktiviteter forbundet med *Dekommissionering* vedrører bortskaffelse af gammelt signaludstyr ude på strækningerne. I forbindelse med opsætning af de nye signaler skal gamle skilte, trafiklys, gamle sporskiftedrev, gamle sikringsanlæg og lignende dekommissioneres.

Budgettet kan fordeles på de to områder, som Signalprogrammet dækker over: fjernbanestrækningerne og S-banestrækningerne. Da fjernbanenettet er væsentligt større udgør det i alt 0,8 mia. kr. af budgettet, mens dekommissionering af S-banestrækningerne udgør 0,2 mia. kr. af budgettet. Da de nye systemer endnu ikke er fuldt udrullet på strækningerne er aktiviteten for dekommissionering ikke igangsat. Der er således ingen forbrugte midler på denne budgetpost, og budgettet er afsat til forventede fremadrettede aktiviteter.

Figur 6.11. Forbrug og fremadrettet budget, Dekommissionering, total og detaljeret.



Kilde: Signalprogrammet.

Det er Deloitte's vurdering, at Signalprogrammet med det opdaterede cost-to-complete budget fra efteråret 2016 har præsenteret et helhedsorienteret billede af programmets forventede ressourceforbrug.

De seneste år har Banedanmark foretaget en målrettet indsats i forhold til reperiodisering, omkontering og en regnskabsmæssig gennemgang med det formål at sikre et korrekt regnskabsmæssigt fundament for programmet.

Foruden disse initiativer har Signalprogrammet indført ændret praksis vedrørende betalingsplaner i SAP og indført indkøbsordre på aktuelle betalinger, sådan at der er en øget sammenhæng mellem leverandørens leverancer og programmets betalinger til leverandøren.

Endeligt har programmet med udarbejdelse af cost-to-complete budgettet søgt at estimere programmets fremadrettede resterende ressourceforbrug frem til færdiggørelse af programmet.

Med disse initiativer er det lykkedes at skabe et sammenhængende billede af Signalprogrammets aktiviteter og tilhørende økonomi på et overordnet niveau, hvilket alt andet lige giver et førstehånds indtryk af, hvordan programmets økonomiske situation ser ud.

Initiativerne til forbedret økonomistyringspraksis og opdatering af budgettet ændrer dog ikke på, at det foreliggende cost-to-complete budget ikke udgør et troværdigt grundlag for at vurdere Signalprogrammets reelle økonomiske situation.

Dette skyldes, at der i det forelagte cost-to-complete budget ikke er taget ensartet stilling til risici og usikkerheder på tværs af programmets projekter, herun-

Tabel 6.2. Kvalitetssikringskriterier anvendt til vurdering af budget.

#### Beregningsforudsætninger

Fremgår de anvendte forudsætninger tydeligt af budgettet og er disse realistiske?

#### Sporbarhed

Er budgettets aggregerede poster sporbare til underliggende dataværdier og forudsætninger?

#### Gyldighed

Er de anvendte data, der ligger til grund for budgettet, af tilstrækkelig kvalitet og tidssvarende?

#### Funktionalitet

Regner den model, der ligger bag ved budgettet, rigtigt?

#### Fuldstændighed

Vurderes budgetposterne at afspejle den fulde omkostning for programmet?

#### Anvendelighed

Kan budgettet anvendes til at styre efter fremadrettet?

Kan alle spørgsmål besvares positivt betragtes budgettet at være fuldt ud robust.

Kilde: Deloitte.

## 6.4 Samlet budgetvurdering

Deloitte har foretaget en gennemgang af Signalprogrammets opdaterede cost-to-complete budget fra efteråret 2016 med det formål at vurdere budgettets robusthed.

Vurderingen er foretaget med udgangspunkt i seks kriterier som er præsenteret i Tabel 6.2. Afsættet for vurderingen har været cost-to-complete budgettet med tilhørende bagvedliggende dokumentation. Hertil kommer interview med Signalprogrammet om forudsætninger og sammenhænge mellem budgetposter.

der i hvilket omfang disse har indflydelse på det fremadrettede budget. Der er en uensartet brug af budgetforudsætninger på tværs af projekter, og der udestår dokumentation af centrale budgetforudsætninger. Hertil kommer eksempler på dobbeltbudgettering af enkelte poster. Endelig er der en række poster – herunder åbne ændringsanmodninger, som det vurderes, at der ikke er taget højde for i det foreliggende budget.

Samlet set vurderes cost-to-complete budgettet at være mangelfuldt i henhold til en række væsentlige og afgørende forhold ligesom det vurderes, at budgettet i højere grad er et budget, lavet med henblik på at fordele ressourcerne op imod bevillingen frem for en nøgtern skildring af, hvilke ressourcer der er behov for til de forestående aktiviteter.

Deloitte vurderer således, at Signalprogrammet på nuværende tidspunkt står uden et styringsrelevant sammenhængende budget, som Signalprogrammet aktivt kan arbejde og tage oplyste beslutninger ud fra i den resterende del af programmet.

## 6.5 Budgetteringstilgang

Budgetteringen af programmets fremadrettede udgifter varetages af de enkelte projekter i samarbejde med SP-økonomi.

På de store infrastrukturprojekter fastlægges budgettet med udgangspunkt i tre primære værktøjer:

- Betalingsplaner, der er aftalt med leverandørerne.
- Eventuelle enhedsomkostninger oplyst af leverandørerne.
- Projekternes egne estimater for personaleforbrug frem til projektets afslutning.

Kortlægningen har imidlertid klarlagt, at projektcheferne primært fokuserer på budgettering af løbende måned og det indeværende år samt det kommende kalenderår, da budgettering længere ud i fremtiden er påvirket af forholdsvis mange uforudsigelige hændelser og dermed vurderes at være for usikker til at anvende styringsmæssigt. I forbindelse med den årlige budgetproces afholder Signalprogrammets ledelse møde med de respektive projektchefer, hvor de sammen gennemgår de enkelte projekters budgetter og bemandingsplaner for det kommende år.

Dette indebærer, at det også er op til de enkelte projekter at foretage rebudgettering eksempelvis i tilfælde af justering af forventninger til fremadrettet personaleforbrug eller betalingsplaner.

Ved ændringer udover allokeret projektbudget, eller på over 1 mio. kr. for så vidt angår leverandørbetalinger, skal disse godkendes af programledelsen.

Den decentrale budgetteringstilgang indebærer, at der er en variation i budgetteringsforudsætninger på tværs af projekterne. Der foreligger ikke autoritative lister med programfælles forudsætninger til brug for budgettering af eksempelvis bemanning.

## 6.6 Økonomistyring

Den interne budgetopfølgning i programmet er tilrettelagt sådan, at projekterne månedvis indrapporterer forbrug og fremadrettede budgetforventninger til den centrale økonomienhed, der indarbejder disse i highlight-rapporter, som tilgår Signalprogrammets Program Board.

De månedlige highlight-rapporter indeholder blandt andet et finansielt overblik, status over tidsplaner, aktuelle indeværende risici samt andre relevante forhold

for Signalprogrammet. Foruden highlight-rapporterne udarbejder Signalprogrammet kvartalsvise udgiftsopfølgninger, halvårslige anlægsstatusser samt kvartalsrapporter alt sammen målrettet Transport-, Bygge- og Boligministeriet og Finansministeriet.

Den interne økonomistyring i de enkelte projekter tilrettelægges i høj grad af projekterne selv. Den eneste bundne opgave projekterne har, er at indlevere data til den centrale økonomienhed rettidigt og i et defineret format. Denne tilgang har vist sig at skabe betydelig variation i den interne økonomistyring på projekterne.

Programmet arbejder løbende med at forbedre økonomistyringen og har iværksat flere centrale tiltag, herunder blandt andet overgang til milepælsorienterede betalingsplaner, således at forudbetalinger så vidt muligt undgås.

Endvidere er introduceret et cost-to-complete princip, der indebærer, at programmet løbende forholder sig til forbruget frem til programmets afslutning.

## 6.7 Risikostyring

Håndteringen af økonomiske risici og usikkerheder følger overordnet set fælles retningslinjer.

Det er imidlertid op til de enkelte projekter at identificere, vurdere og beregne økonomiske konsekvenser af identificerede risici.

Dette indebærer, at håndteringen af risici og usikkerheder ikke sker på ensartet vis på tværs af projekter. For eksempel eksisterer risikobudgetter på nogle projekter og ikke på andre.

Samlet set medfører dette, at det samlede projektbudget må betragtes at være behæftet med stor usikkerhed.

På tværs af Signalprogrammets budgetteringstilgang, økonomistyring og risikostyring, er det således de samme udfordringer der for nuværende har materialiseret sig. Den decentrale organisering medfører uensartet styringspraksis decentralt, hvilket vanskeliggør den centrale styring og opfølgning. Dette vurderes at påvirke programmets overordnede robusthed og styrbarhed.

# 7 Situation og fokusering

Programmet står på nuværende tidspunkt i en kritisk fase. Anbefalinger til øget robusthed, optimeringer og øget styrbarhed vil fokusere på fjernbaneprojekterne, programorganisationen, snitflader og transition.

Dette kapitel opsummerer kortlægningens væsentligste fund for hvert af de behandlede temaer og afslutter med at vurdere det fremadrettede grundlag for at styrke programmets robusthed, styrbarhed og økonomi.

## 7.1 Situation og vurdering

Etableringen af en ny signalløsning på S-banen og fjernbanen er en central forudsætning for at sikre fremtidens jernbanedrift. Med etableringen af Signalprogrammet er der truffet beslutning om en totaludskiftning af det nuværende signalsystem.

Siden programmets begyndelse i 2009 har forudsætningerne for gennemførelse imidlertid ændret sig, og programmet står nu i en kritisk fase. Nedenfor opsummeres situationen per juni 2017, for de fem behandlede temaer.

### Teknisk løsning

Programmet indebærer, at Danmark er det første land, der implementerer et landsdækkende ERTMS level 2 (baseline 3) system på fjernbanen. Hertil kommer, at der som led i programmet foretages yderligere opdateringer, der skal fremtidssikre infrastrukturen, herunder eksempelvis etablering af Fixed Transmission Network (FTN) og nye løsninger for overkørselsanlæg, som ikke nødvendigvis kan knyttes til ud-rulningen af ERTMS.

At Danmark er det første land, der implementerer en landsdækkende ERTMS løsning – sideløbende med andre store programmer som eksempelvis elektrificering – øger naturligt programmets kompleksitet både for leverandører og for Banedanmark. En totaludskiftning er i tråd med anbefalingerne i beslutningsgrundlaget for Signalprogrammet, der opsummerer de omfattende analysearbejder, der gik forud for udarbejdelse af beslutningsgrundlag. Dette ændrer imidlertid ikke det faktum, at programmet er – og fortsat vil vedblive med at være – komplekst og indebære væsentlige risici.

De tre tekniske hovedløsninger (Alstoms løsning på fjernbane øst, Thales/Strukton's løsning på fjernbane vest og Alstoms løsning på ombordudstyr), der anvendes på fjernbanen, implementeres alle efter samme to standarder under ERTMS, herunder ETCS og GSM-R. Konkret er der dog tale om forskellige tekniske løsninger, der skal integreres af Banedanmark.

På S-banen implementeres et system med én og samme leverandør af signalsystem og ombordudstyr. Systemet indebærer endvidere langt færre integrationer som involverer Banedanmark sammenlignet med ERTMS-løsningen på fjernbanen. Endeligt anvendes på S-banen én togtype. På den ene side bidrager disse forhold til en lavere kompleksitet set i forhold til fjernbanen, men giver på den anden side også større afhængighed af én leverandør.

## Udrulning

Programmet har gennemført en udbuds- og kontraheringsfase i overensstemmelse med den oprindelige tidsplan og levet op til de to milepæle, der ved programmets opstart blev politisk fastlagt.

Programmet har herefter, i perioden 2012-2016, gennemført en omfangsrig design- og udviklingsfase, der har taget et år længere end oprindeligt forudsat og har oplevet yderligere forsinkelser under test og afprøvningsfasen. Disse forsinkelser relaterer sig ikke til egentlige politiske milepæle for programmet, da der ikke er formuleret nogle for fase 2 til 4. Udrulningsplanen efter replanlægning indebærer, at programmet per juni 2017 er to år forsinket på fjernbanen og et år på S-banen i forhold til den politiske aftale fra 2009.

På nuværende tidspunkt er programmet i en kritisk fase på fjernbanen, hvor udfordringer på test- og afprøvningsstrækningerne indebærer forsinkelser på en til to måneder. Som beskrevet tidligere skyldes dette blandt andet træghed i godkendelsesprocesserne. Programmet fastholder fortsat de forventede kommissioneringsdatoer for udrulning, som fremgår af den nye udrulningsplan for 2016. I udrulningsplanerne er imidlertid ikke indlagt tid til forsinkelser i stil med dem, som er opstået i test- og afprøvningsfasen.

Der er to leverandører af signalsystemer til brug på fjernbanen. Dette har været et bevidst valg, idet Banedanmark stilles bedre i en situation, hvor den ene leverandørs arbejde ikke er tilfredsstillende. Hvis kontrakten med den ene leverandør må afbrydes, kan Banedanmark vælge at udløse den krydsende option, hvorefter den anden leverandør udfører den samlede leverance.

Udrulningsplanerne presses yderligere af en række leverandørforsinkelser på installation af ombordudstyr i DSBs og Nordjyske Jernbaners tog, hvilket udskyder den initiale togdrift på test- og afprøvningsstrækningerne. Planen vurderes af programmet særligt usikker, idet der afsættes ca. fem dage til installation af ombordudstyr i tog, mens erfaringer fra andre lande tilsiger, at dette tager op til otte til ti dage. Her er Signalprogrammet og jernbanevirksomhederne ligeledes afhængige af én leverandør.

Udrulningen på fjernbanen har endvidere væsentlige afhængigheder til andre jernbaneprogrammer, idet forsinkelser på udvalgte strækninger kan få konsekvenser for ibrugtagning af den nye bane mellem København og Ringsted samt for tidsplanen for Elektrificeringsprogrammet og dermed for at kunne operere elektriske tog på strækningerne.

På S-banen er observeret mange fejl under test og afprøvningsfasen og leverandøren oplyser, at udrulningsplanen er behæftet med en del usikkerhed, idet detaljeret planlægning af udrulning endnu ikke er tilendebragt. Kommissionering forventes på de strækninger der udrulles sidst per juni 2017 at være forsinket med tre til fem måneder i forhold til 2016-planen. Programmet arbejder på at finde mitigerende tiltag, der kan få udrulningen tilbage på tidsplanen. Forsinkelser af udrulningen på S-banen indebærer imidlertid

ikke på samme måde som på fjernbanen forsinkelser af andre baneprojekter.

Endeligt øges den styringsmæssige kompleksitet i programmets udrulningsfase af, at der pågår en række udrulningsaktiviteter parallelt på tværs af projekterne. Projekterne har imidlertid ingen fælles milepæle at sigte efter i udrulningsfasen, som det var tilfældet i udbuds- og kontraheringsfasen. Dette vurderes at vanskeliggøre den overordnede programstyring i udrulningsfasen.

## Kontrakter

De tre kontrakter programmet har indgået på S-banen og fjernbanen er udformet som fastpriskontrakter indeholdende centrale styringsmuligheder som eksempelvis muligheder for at anmode om ændringer og pålægge bod. Som i mange andre komplekse anlægskontrakter indeholder de imidlertid incitament til for leverandøren i kritiske leverancetilfælde at diskutere ansvarsfordeling mellem leverandør og programmet. Dette incitament forstærkes yderligere, idet programmet har begrænsede muligheder for at føre kontrol med rimeligheden af prissætning af ændringsarbejder.

Hidtil har programmets håndhævelser af bodsbestemmelser for de tre kontrakter ikke været konsistent. Dette indebærer en risiko for, at bestemmelserne over tid reelt bliver værdiløse, da leverandører vil kunne støtte ret på tidligere fortolkninger af bestemmelserne.

Kontrakterne indeholder potentielt yderligere styringsmæssige bindinger, idet Signalprogrammet ved initiering af ændringsanmodninger er forpligtiget til at godtgøre de udgifter som leverandørerne allerede måtte have afholdt, samt at programmets multiple leverandørstrategi i tilfælde af afhængigheder mellem

kontrakter kan forpligte programmet til at godtgøre leverandører, der ikke er direkte omfattet af ændringsanmodningen.

Kontrakterne vedrørende ombordudstyr og Joint venture-kontrakten om bistand til program management indeholder sammenlignet med de tre store infrastrukturkontrakter langt bedre forudsætninger for at skalere leverancer og opgaver. Joint venture-kontrakten vedrørende program management vurderes imidlertid at give leverandøren et vist incitament til at afholde betydeligt tids- og ressourceforbrug. Kontrakten vedrørende ombordudstyr indebærer tilsvarende incitamentsrelaterede problematikker.

De øvrige kontrakter er fastpriskontrakter og indeholder relativt store muligheder for vederlagsfri justering af leverancer fra programmets side.

## Organisering

Programmet er overordnet set organiseret med en program management-enhed indeholdende de tekniske projekter og en operation management enhed, der skal forberede implementering af det nye signal i Banedanmarks divisioner og koordinere processer mellem Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, Teknik divisionen i Banedanmark, jernbanevirksomhederne og de tekniske projekter.

Programorganisation har og er fortsat i høj grad decentralt styret, således at de enkelte projekter selv står for den projektinterne organisering. Dette indebærer, at to projekter med en relativt ens opgaveportefølje, som for eksempel de to infrastrukturprojekter på fjernbanen ikke er organiseret ens. På tværs af organisationen har den decentrale styringsmodel bidra-

get til, at organisationen på overordnet niveau fremstår relativt simpel, men under projektniveau fremstår relativt kompleks.

Programmet anvender i vid udstrækning konsulenter og enkelte enheder er udelukkende bemandet med konsulenter. Dette kan, hvor der ikke er tale om særlige specialistkompetencer, bidrage til et unødigt højt ressourceforbrug, idet konsulenterne i udgangspunktet er dyrere sammenlignet med ansatte i Banedanmark.

I et styringsmæssigt perspektiv kan anvendelsen af konsulenter indebære udfordringer, hvor konsulenter varetager ledende stillinger, idet det kan være problematisk for konsulenter at træffe beslutning om løsninger, der vil have central betydning for Banedanmarks forretning mange år frem i tiden. Dette er på trods af at konsulenter har færre beslutningsbeføjelser end Banedanmark ansatte. Hertil kommer tidligere nævnte forhold vedrørende incitamentsstruktur i joint venture kontrakten.

Programorganisationen har i maj 2017 gennemført en organisationsændring med det formål i højere grad at ansvarliggøre projektlederne i de tekniske projekter for at kunne videregive en færdig signalløsning til Teknik og øvrige divisioner i Banedanmark og tydeliggøre operation management-enhedens ansvar for effektive processer under udrulning og en smidig transition til drift i Banedanmarks øvrige divisioner.

Set i sammenhæng med at tidsplanerne for udrulning indeholder begrænset fleksibilitet, jævnfør vurderingerne oven for, vurderes understøttelse af effektive processer og en smidigt transition at være særlig kritisk for programmet.

## Økonomi

Programmet har i forbindelse med rebudgetteringen i 2016 aktiveret den samlede reserve. For nuværende har programmet anvendt 35 pct. af det reviderede projektbudget.

De største forventede budgetoverskridelser vedrører programorganisationen, de to fjernbaneprojekter, installation af ombordudstyr og dekommissionering. Disse projekter indeholder tilsammen uforbrugte midler svarende til godt 10 mia. kr.

Siden rebudgetteringen har programmet igangsat en indsats for at forbedre den interne økonomistyring. Dette arbejde pågår fortsat.

Med disse initiativer er det lykkedes at skabe et sammenhængende billede af Signalprogrammets aktiviteter og tilhørende økonomi på et overordnet niveau, hvilket alt andet lige giver et førstehånds indtryk af, hvordan programmets økonomiske situation ser ud.

Initiativerne ændrer dog ikke på, at det foreliggende cost-to-complete budget ikke udgør et troværdigt grundlag for at vurdere Signalprogrammets reelle økonomiske situation.

## Vurdering

Kommissoriet for dette review af Signalprogrammet har lagt til grund, at Deloitte med afsæt i replanlægningen af Signalprogrammet fra efteråret 2016:

1. Vurderer graden af realismen i de aktuelle tids- og aktivitetsplaner, samt hvorvidt de er velunderbyggede.
2. Vurderer hvorvidt det opdaterede budget er realistisk og velunderbygget, herunder en gennemgået håndteringen af risici.



3. Udarbejder forslag til tiltag, der skal sikre en omkostningseffektiv koordinering mellem Signalprogrammet og øvrige dele af Banedanmarks organisation.
4. Opstiller et bruttokatalog med besparelsesforslag på 5-10 % af Signalprogrammets opdaterede anlægsudgift med henblik på at udspare en reserve samt forslag, der kan bidrage til at øge programmets robusthed.
5. Vurderer hvorvidt Signalprogrammet har tilstrækkelige styringsprocesser og -værktøjer, og om der er behov for organisatoriske tiltag.

Deloitte's vurderinger af punkt 1, 2 og 5 fremgår nedenfor, mens vores forslag, der kan bidrage til at øge programmets robusthed og styrbarhed samt bidrage til optimeringer, er behandlet i rapportens del II.

*Er de aktuelle tids- og aktivitetsplaner realistiske og velunderbyggede (punkt 1)?*

Det er vores vurdering, at de nuværende planer for installation af ombordudstyr i tog på fjernbanen er behæftet med stor usikkerhed, hvilket kan indebære forsinkelser af idriftsættelsen af strækninger. Dette kan have konsekvenser for udrulning af elektrificeringsprogrammet og indfasning af fremtidens tog.

Ligeledes vurderer vi, at der ingen luft er i udrulningsplanerne for installation af nyt signaludstyr på fjernbanen. Med afsæt i nuværende erfaringer fra Early Deployment-strækningerne, er der risiko for, at efterfølgende udrulninger igangsættes før centrale fejl og mangler er håndteret, hvilket øger sandsynligheden for forsinkelser af installationer på jernbanen.

Det samlede risikobillede taget i betragtning vurderes realismen i tids- og aktivitetsplanerne på fjernbanen således at være begrænset, mens S-baneprojektet

vurderes at have en mere robust tidsplan og budget samt et mindre kritisk risikobillede.

*Er det opdaterede budget realistisk og velunderbygget og er risici håndteret (punkt 2)?*

Vi konstaterer, at Signalprogrammet med et cost-to-complete estimate fra efteråret 2016 har tilvejebragt et helhedsorienteret billede af programmets samlede omkostninger.

Kvaliteten af det nuværende budget fra juni 2017, som indeholder opdateringer i forhold til efteråret 2016, giver efter vores vurdering usikkerhed om hvorvidt programomkostningerne er retvisende. Dette skyldes blandt andet uensartet håndtering af risici og brug af forudsætninger på tværs af projekter, eksempler på dobbeltbudgettering af poster, begrænset dokumentation for forudsætninger og manglende håndtering af en række åbne ændringsanmodninger.

Endelig vurderer vi, at håndteringen af risici historisk har været underprioriteret af Signalprogrammet og været tilrettelagt ud fra en siloorienteret tilgang i de enkelte projekter i programmet. Risici har i varierende omfang været samtænkt med tidsplan og økonomi. Dette indebærer, at Deloitte vurderer at risici ikke er håndteret tilstrækkeligt.

*Har Signalprogrammet tilstrækkelige styringsprocesser og -værktøjer (punkt 5)?*

Deloitte's analyser af Signalprogrammets centrale styringsdiscipliner peger på at den nuværende økonomistyring i begrænset omfang understøtter programmets behov, at risikostyringen har haft lav prioritet, samt at kontraktstyringen på en række større kontrakter har været uensartet og på nogle områder utilstrækkelig.

Vi konstaterer dog også, at Signalprogrammet har iværksat og fortsat er i færd med at implementere initiativer, der forventes at fremme programmets styringsgrundlag.

Deloitte's vurderinger, jævnfør punkt 1,2 og 5, har bidraget til yderligere fokusering af reviewet og har resulteret i fremsættelsen af en række forslag i rapportens del II.

## 7.2 Fokusering

Med afsæt i reviewets tre temaer vedrørende robusthed, optimering og styrbarhed, der udgør omdrejningspunktet for vores tilgang til reviewet, giver ovenstående vurdering af programmets nuværende situation anledning til at sætte fokus på fem forhold.

Disse fem forhold anser vi for særligt kritiske i forhold til at identificere løsninger, der med sigte på programmets færdiggørelse kan bidrage til øget robusthed og styrbarhed såvel som anviser optimeringsmuligheder, der kan bidrage til reetableringen af en programreserve.

### Den tekniske løsning

Danmark er, når gammelt signaludstyr udskiftes, i henhold til interoperabilitetsdirektivet pålagt at installere ERTMS på alle hovedstrækninger. På fjernbanen implementerer Signalprogrammet en teknisk løsning i et omfang, der ikke er gennemført andre steder i Europa. Løsningen implementeres efter samme standard, men indebærer mange grænseflader og installation i mange togtyper og tog, hvilket skaber en høj kompleksitet.

Selvom udviklingen af den tekniske løsning er meget fremskreden vurderes det relevant at fokusere på om

det i forhold til de tekniske løsninger på fjernbanen er muligt at øge programmets styrbarhed ved at forenkle den tekniske løsning samt at identificere funktionaliteter og signaltekniske løsninger, der ikke står mål med den forventede gevinst.

### Udrulningsplanerne

Tidsplanen for udrulning på fjernbanen er allerede for nuværende under pres. Forsinkelser af udrulningen forventes at få negative konsekvenser for andre jernbaneprogrammer og for Banedanmarks økonomi.

Derfor fokuseres på, om det i forhold til udrulning på fjernbanen er muligt at skabe mere luft i udrulningsplanerne, der kan øge planernes robusthed, samt identificere tiltag, der kan optimere udrulningsprocessen og dermed reducere risikoen for forsinkelser og eventuelt udrulningsbudgettet.

### Programorganisationen

Programorganisationen udgør cirka 30 procent af det samlede projektbudget. Organisationen har en kompleks struktur og et højt konsulentforbrug. Operation Management-enheden har et centralt ansvar for effektive processer under udrulning og en smidig transition til drift i Banedanmarks øvrige divisioner.

Program Management har, med bistand fra supportfunktionerne, ansvar for at styre de enkelte projekter og for at få det samlede program i mål inden for tidsplan, budgettet og med en tilstrækkelig kvalitet i de tekniske løsninger.

Derfor fokuseres på, om det i forhold til programorganisationen er muligt at redimensionere programorganisationens størrelse under hensyn til planlagte aktiviteter i programmets resterende levetid.

Desuden fokuseres på mulighederne for at optimere brugen af konsulenter med det formål at øge programmets styrbarhed og reducere ressourceforbrug.

Endvidere har vi fokus på om interne og eksterne godkendelsesprocesser kan optimeres med henblik på at reducere risikoen for forsinkelser i udrulningsfasen.

Endelig fokuseres på forbedringsmuligheder for programmets kontrakt-, risiko-, økonomi- og forandringsstyring.

## **Snitflader**

Programmet skal levere en ny trafikinfrastrukturløsning, som en lang række aktører er afhængig af fremadrettet, herunder Banedanmarks øvrige divisioner, jernbanevirksomheder og leverandører.

Løsningen er endvidere en forudsætning for fremtidige jernbaneprogrammer, herunder elektrificering og anvendelse af elektriske tog. Programmet har således en lang række snitflader, hvor fordeling af opgaver og ansvar potentielt kan håndteres anderledes på tværs af snitfladerne.

Konkret er allerede truffet beslutning om, at opgaver vedrørende dekommissionering, FTN og GSMR varetages af Banedanmarks Teknik-division, idet det forventes at de her kan varetages mere effektivt.

Med afsæt i de eksisterende snitflader fokuseres derfor på om yderligere overførsel af opgaver til eller fra programmet vil kunne bidrage til at øge programmets fremadrettede styrbarhed eller optimere ressourceforbruget, herunder eksempelvis som følge af bedre koordinationsmuligheder, realisering af synergieffekter og mere hensigtsmæssige incitamenter for opgaveløsningen.

## **Transition**

Programmet har historisk haft fokus på udvikling af produkter til den nye signalløsning og tests, hvilket er naturligt set i forhold til forløbet af projektets overordnede faser.

Den nye signalløsning kommer til at indebære en helt ny måde at drive jernbaneinfrastruktur på i Danmark med udgangspunkt i en for Banedanmark ny teknologi. Derfor fokuseres der på om programmet og Banedanmark har en robust transitionsstrategi for overgangen fra udrulning til drift.

## **Analyser i rapportens del II**

På baggrund af denne kortlægning og de fem nævnte forhold er der i rapportens del II præsenteret fem delanalyser med det henblik at opstille anbefalinger, der kan bidrage til at skabe øget robusthed, optimeringer og øget styrbarhed. I bilag E findes overblik over forslag samt afviste og konsoliderede hypoteser for rapportens analyser.

Delanalyserne i del II fokuserer på:

- Muligheder for redimensionering af den tekniske løsning, herunder for at øge programmets robusthed og optimere programmet ved at reducere den tekniske løsning.
- Forslag der kan bidrage til at tilføre øget robusthed og optimere udrulningsplanen.
- Muligheder for at optimere og øge programmets styrbarhed ved at forenkle programstyringen.
- Forslag til at optimere programmets snitflader til Banedanmarks øvrige divisioner og andre aktører.
- At programmet og Banedanmarks øvrige divisioner får en smidig transition til udrulning.

Ovenstående fokusering af analysearbejdet indebærer, at en række af programmets projekter ikke analyseres nærmere i forhold til muligheder for øget robusthed, optimeringer og øget styrbarhed. Disse projekter er:

- S-baneprojektet
- Anlægsarbejder (Civil works)
- Uddannelse (OI & Training)
- It-grænseflader (FIT TMS)

Fravalget skal ses i sammenhæng med, at disse projekter enten forventer lave budgetoverskridelser, ikke indeholder afhængigheder til andre jernbaneprogrammer, stort set er afsluttede eller udgør en relativt begrænset del af den samlede projektøkonomi.

KOMMERCIELT FORTROLIG

# DEL II

## ROBUSTHED, OPTIMERING OG STYRBARHED

KOMMERCIELT FORTROLIG

# Introduktion

Med afsæt i de udfordringer, der er præsenteret i kapitel 7 om situation og fokusering, indeholder denne del af rapporten afrapporteringen på fem delanalyser af mulighederne for at tilføje programmet robusthed, øget programmets styrbarhed og gennemføre optimeringer inden for programmets nuværende tidsplan og budget.

I kapitel 8 præsenteres muligheder for at redimensionere den tekniske løsning.

I kapitel 9 analyseres perspektiverne i, at skabe luft i udrulningsplanerne ved at aflyse strækninger eller re-vurdere antallet af tog, der skal udstyres med ombordudstyr.

Kapitel 10 indeholder forslag til forenklet programstyring, herunder muligheder for at optimere organisering og processer, hjemtage konsulenteropgaver og forbedre programmets styring.

Kapitel 11 indeholder en analyse af muligheder for at optimere programmets snitflader til Banedanmarks øvrige divisioner og andre aktører.

I kapitel 12 fokuseres på den interne transition programmet står overfor, herunder forslag der understøtter denne.

Kapitel 13 og 14 giver et overblik over, hvordan forslag og tiltag præsenteret i de forrige kapitler kan bidrage til opbygning af en programreserve samt tilføje yderligere robusthed og styrbarhed til programmet.

# 8 Redimensionering af den tekniske løsning

Signalprogrammet er så fremskredent, at det har vist sig vanskeligt at identificere væsentlige tiltag til redimensionering af den tekniske løsning.

## 8.1 Indramning

Der er i gennemgangen af den tekniske løsning taget afsæt i programmets mål og ramme og trukket på erfaringer med løsningsudviklingen i andre lande.

Det er tidligt i analysen konstateret, at der i forhold til en væsentlig redimensionering af den tekniske løsning, er et meget begrænset manøvrerum, idet programmet på en række områder er så fremskredent i udvikling af løsningen, at effekten af en ændring vil være begrænset eller reelt vil risikere at medføre meromkostninger.

Det er imidlertid besluttet at foretage dybere analyse af to udvalgte tekniske områder i Signalprogrammet, hvor Deloitte vurderer, at der kan være et potentiale for at styrke programmets robusthed og/eller frigøre et økonomisk råderum ved hjælp af enten simplificering eller re-skalering af de nuværende planlagte løsninger.

Robustheden kan primært relateres til en styrkelse af de nuværende tidsplaner for udrulning, mens økonomien vil kunne bidrage til etablering af en større programreserve.

Det skal påpeges, at begge de præsenterede forslag medfører betydelige udfordringer i forhold til realisering, og at de opgjorte potentialer ikke er inddraget i det samlede potentielle bidrag til etablering af en ny programreserve.

Vi mener imidlertid, at det er relevant at undersøge det tekniske område, idet realiseringen af de valgte tekniske løsninger udgør en betydelig del af Signalprogrammets tilbageværende budget. Løsningerne kan også have stor indflydelse på, hvor meget tid programmet skal bruge i forhold til de forestående test, godkendelser og udrulninger af udstyr på fjernbanen og i det rullende materiel.

Følgende to løftestænger er analyseret i dybden:

- Integration af de nuværende overkørselsanlæg på fjernbane vest med det nye signalsystem.
- Reduktion af Signalprogrammets bidrag til fornyelse af det eksisterende FTN netværk.

For hver løftestang eller tiltag er der beregnet ét eller flere scenarier, der er designet i forhold til at kunne

tydeliggøre konsekvenserne ved et differentieret ambitionsniveau for løftestangen. Scenarierne kan opfattes som en minimums-maksimums begrænsning for det enkelte tiltag primært i forhold til de forventede gevinster men også i forhold til eventuelle medfølgende konsekvenser, risici og usikkerheder. Scenarierne er samtidigt designet således, at der kun kan implementeres ét løsnings-scenarie per løftestang, idet hvert scenarie inden for hver løftestang som udgangspunkt udelukker implementeringen af det andet.

Det bemærkes, at særligt frigørelsen af et økonomisk råderum beror på et budgetgrundlag, som jævnfør kortlægningskapitlet er behæftet med væsentlige usikkerheder. Derfor forudsættes det i beregningerne af intervallet for frigørelsen af økonomien, at budgettet er retvisende, da det ellers vil være vanskeligt at vurdere de specifikke usikkerheder, konsekvenser og risici, der knytter sig til implementeringen af det enkelte tiltag.

## 8.2 Berørte projekter og planer

### Intern berøring

De løftestænger, som skal simplificere og skalere de tekniske løsninger, har primært berøring med test- og udrulningsaktiviteterne på fjernbanen (både øst og vest). Dette skyldes, at en udskiftning af samtlige nuværende overkørselsanlæg er planlagt gennemført sammen med udrulningen af signaludstyret, samt at et fungerende FTN netværk betragtes at være forudsætningskabende for det nye signaltekniske udstyrs funktionalitet, når det er installeret.

### Ekstern berøring

Det vurderes, at en integration af de eksisterende overkørselsanlæg i det nye signalsystem primært vil

berøre de dele af Banedanmarks divisioner, som står for vedligehold og fortsat drift af anlæggene. Desuden er fornyelsen af den passive del af det eksisterende FTN netværk en opgave, som er overgået til Banedanmarks Teknik- og Anlægsdivisioner, som fremadrettet gennemfører installationsarbejdet, men stadig afholder omkostningerne hertil over Signalprogrammets FTN budget.

## 8.3 Omkostnings- og prioriteringsgrundlag

Analyseområdet samlede prioriteringsgrundlag udgør således ca. ■■■ mio. kr. ud af en samlet omkostningsbase på ca. ■■■ mio. kr. En oversigt over de to løftestængers omkostnings- og prioriteringsgrundlag fremgår af Figur 8.1.

### Integration af overkørselsanlæg

Omkostningsgrundlaget for hele fjernbane vest udgør i alt ca. 3,2 mia. kr. Heraf kan ca. 458 mio. kr. relateres til design, udvikling, test og udrulning af nye overkørselsanlæg. Idet hovedparten af de omkostninger,

Figur 8.1. Omkostningsbase og samlet prioriteringsgrundlag for de tre undersøgte temaer (PL2017, mio. kr.).

Hypotesetema	Omkostningsgruppe	Omkostningsbase
	F-Rail West	Overkørsler
Overkørselsanlæg	■■■■■	
FTN		

Kilde: Signalprogrammet, Deloitte analyse.



som kan relateres til udvikling og test af nye overkørselsanlæg allerede er afholdt, beløber det egentlige prioriteringsgrundlag sig primært til materiale- og installationsudgifter, som udgør ca. 398 mio. kr.

### Reduktion af Signalprogrammets bidrag til FTN fornyelse

Omkostningsgrundlaget for GSM-R og FTN (både passiv og aktiv) udgør ca. 1,7 mia. kr., hvoraf den passive del udgør ca. ■ mio. Heraf er ca. ■ mio. kr. allerede forbrugt blandt andet i forbindelse med installation af udstyr på nogle af strækningerne i Vestdanmark og på Sjælland, hvorfor det egentlige prioriteringsgrundlag på ca. ■ mio. kr. primært består af de udgifter, der er forbundet med nedgravning og installation af udstyr på de resterende udvalgte strækninger på fjernbanen.

I de følgende afsnit analyseres hver løftestang i yderligere detalje i forhold til hhv. baggrund og indhold,

forudsætninger, implementeringstiltag, forventet resultat, med videre. Det bagvedliggende beregningsgrundlag for tiltagene fremgår af bilag B.1.

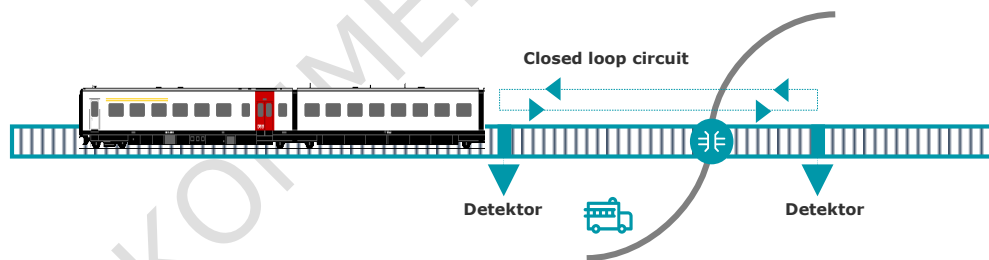
### 8.4 Integration af overkørselsanlæg

Som nævnt i kortlægningen er de nye overkørselsanlæg alle koblet op på trafikkontrollsystemet, således at de blandt andet kan fjernstyres. Samtidig kan eventuelle fejl i et overkørselsanlæg detekteres via togkontrollsystemet, hvilket betyder, at den tekniske løsning, der ligger til grund for de nye anlæg er mere avanceret end de eksisterende overkørselsanlæg. De eksisterende anlæg er for hovedpartens vedkommende "closed loop" systemer, der ikke er forbundet med hverken sikringsanlæg eller togkontrolcentre. Se Figur 8.2 for forskellene på de to overkørselsanlægstyper på fjernbanen.

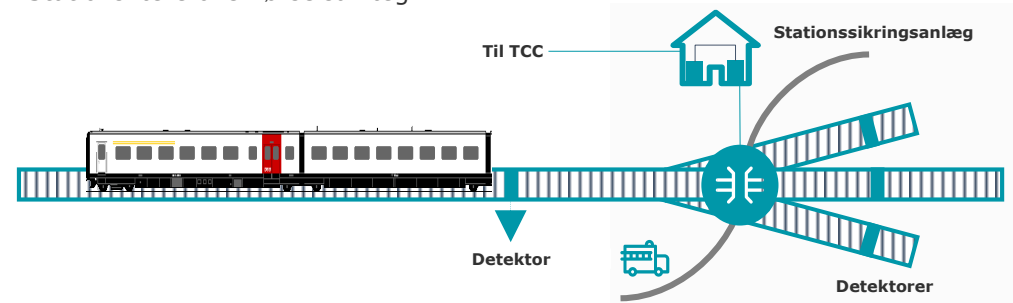
Mens det nye TMS- og sikringsystem på fjernbane øst er designet således, at det ikke kan integreres med de eksisterende overkørselsanlæg, så har leve-

Figur 8.2. Designforskelle mellem "open-road" (simple) og stationsnære (avancerede) overkørselsanlæg.

#### Open-road overkørselsanlæg



#### Stationsnære overkørselsanlæg



Kilde: Deloitte.

randøren på løsningen på fjernbane vest gjort det lettere at designe et interface, der muliggør fortsat anvendelse af de eksisterende overkørselsanlæg. Derfor rettes tiltaget udelukkende mod denne del af fjernbanen.

Ved at integrere alle eller udvalgte eksisterende overkørselsanlæg med den nye signaltekniske løsning vurderes det, at planlagte udgifter til materiale- og installationsaktiviteter kan skydes i tid, indtil de besluttes udskiftet på et senere tidspunkt.

Samtidig kan tiltaget i teorien sikre en mere robust udrulningsplan, idet installationsaktiviteterne især på de vestjyske regionale strækninger, der har mange overkørsler, er tidskrævende og kræver mange vej- og sporspærringer.

### Tiltagets forudsætninger

Det forudsættes i forbindelse med tiltaget at det er muligt at udvikle et brugbart interface mellem de eksisterende overkørselsanlæg og ERTMS løsningen. Et interface er ikke færdigudviklet, og det vurderes, at der knytter sig betydelige usikkerheder til udviklingen af et funktionsdueligt interface, ligesom at det medfører betydelige risici at drive den nyudrullede ERTMS løsning i samspil med komponenter fra det gamle sikringsregime.

Det forudsættes i forbindelse med tiltaget, at ca. 80 pct. af overkørslerne i Jylland er simple overkørselsanlæg, som er placeret på åbne strækninger, hvor der

ikke er behov for interaktion med andre togkontrollsystemer, mens der for de resterende overkørsler er tale om stationsnære anlæg, som er koblet op på sikringsanlæg, med videre.<sup>29</sup>

Det forudsættes, at hvert interface, som kobler de eksisterende overkørselsanlæg sammen med den nye signaltekniske løsning, i gennemsnit kan produceres og installeres for ca. ■■■■■ kr.<sup>30</sup> og at design og udviklingsomkostningerne beløber sig til ca. ■ mio. kr. Beløbene beror på, at der som udgangspunkt er færre stationsnære (avancerede) anlæg og flere anlæg på åbne strækninger (simple).<sup>31</sup>

Det forudsættes, at det fortsat vil være muligt at fremskaffe reservedele til de nuværende overkørselsanlæg, samt at dekommissioneret materiel fra andre strækninger i Danmark anvendes til at opretholde reservedelspuljen indtil 2030. Det forudsættes i den forbindelse desuden, at det vil være muligt at opretholde teknisk viden om vedligehold og reparation af de eksisterende overkørselsanlæg i samme periode, samt at det efter Signalprogrammets afslutning i perioden 2023-2027 vil blive ■ pct. dyrere og i perioden 2027-2030 ■ pct. dyrere for hvert år, de eksisterende overkørselsanlæg skal vedligeholdes.

Endelig forudsætter tiltaget, at leverandørens afholdte udgifter til eksempelvis udvikling, design, test og godkendelse anses for tabte for Signalprogrammet, samt at der skal betales mellem ■ og ■ mio. kr. til Thales/Strukton i ændringsanmodningsomkostninger.<sup>32</sup>

<sup>29</sup> Forudsætningen baseres på dialog med projektlederen for F-bane vest.

<sup>30</sup> Jævnfør 170821 Notat Overkørselspuljen Anlæg SP til PJON, Signalprogrammet, august 2017, s. 2.

<sup>31</sup> Forudsætningen baseres på dialog med Banedanmark Teknik.

<sup>32</sup> Forudsætningen baseres på dialog med projektlederen samt den kontraktansvarlige for F-bane vest.

## Tiltagets scenarier

For at kunne tydeliggøre muligheder og konsekvenserne ved et differentieret ambitionsniveau for løftegangen, behandles følgende scenarievarianter:

- *Scenarie 1:* Integration af de eksisterende simple overkørselsanlæg med det nye signalsystem på følgende strækninger: RO5 (Langå-Struer), RO6 (Holstebro-Esbjerg), RO7 (Skanderborg-Skjern), RO 8 (Struer-Thisted), RO10 (Sønderborg-Tinglev) og RO11 (Bramming-Tønder Grænse). Antallet af simple overkørselsanlæg udgør på disse strækninger ca. 62 pct. af alle anlæg i Jylland. Der tages forbehold for, at enkelte af de nævnte strækninger allerede er detailprojekteret, og nye overkørselsanlæg er sat i produktion (dette vedrører primært RO8 og RO5). Dette medføre sunk cost og minimerer gevinsten ved at undlade installationen af det nye udstyr på disse strækninger, hvilket er medregnet i scenariet.
- *Scenarie 2:* Integration af alle eksisterende overkørselsanlæg (både simple og avancerede) med det nye signalsystem på samtlige strækninger på fjernbane vest.

Ud over de to scenarier er det muligt at analysere på flere mulige varianter, hvor flere strækninger eller avancerede overkørsler eksempelvis kan medtages i forhold til scenarie 1. De to scenarier udgør dog højre-venstre begrænsningen for de muligheder, som vi vurderer vil være mulige at gennemføre, når Signalprogrammets nuværende udrulningssituation tages i betragtning.

## Motivation for tiltaget

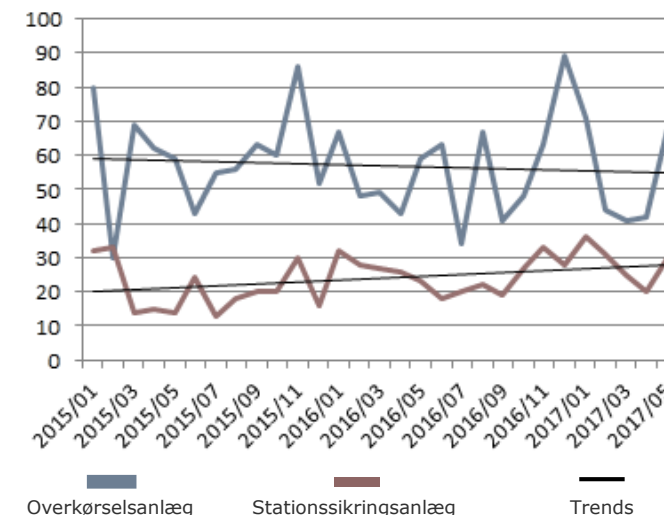
Indsamlede data viser, at fejlraten på de overkørselsanlæg, som analyseres nærmere i scenarie 1, ikke viser tegn på en forhøjet fejlrate. Tværtimod er kurven for fejl på denne del af signaludstyret svagt faldende, jævnfør Figur 8.3. Banedanmark vurderer tillige, at stabiliteten er gældende ud over de to år og fem måneder, som datagrundlaget dækker over.<sup>33</sup> Der er således ingen tegn på væsentlig degradering af overkørslernes stabilitet eller på, at materiellet allerede i dag er slidt op.

Desuden viser data fra det europæiske jernbaneagentur (ERA-IL-ERA), at antallet af togrelaterede personulykker ligger næstlavest i EU, når der tages højde for antallet af kørte togkilometer, jævnfør Figur 8.4. Der er således ikke tegn på, at sikkerhedsniveauet for de eksisterende overkørselsanlæg er kritisk lavt.

Hertil kommer, at analyser fra Banedanmark viser, at installation af ERTMS udstyr (herunder overkørselsanlæg) på de strækninger, som fremgår af scenarie 1, maksimalt forventes at medføre en tabt gevinst af kundepunktigheden på 0,07 pct. og en tabt gevinst på togpunktighed på 1,7 pct., jævnfør Tabel 8.1. Af denne tabte gevinst kan fejl på overkørselsanlæggene tilskrives ca. 40 pct. Der er derfor heller ikke et væsentligt forbedringsrelateret argument bag at skulle installere nye overkørselsanlæg på strækningerne.

Som nævnt i kortlægningssiden af denne rapport indikerer Signalprogrammet endelig, at overkørselsanlæggene på fjernbane vest er forsinkede, hvilket vur-

Figur 8.3. Antal fejl på udvalgte strækningers overkørselsanlæg og stationssikringsanlæg, 2015-2017.



Kilde: Banedanmark.

Tabel 8.1. Effekter som følge af fejl, som det nye signalsystem forventes at eliminere.

	Påvirkning på kundepunktighed	Påvirkning på togpunktighed
RO5 Langå – Struer	0,01 %	0,85 %
RO6 Holstebro – Esbjerg	0,02 %	0,71 %
RO7 Skanderborg - Skjern	0,06 %	1,70 %
RO8 Struer – Thisted	0,00 %	0,57 %
Øvrige strækninger	Ingen data	

Kilde: Banedanmark.

<sup>33</sup> Opdateret notat vedr. konsekvenser ved ikke at udrulle ERTMS på udvalgte strækninger, Banedanmark, 21. juni 2017.

deres at kunne påvirke tidsplanen væsentligt for udrulningen af signaludstyr især på de strækninger, der ligger efter EDL (RO8 og RO5).

Endelig udgør overkørselsanlæggene en væsentlig andel af den kontraherede omkostning på mange af de jyske strækninger, jævnfør Figur 8.5.

Der vurderes derfor at ikke at være hverken drift- og stabilitetsmæssige eller sikkerhedsrelaterede argumenter for at integrere de eksisterende overkørselsanlæg med det nye signalsystem.

### Implementeringstrin

Uanset valget af scenarie anbefales følgende implementeringstrin gennemført, såfremt tiltaget besluttes realiseret:

*Trin 1. Undersøg designet for interfacet i forhold til leverandørens signaludstyr.*

Det bør undersøges, hvorvidt det interface, som i 2013 blev forsøgt udviklet af Banedanmark, kan integreres med det ERTMS-udstyr, som leverandøren p.t. planlægger at udrulle på strækningerne, samt de tidshorisonter, som forventes knyttet til udviklingen.

Signalprogrammets leverandør på infrastrukturkontrakten for Vestdanmark, Thales, udtænkte et "Change Over System" (COS)-koncept for at muliggøre en smidig udrulning af ERTMS. Konceptet blev imidlertid ikke færdiggjort, idet leverandøren besluttede at forfølge en anden udrulningsstrategi. Der eksisterer således en ikke-færdiggjort designløsning, og den indledende vurdering peger på, at det kan blive problematisk at få interfacet sikkerhedsgodkendt som en permanent løsning.

*Trin 2: Indgiv Chance Request (CR) til leverandøren.*

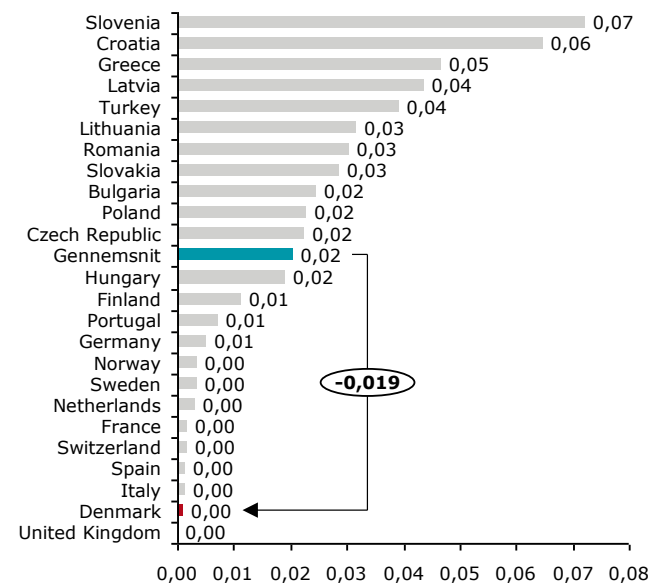
Det kontraktuelle grundlag muliggør på fjernbane vest, at de nye overkørselsanlæg kan descope på bekostning af en integrationsløsning med de eksisterende anlæg. Leverandøren skal i givet fald kompenseres for allerede afholdte udgifter forbundet med design, udvikling, test og eventuelt materialeindkøb, ligesom de kan kræve godtgørelse for eventuelle re-planlægningsomkostninger. Det vurderes desuden, at tiden forbundet med forhandlinger vedrørende en CR på overkørselsanlæg kan være langvarig (flere måneder eller endda år), hvorfor denne aktivitet kan være drivende for, hvornår færdigudviklingen, godkendelsen og installationsarbejdet for interfacet kan påbegyndes. Øvrige kontraktuelle og juridiske aspekter af løftestangen behandles videre under afsnittet om implementerbarhed.

*Trin 3: Udvikling, dispensationsansøgning, test, godkendelse samt dokumentation af interfacet*

Interfacet udvikles under ledelse af Banedanmarks øvrige divisioner i samarbejde med leverandøren på fjernbane vest eller en anden ekstern leverandør. Det skal desuden testes, godkendes og dokumenteres, således at det kan udrulles på hvert af scenariernes udvalgte strækninger.

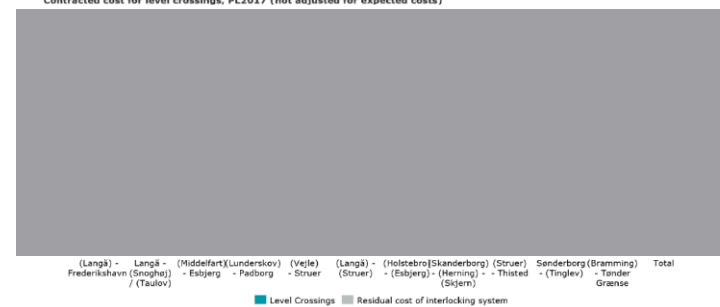
Der skal derudover søges dispensation fra den gældende overkørselsbekendtgørelse (Bekendtgørelse nr. 115 af 31. januar 2014), som påkræver, at overkørsler skal sikkerhedsopgraderes såfremt der foretages signifikante trafikale ændringer i systemet (eksempelvis ekstra bomme). Deloitte og MOTT McDonald vurderer dog, at der kan argumenteres, at en midlertidig interfaceløsning og bibeholdelse af nuværende overkørsel ikke udgør en signifikant trafikal ændring, hvorfor sikkerhedsopgradering ikke er nødvendigt. Dette har dog ikke været drøftet med Trafik-, Bygge-

Figur 8.4. Antal personulykker på overkørsler pr. million passager kilometer, 2015.



Kilde: Eurostat på baggrund af data fra ERA. Danmark rangerer lige så lavt på tal over en femårig periode.

Figur 8.5. Overkørselsanlæggenes andel af den samlede kontraherede omkostning på jyske strækninger.



Kilde: Thales/Strukton kontrakten på fjernbane Vest.

og Boligstyrelsen, som er sikkerhedsmyndighed for jernbanen.

Endelig skal der også dispenseres fra Banedanmarks interne SODB anlægsbestemmelser ("8-punkts program"), som påkræver sikkerhedsopgradering af anlæg, såfremt der foretages ændringer i ikke allerede sikkerhedsgodkendte anlæg.

### Forventet resultat: Scenarie 1

**Udgifter:** I scenariet er der relativt høje tilbageværende omkostninger for installation af de planlagte anlæg på ikke descopede strækninger, samt på stationsnære anlæg. Dertil kommer udgifterne til udvikling og installation af interfaceløsningen, hvilke beløber sig til ■ mio. kr. Hertil kommer, at leverandøren forventes at kræve omkostninger forbundet med replanlægning og yderligere design (omkostninger til Change Request) på ■ mio. kr. Således er den samlede udgift omkring ■ mio. kr. af den gamle kontrakt, og ■ mio. kr. som tillægges i kraft af den nye løsning.

**Frigjorte midler:** I scenariet kan der frigøres økonomiske midler til reserven på grund af et udskudt behov for materialeindkøb samt færre installationsaktiviteter, som primært er afhængige af antallet af overkørselsanlæg på hver strækning. De frigjorte midler beløber sig i dette scenarie til i alt ca. ■ mio. kr., som vil kunne allokeres til Signalprogrammets fremtidige budgetreserve, jævnfør Figur 8.6.

Det bemærkes dog, at tiltaget ikke realiserer en reel besparelse men blot en udskydelse af en investering i tid, idet de eksisterende overkørselsanlæg på et senere tidspunkt skal udskiftes.

**Robusthed i tidsplanen:** Signalprogrammet vurderer, at det for hver overkørsel tager leverandøren ca. ■

mandetimer at installere det nye overkørselsudstyr. Idet scenarie 1 indeholder i alt 208 overkørsler, beløber den samlede sparede tid sig til ■ timer eller ca. ■ årsværk. Installation af et tilsvarende interface vurderes af Banedanmark at beløbe sig til en arbejdsdag, hvilket for de 208 overkørsler beløber sig til ca. ■ arbejdstimer eller ca. ■ årsværk.

I forhold til sparet installationstid vurderes tiltaget derfor isoleret set og i teorien at give mere luft i udrulningsplanen på den enkelte strækning. Sparet installationstid skal dog opvejes mod den tid, som Signalprogrammet forventer at skulle bruge på udbud, kontraktindgåelse, design, udvikling, test, godkendelse og dokumentation af interfacet. Banedanmark har i den forbindelse givet udtryk for, at en lignende proces har taget op mod tre år at gennemføre. MOTT McDonald vurderer, at det ikke er den tekniske kompleksitet af interfacet, som vil forårsage en så lang udviklingsfase, men at det snarere er organisatoriske og godkendelsesmæssige flaskehalse i Signalprogrammet og i Banedanmarks øvrige divisioner, der vil være skyld i et langvarigt udviklingsforløb.

Banedanmark har inden for rammerne af denne analyse ikke været i stand til at kvantificere den tid, som forventes brugt fra design til godkendelse af interfacet, hvorfor der ikke kan konkluderes noget endeligt i forhold til tiltagets påvirkning på tidsplanen.

### Forventet resultat: Scenarie 2

**Udgifter:** Scenariets udgifter adskiller sig primært fra udgifterne i scenarie 1 ved, at der er allerede flere afholdte omkostninger, som går tabt, at omfanget af ændringsanmodningen er større, samt at den nye interfaceløsning bliver mere omfattende. Samlet set beløber disse udgifter sig til ca. ■ mio. kr., ud over ■

Figur 8.6. Udgifter og frigjorte midler i tiltagets scenarie 1 (PL2017, mio. kr.).



Kilde: Deloitte beregninger.

mio. kr. som allerede er afholdt i forbindelse med Generic Design og EDL strækningen.

Frigjorte midler: Idet både eksisterende simple og avancerede overkørselsanlæg i dette scenarie integreres med de nye signaludstyr, bliver andelen af frigjorte midler til reserven forholdsvis større. Der er således tale om ca. 38 pct. flere og mere avancerede anlæg end i scenarie 1, hvilket samlet set vurderes at beløbe sig til ■ mio. kr., som kan allokere til Signalprogrammets fremtidige budgetreserve, jævnfør Figur 8.7.

Robusthed i tidsplanen: Såfremt det sparede installationsarbejde for de ekstra overkørselsanlæg (334 i alt) tages i betragtning, vil Signalprogrammets leverandør i teorien kunne frigøre ca. ■ arbejdstimer eller ca. ■ årsværk, som modregnet installationsarbejdet for interfacet (ca. ■ arbejdstimer eller ■ årsværk) giver en øget robusthed på ca. ■ årsværk i tidsplanen hvad angår installationsaktiviteter. Som i scenarie 1 skal dette modregnes udviklingstiderne for interfacet, som Signalprogrammet ikke har været i stand til at kvantificere yderligere.

### Investeringsbehov og realiseringshorisont

Investeringsbehovet (de fremadrettede betalinger) antages at udgøre hhv.:

- Design (■ mio. kr.).
- Enkeltomkostninger til henholdsvis engineering, installation, materialer, test og kommissionering samt godkendelse, som beløber sig til i gennemsnit ■ kr. for hver overkørsel. Dertil kommer en merudgift på ■ kr. for omkring halvdelen af de simple overkørselsanlæg. Dette skyldes, at ERTMS-transmissionsudstyr, togdetekteringsudstyr og strømforsyning her er planlagt

installeret i de nye overkørselshytter. Fravær af nye overkørselshytter kræver således installation af nye selvstændige kabinetter, ændret kabling og særskilt strømforsyning.

- Øgede driftsomkostninger, som gradvist forudsættes pålagt Banedanmarks øvrige divisioner efter Signalprogrammets afslutning i 2023. Der forudsættes en årlig stigning på ■ pct. af de beregnede driftsomkostninger til overkørselsanlæg i perioden 2023-2027 og ■ pct. fra 2027 frem.

Idet de øgede driftsomkostninger først antages afholdt efter Signalprogrammets afslutning, kan netto-besparelsen isoleret set allokere fra beslutningstidspunktet. Såfremt den årlige beregnede stigning i Banedanmarks øvrige divisioners driftsomkostninger indtil 2030 skal modregnes, vil nettobeløbet, som kan allokere til budgetreserven, jævnfør Figur 8.8 udgøre ■ mio. kr. for scenarie 1 og ■ mio. kr. for scenarie 2. Banedanmark har i den forbindelse tilkendegivet, at det efter 2025 forventes at være vanskeligt at opretholde en tilstrækkelig reservedelspulje, hvorfor det ikke nødvendigvis forventes at være stigningen i driftsomkostninger, men snarere adgangen til reservedele, der bliver den begrænsende faktor for, hvor længe de eksisterende overkørselsanlæg kan holdes operative.

Dette vil dog ikke afholde Signalprogrammet fra at kunne placere midlerne i en projektreserve umiddelbart efter tiltagets vedtagelse, idet de uforbrugte midler ikke er kontraktuelt bundet. De vil dog, hvis de bruges af programmet, skulle finansieres ved en efterfølgende reinvestering.

De estimerede investeringsbehov og de øgede driftsomkostninger, som scenarierne forudsætter, er behæftet med stor usikkerhed. Dette skyldes dels, at

Figur 8.7. Udgifter og frigjorte midler i tiltagets scenarie 2 (PL2017, mio. kr.).



Kilde: Deloitte beregninger.

der er tale om forventede udgifter, som ligger langt frem i tid, og dels at værdien af en Change Request (CR) ikke er endeligt kendt, før der er opnået enighed mellem leverandør og Signalprogram om prissætningen af ændringsanmodningen. Såfremt der ikke kan opnås enighed, så kan det i værste fald ende med aktivering af tvistløsningsmekanismer, som kan være langvarige og mitigere effekten af tiltaget.

De angivne værdier er imidlertid Deloitte's bedste estimat, som er beregnet på baggrund af de data, som er stillet til rådighed for analysen.

Det bemærkes yderligere, at tiltaget ikke realiserer en reel besparelse men blot en udskydelse af en investering i tid, idet de eksisterende overkørselsanlæg på et senere tidspunkt skal udskiftes.

## Implementerbarhed

Følgende risici er identificeret i forbindelse med tiltaget:

- Der er risiko for, at omkostningerne forbundet med design, udvikling, test og godkendelse af interfacet viser sig at være dyrere end antaget.
- Der er risiko for, at leverandørens omkostninger til implementeringen af ændringsanmodningen er større end antaget eller at den endelige prissætning ikke er kendt på beslutningstidspunktet.
- Der er risiko for at dispensation ikke kan opnås fra hhv. Trafikstyrelsens overkørselsbekendtgørelse og Banedanmarks interne anlægsbestemmelser, hvilket vil medføre betydelige ekstra planlægningsomkostninger.
- Der er risiko for, at allerede planlagt nedlæggelser af nogle af de eksisterende anlæg samtidig vil medføre ekstraomkostninger i forbindelse med

den fortsatte drift af de nuværende anlæg, hvilket ikke er medregnet i tiltagets udgifter.

- Der er risiko for, at ikke kan opnås enighed om, hvorledes retvisende data for RDT (Reliability Demonstration Test), som er den del af leveringen af det nye signalsystem skal indhentes. Med introduktionen af eksisterende elementer i leverandørens samlede system kompromitteres leverandørens stabilitet og fejlrate muligvis.
- Der er risiko for, at vedligehold (både reservedele og teknisk "knowhow") af de eksisterende overkørselsanlæg efter 2025 kan være vanskeligt eller vise sig at være dyrere end vedligeholdelsesaktiviteterne på de nye anlæg.
- Der er risiko for, at design, udvikling, test, godkendelse og installation viser sig at være så langvarig en proces, at det påvirker tids- og udrulningsplanerne for de første linjer på fjernbane vest (RO5 og RO8), og at tidsplanen risikere at blive udskudt på de tidlige rollouts som følge af sene ændringer i signallayoutet.

Især de to sidstnævnte risici vurderes at være meget kritiske. Risikoen vedrørende mulige vedligeholdelsesproblemer kan enten få konsekvenser for pålideligheden af overkørslerne eller helt lukke dem, mens sidstnævnte risiko er kritisk, fordi overkørslerne på disse strækninger udgør en stor andel af det samlede antal overkørsler i Vestdanmark. Det vil derfor have konsekvenser for det beløb, som Signalprogrammet kan afsætte til programreserven, hvis det viser sig, at det af tidsmæssige årsager ikke længere er rentabelt at integrere de eksisterende overkørselsanlæg med det nye signalmateriel. Desuden vurderes en forsinkelse af udrulningen på strækningerne, som kan henføres til det nye interface mellem eksisterende overkørselsanlæg og det nye signaludstyr, at kunne give leverandøren incitament til kræve betaling for flere omkostninger forbundet med replanlægning og forøget ressourceforbrug.

Samlet set vurderes risikobilledet forbundet med implementering af de eksisterende overkørselsanlæg at være meget høj under både scenarie 1 og 2, da inklusionen af RO5 og RO8 vurderes at medføre øgede risiko for tidsplanen. Såfremt én eller flere af de identificerede risici indtræffer, kan det få massive udrulnings- og installationskonsekvenser for de enkelte strækninger.

## Juridiske og kontraktuelle forhold

I forhold til de juridiske og kontraktuelle rammer for gennemførelsen af tiltaget bemærker DLA Piper, at fjernbane Vest kontraktens appendiks 3.1, pkt. 4.3, om overkørselsanlæg giver adgang til, at der kan ske ændringer i antallet af planlagte overkørselsanlæg, der fremgår af kontraktens appendiks 3.1, attachment 6. Det følger af appendiks 3.1, pkt. 4.3, at reduktion af antallet af overkørselsanlæg, der skal fittes, vil

skulle behandles efter reglerne om Change Requests, der følger af kontraktens pkt. 6.4 samt appendiks 9. Der vil i en Change Request både kunne ske descoping af antallet af planlagte overkørselsanlæg og eventuelt samtidigt anmodes om udførelse af andre arbejder, hvis integrationen giver anledning til dette; f.eks. ændringer i den tekniske løsning i øvrigt.

Change Requests prissættes som udgangspunkt på baggrund af enhedspriserne i appendiks 12, attachment 7, jævnfør fjernbane Vest kontraktens pkt. 14.5. Uanset at Banedanmark i vid udstrækning har ret til

*Figur 8.8. Den beregnede årlige nedskrivning af de sparede omkostninger for de eksisterende overkørsler som konsekvens af implementeringen af henholdsvis scenarie 1 og 2 (PL2017, mio. kr.).*



Kilde: Deloitte.

Anm.: Det skraverede område indikerer væsentlige usikkerheder i tallene efter 2030, da de eksisterende overkørslers fejlrat er vanskelige at forudse så langt frem i tid.














via Change Request at foretage ændringer i leverancer og udrulningen heraf, er det værd at fremhæve, at Change Request procedurerne i praksis vil indebære et betydeligt element af forhandling, og at dette kan indebære tidsforbrug/forsinkelse og i sidste ende – hvis parterne ikke enes – tvister med leverandørerne.

For mere information henvises til rapportens Bilag C.

### Konklusion

Tiltagets beregnede udgifter, frigjorte midler<sup>34</sup> og risikoprofil fremgår af Tabel 8.2 nedenfor.

Tabel 8.2. Tiltagets bidrag til reetablering af reserve

	Mio. kr. (PL 2017)	
 Omkostningsgrundlag		- 
 Nettobidrag til reetablering af reserve	 (Scenarie 1)	-  (Scenarie 2)
 Forventede udgifter		
 Realiseringshorisont <sup>35</sup>		Måneder
 Implementeringsrisiko	Væsentlig	

Anm.: Beregningsgrundlaget er yderligere dokumenteret i Bilag B. Bilag foreligger i Excelark og er fremsendt særskilt til Transportministeriets departement

Deloitte konkluderer, at tiltaget i teorien vil kunne gennemføres, men at det er behæftet med mange risici, som både enkeltvis og samlet kan betyde, at det beløb, som kan henlægges til en programreserve er i fare for at blive opbrugt. Hertil kommer, at der er risiko for, at udrulningen på særligt de første strækninger i Vestdanmark kan blive forsinket væsentligt, såfremt der undervejs i udviklingen af interfacet opstår komplikationer, problemer med sikkerhedsgodkendelser, med videre.

Det er derfor den samlede anbefaling, at tiltaget kun overvejes iværksat, såfremt et eller flere af de nævnte risici kan mitigeres eller helt forsvinder, eller at udrulningssekvensen for de omtalte strækninger af andre grunde forsinkes væsentligt.

Det beregnede nettobidrag til reetablering af programreserven vil derfor ikke indeholde beløbet fra dette tiltag.

### 8.5 Reduktion af bidrag til FTN netværk

Omkostningerne til udrulningen af den passive del af FTN fordeles mellem Signalprogrammet og fornyelsesprojekter. Selve nedgravningen af fiberkabler udføres under ledelse af Banedanmarks anlægsafdeling, mens tilslutningen af signalspecifikt udstyr til FTN udføres af teknikafdelingen. Fordelingen af omkostningerne er aftalt på et styregruppemøde i Signalprogrammet i september 2016, hvor Signalprogrammets andel finansierer ca. 600 km strækning og fornyelsesprojekter ca. 320 km. strækning.

<sup>34</sup> Det bemærkes, at de frigjorte midler skal betragtes som værende en allokering af midler til en projektreserve og ikke som en reel besparelse.

<sup>35</sup> Forudsat at der ikke er uenigheder i prissætningen af Change Request, og at tvistløsningsmekanismer ikke skal aktiveres.

Ved at analysere Signalprogrammets behov for fiberkabler i forhold til kapaciteten i det eksisterende FTN-netværk, analyserer tiltaget, hvorvidt Signalprogrammets nuværende omkostningsdeling med fornyelseprojekter er korrekt ud fra et "fair share"-princip, eller om finansieringen i stedet bør findes i andre af Banedanmarks programmer, som på tilsvarende vis er medvirkende til at øge fiberkapacitetsbehovet.

### Tiltagets forudsætninger

Det forudsættes i forbindelse med tiltaget, at de strækninger, som fremgår af Figur 8.9, udgør den samlede mængde af fiberkabler, som skal udskiftes, når der tages højde for både Signalprogrammets og andre programmers samlede behov.<sup>36</sup>

Det forudsættes desuden, at Signalprogrammets kommunikationsbehov kan gennemføres gennem en fælles FTN-core, hvor flere delsystemers kommunikationsbehov (eksempelvis signalanlæg, GSM-R, internet i togene, eksterne (Telia), kørestrømssystemet, med videre) deler den fysiske kapacitet på det samme bundt af fiberkabler.<sup>37</sup>

Det forudsættes, at 10 pct. af budgettet, som i Signalprogrammet er afsat til projektstyring af FTN passiv, fortsat skal bruges i forbindelse med den videre koordination mellem Banedanmark Anlæg og Signalprogrammet.

Endelig forudsættes det, at der er "vandtætte skodder" mellem de økonomiske midler, der er allokeret til

udskiftningen af signaludstyr og de budgetter, der afsættes til øvrige af Banedanmarks fornyelsesprojekter, således at der eksempelvis ikke kan bruges midler på signalprogrambudgettet, som ikke kan henføres til behovet for udskiftningen af signaludstyr. Banedanmark påpeger, at øvrige programmer er finansieret på baggrund af en forventning om, at FTN omkostningerne varetages af Signalprogrammet og fornyelsesaktiviteterne, og at der således ikke er indregnet omkostninger til FTN i de andre programmers bevillinger.

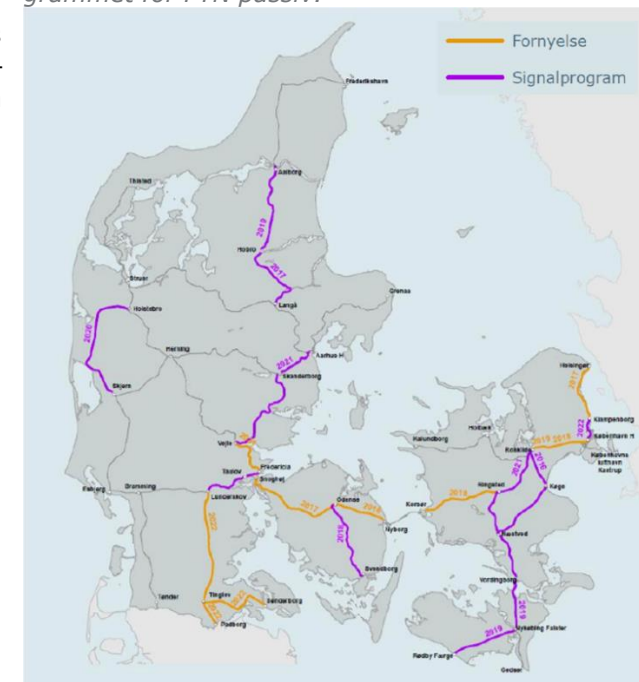
### Tiltagets scenarier

Tiltaget undersøger, hvorvidt Signalprogrammets bidrag til fornyelsen af FTN passiv dikteres af de strækninger, hvorpå signalkommunikationsbehovet overstiger den eksisterende fiberkapacitet som følge af ud-rulningen af det nye signalsystem.

Scenarie 1 udgør det nedre spænd og er alene en budgetkorrektio, da programstyringsomkostninger til FTN passiv er medtaget både som en central programomkostning og som en projektspecifik omkostning under FTN, hvorfor beløbet hertil kan reduceres.

Scenarie 2 indeholder, udover over budgetkorrektio, et estimat af, hvorvidt der i den nuværende aftale er tale om en "fair share" omkostningsfordeling mellem Signalprogrammet og de aktiviteter, som indgår under Banedanmarks Fornyelsesprogram.

Figur 8.9. Planlagte strækninger samt omkostningsfordeling mellem Signalprogrammet Fornyelsesprogrammet for FTN passiv.



Kilde: Signalprogrammet.

<sup>36</sup> Kilde: OLETO Associates, 2015.

<sup>37</sup> Forudsætningen skyldes, at der tidligere var lagt op til, at Signalprogrammets del af kommunikationsbehovet skulle løbe gennem en separat FTN-fiberledning. På de strækninger, hvor FTN passiv ikke

planlægges udskiftes, er der allerede nu planer om at anvende denne løsning.

## Motivation for tiltaget

En gennemgang af den nuværende fordeling af omkostninger mellem Signalprogrammet og fornyelsesprojekter indikerer, at Signalprogrammets andel (ca. ■ af det samlede budget for FTN passiv) er uforholdsmæssigt høj i forhold til det behov for udskiftning af fiberkabler, som det nye signaludstyr skaber. Det er således primært et fordelingsmæssigt perspektiv i forhold til den nuværende omkostningsfordeling, som motiverer os til at undersøge, hvorvidt Signalprogrammets nuværende bidrag til FTN passiv bør revurderes.

I det oprindelige 2012-budget for FTN passiv fremgår, at der oprindeligt kun var afsat ca. ■ mio. kr. til FTN fornyelse<sup>38</sup>. Desuden fremgår det af beslutningsoplægget fra 2008, der danner grund for den politiske aftale vedrørende Signalprogrammet, at der oprindeligt kun var afsat ■ mio. kr. til FTN passiv.<sup>39</sup> Der har således løbende været betydelige omkostningstigninger forbundet med udskiftningen af FTN passiv.

Uanset om det oprindeligt har været antagelsen at Signalprogrammet har haft til formål at finansiere hele eller hovedparten af FTN arbejdet, bidrager det overordnet til den samlede risiko for programmet, at opgaven oprindeligt har været forankret her. Det skal naturligvis afdækkes i hvilket omfang en omfordeling er mulig, både set ud fra øvrige programmer, projekter og opgavers indhold og ud fra en betragtning om hvorvidt der under deres økonomiske rammer kan findes øget finansiering til FTN arbejdet.

## Implementeringstrin

Følgende implementeringstrin gennemføres:

*Trin 1: Realloker midler til FTN passiv:*

Såfremt det findes muligt, med afsæt i øvrige programmer og projekters økonomiske rammer, at finde grundlag for en ændret allokering af finansieringen af FTN-arbejdet, gennemføres en reallokering af FTN budgettet, således at det i højere grad reflekterer programmernes behov.

For scenarie 1 kan de fejlplacerede midler inddrages i reserven direkte.

### Forventet resultat: Scenarie 1

Udgifter: På nuværende tidspunkt, er project management omkostningerne til FTN passiv medtaget både som en central programomkostning og som en projektspecifik omkostning under FTN, hvorfor beløbet hertil kan helt fjernes fra omkostningsbasen i det nuværende project management budget.

Frigjorte midler: Der frigøres omkring 43 mio. kr. ved tiltaget. Midlerne frigøres fra det nuværende Project Management budget, og således ikke de midler som er overført til Banedanmark i forbindelse med basisorganisationens overtagelse af FTN Passiv projektet.

Robusthed i tidsplanen: Scenariet vurderes ikke at påvirke udrulningsplanen for FTN passiv hverken negativt eller positivt.

<sup>38</sup> Analyse af Signalprogrammets budgetspor fra 2008 til 2012 samt opgørelse af "Cost-to-complete", s. 22, KPMG, 2016.

<sup>39</sup> Ibid. s. 16.

**Forventet resultat: Scenarie 2**

Udgifter: **Error! Reference source not found.** viser, på hvilke strækninger FTN passiv bør udskiftes som følge af utilstrækkelig fiberkapacitet i det eksisterende FTN netværk, når der ikke tages højde for den del af fiberkabelforøgelsen, som skyldes det nye signaludstyr. Det fremgår heraf, at 27 af 38 strækninger (72 pct. af de forventede omkostninger forbundet med fornyelse af FTN passiv på fjernbanen) har utilstrækkelig fiberkapacitet, selv hvis det nye signaludstyr ikke blev installeret.

Af samme tabel fremgår de strækninger på fjernbanen, hvor det nye signaludstyr er årsagen til, at FTN passiv bør udskiftes, fordi Signalprogrammets øgede behov for fibre overstiger den eksisterende FTN kapacitet. Signalprogrammet kan således tilskrives et fremtidigt utilstrækkeligt fiberbehov på de resterende 11 strækninger (svarende til ca. 28 pct. af de samlede FTN passiv omkostninger).<sup>40</sup>

Signalprogrammets "fair share" andel af FTN udskiftningen bør således udgøre ca. 28 pct. af det samlede behov, mens den resterende andel skyldes andre programmers behov, FTN linjer hvor kapaciteten er reduceret som funktion af nedslidning, aftaler med eksisterende jernbanevirksomheder, med videre.

Såfremt Signalprogrammets "fair share" andel på 28 pct. af den totale omkostningsbase for FTN passiv på 422 mio. kr. (412 mio. kr. i PL16) opgøres, beløber udgifterne sig til ca. ■ mio. kr. Hertil kommer de installationsaktiviteter, som kan tilskrives den specifikke

Tabel 8.3. Oversigt over manglende fibre (Gaps) i den eksisterende fiberkapacitet med og uden Signalprogrammets fiberbehov.

Område	Strækning	Gaps i fiberbehov i 2022 uden Signalprogrammet	Gaps i fiberbehov i 2022 med Signalprogrammet	Har SP skabt behov?
Øst - Sjælland	København - Roskilde			Nej
	Roskilde - Ringsted			Nej
	Ringsted - Korsør			Nej
	Ringsted - Nykøbing F.			Nej
	Nykøbing F. - Rødby			Nej
	Holbæk - Kalundborg			Nej
	Roskilde - Holbæk			Nej
	København - Helsingør			Nej
	Roskilde - Næstved			Nej
	Kbh - Køge - Ringsted			Nej
	Bistrækning nær Kbh			Nej
	Storebælt			Nej
	København - Øresund			Nej
Øst - Fyn	Odense - Nyborg			Nej
	Odense - Fredericia			Nej
	Odense - Svendborg			Nej
Vest - Jylland	Langå - Ålborg			Nej
	Langå - Århus			Ja
	Århus - Fredericia			Nej
	Lunderskov - Padborg			Nej
	Fredericia - Lunderskov			Nej
	Lunderskov - Bramming			Ja
	Bramming - Esbjerg			Nej
	Taulov - Snoghøj			Ja
	Langå - Struer			Ja
	Ålborg - Frederikshavn			Ja
	Vejle - Herning			Nej
	Skanderborg - Herning			Ja
	Herning - Skjern			Ja
	Tinglev - Sønderborg			Nej
	Struer - Holstebro			Ja
	Holstebro - Herning			Ja
	Struer - Thisted			Ja
	Skjern - Holstebro			Nej
	Skjern - Esbjerg			Nej
	Tønder - Bramming			Ja
Århus - Grenå	Nej			
Tønder - Tysk grænse	Nej			

■ Gap i fiberkapacitet

Kilde: OLETO Associates, 2015.

2016-2022, så kan ingen af disse strækninger tilskrives Signalprogrammets øgede behov.

<sup>40</sup> "Fair share" betragtningen gælder for alle strækninger på hele F-banen. Såfremt der i stedet tages højde for de strækninger, som jævnfør aftale med Fornyelsesprogrammet skal udskiftes i perioden

opkobling af signaludstyr til FTN ("last mile"-omkostninger), som beløber sig til ca. ■ mio. kr. og 46 mio. kr., som allerede er afholdt af Signalprogrammet på strækninger, som ikke indgår i de seneste beslutningsgrundlag om finansiering.

Hertil kommer, at kun 10 pct. af det oprindelige budget for projektstyring forudsættes anvendt til den videre koordination mellem Signalprogram og Banedanmark Anlæg, hvilket beløber sig til ca. 5 mio. kr. af en oprindelig budgetpost på ca. 49 mio. kr.

Samlet set kan udgifterne i scenariet således opsummeres til ca. ■ mio. kr. – udgifter som imidlertid var planlagt i det oprindelige budget, og således ikke er additionelle.

Frigjorte midler: Når Signalprogrammets nuværende budget på 444 mio. kr. for FTN passiv tages i betragtning, frigør scenariet ca. ■ mio. kr., som kan allokeres til Signalprogrammets fremtidige budgetreserve, jævnfør Figur 8.10.

Robusthed i tidsplanen: Scenariet vurderes ikke at påvirke udrulningsplanen for FTN passiv hverken negativt eller positivt, idet der udelukkende er tale om en "fair share"-betragtning i forhold til fordelingen af omkostninger og ikke eksempelvis installationsaktiviteter.

### **Investeringsbehov og realiseringshorisont**

Idet der er tale om et budgetteringsmæssigt tiltag, er der ikke behov for nogen investering, for at det kan realiseres. Det beløb, som kan afsættes til en fremtidig budgetreserve, vurderes at kunne allokeres som budgetreserve i Signalprogrammet efter udarbejdelse

af de analyser, som anbefales i afsnittet om implementeringstrin, og som antages at kunne tage op til seks måneder.

### **Implementerbarhed**

Identificerede risici: Som nævnt under gennemgangen af implementeringstrin forudsætter de frigjorte midler, at der allokeres midler fra andre dele af Banedanmarks organisation, såfremt den nuværende fornyelsesplan for FTN passiv skal fastholdes.

Følgende risici er identificeret i forbindelse med tiltaget:

- Der er risiko for, at det ikke er muligt at finansiere de valgte strækninger med nyt FTN passivt udstyr fra andre dele af Banedanmarks organisation, hvorfor udrulningsplanen for FTN må revurderes. Det vurderes af Signalprogrammet, at ændringer i udrulningsplanen for FTN passiv vil være omkostningsdrivende for FTN aktiv, da it-løsningen er designet på baggrund af den eksisterende udrulningsplan. Disse omkostninger er ikke opgjort, da det antages at udrulningsplanen forbliver uændret.
- Såfremt det ikke er muligt at finde finansiering til den nuværende udrulningsplan, er der risiko for, at en forøget anvendelse af det eksisterende FTN netværk med det nye signalsystem vil kunne nedsætte den generelle driftsstabilitet på signaludstyret.

Samlet set vurderes risikoen ved at gennemføre en "fair share" omkostningsfordeling at være lav, idet det blot tydeliggør, hvilke af Banedanmarks programmer, der bør medvirke til at finansiere en udskiftning af FTN passiv. Dog vurderes det for nuværende i begrænset grad sandsynligt at der kan findes relevant

økonomiske råderum i andre programmer eller projekter til at bidrage yderligere til finansieringen af FTN-arbejdet.

### Juridiske og kontraktuelle forhold

Det følger af fjernbane-kontrakternes pkt. 6.7, at ændringer i kundens (Banedanmarks) miljø, som ikke er forudsat i kontrakten, og som i væsentlig grad kan påvirke leverandørens opfyldelse af sine forpligtelser efter kontrakten, skal håndteres som Change Requests efter pkt. 6.4 og appendiks 9, hvis kunden ikke efter krav fra leverandøren kan eller ønsker at genoprette det forudsatte miljø. Efter kontrakternes pkt. 4.7 skal kunden informere leverandøren hurtigst muligt i tilfælde af mulige ændringer i kundens miljø, som kan spille en rolle for leverandørens leverance.

### Konklusion

Tiltagets beregnede udgifter, frigjorte midler<sup>41</sup> og risikoprofil fremgår af Tabel 8.4 nedenfor.

Deloitte konkluderer, at tiltaget kan realiseres, men at de midler som kan frigøres til reetablering af Signalprogrammet budgetreserve, udelukkende vil flytte en udgiftspost fra Signalprogrammet og placere den et andet sted i Banedanmark. Tiltagets bidrag vil derfor ikke blive medtaget i den opgørelse, der senere i rapporten opgør det samlede beløb, som vil kunne allokeres til etablering af en fremtidig reserve i programmet.

<sup>41</sup> Det bemærkes, at dobbeltkonteringen af udgifter til organisationen kan betragtes som en reel besparelse, mens øvrige frigjorte midler skal betragtes som værende en allokering af midler til en projektreserve og ikke som en besparelse.

Tabel 8.4. Tiltagets bidrag til reetablering af reserve.

Mio. kr. (PL 2017)		
🕒 Omkostningsgrundlag		
📈 Nettobidrag til reetablering af reserve		
👤 Forventede udgifter		
📅 Realiseringshorisont <sup>42</sup>	0-6	Måneder
🔑 Implementeringsrisiko		Lav

Anm.: Beregningsgrundlaget er yderligere dokumenteret i Bilag B. 2.

## 8.6 Implementering og gevinstrealisering

### Tiltagens indbyrdes afhængighed

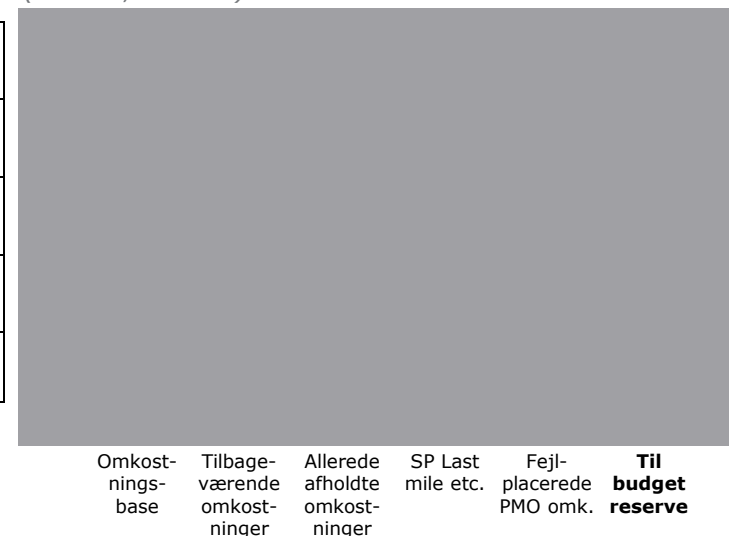
De to løftestænger vurderes mulige at kombinere frit i forhold til sammensætningen af mulige scenarier.

### Tiltagens eksterne afhængigheder

Implementeringen af de eksisterende overkørselsanlæg skal planlægges nøje med udrulningen af nyt signaludstyr på strækninger i Jylland, idet de planlægges gennemført som en del af den generelle udrulning og ikke som et separat projekt. En ændring i udrulningsplanen bør derfor automatisk fordrer beslutningstagere

<sup>42</sup> Forudsat at der ikke er uenigheder i prissætningen af Change Request, og at tvistløsningsmekanismer ikke aktiveres.

Figur 8.10. "Fair share" budgettets komponenter (PL2017, mio. kr.).



Kilde: Deloitte beregning.






til at genbesøge motivationen for at beholde de eksisterende overkørselsanlæg.

For FTN passiv vurderes Signalprogrammets andel af finansieringen at være større end det behov, som det nye signaludstyr skaber, og at andre programmets behov, fornyelsesaktiviteter, mv. finansieres for Signalprogrammets afsatte midler. Implementeringen af tiltaget har dog den konsekvens, at FTN fornyelsen enten skal finansieres af andre dele af Banedanmarks organisation, eller at fornyelsen af FTN netværket må revurderes i forhold til det revurderede budget, der er til rådighed.

Analyseområdet samlede mulige gevinstrealisering i forhold til reetablering af en budgetreserve fremgår af Tabel 8.5 nedenfor.

Som tidligere nævnt vurderer Deloitte, at begge tiltag ikke bør medregnes i den samlede opgørelse ud over det dobbeltbudgetterede beløb på 43 mio. vedr. FTN-opgaven, som vil kunne allokere til en fremtidig programreserve. Dette skyldes dels, at risici forbundet med det første tiltag vurderes at være for høje i forhold til det forventede udbytte, og for det andet tiltag at omkostningen blot vil blive flyttet til et andet sted i Banedanmarks organisation.

Tabel 8.5. Det tekniske analyseområdes bidrag til reetablering af reserve.

		Mio. kr. (PL 2017)			
	Omkostningsgrundlag	[Redacted]			
	Nettobidrag til reetablering af reserve	[Redacted]			
	Forventede udgifter (allerede fraregnet)	[Redacted]			
	Realiseringshorisont <sup>43</sup>	3	-	6	Måneder
	Implementeringsrisiko	Lav til moderat			

Anm.: Beregningsgrundlaget er yderligere dokumenteret i Bilag B. 1. og Bilag B. 2.

## 8.7 Risici og konsekvenser

Tiltagens identificerede risici og konsekvenser vurderes ikke at interagere med hinanden og kan derfor behandles enkeltvis, selv om tiltagene inden for analyseområdet kombineres.

<sup>43</sup> Forudsat at der ikke er uenigheder i prissætningen af Change Request, og at tvistløsningsmekanismer ikke aktiveres.

## 9 Optimeret udrulning

Reduceret udrulning vurderes sammen med et bedre designgrundlag, og optimering af dekommissioneringsaktiviteter at kunne styrke udrulningsplanens robusthed og øge programmets budgetreserve.

### 9.1 Indramning

I dette kapitel analyseres udvalgte områder af Signalprogrammets udrulningsplan, hvor Deloitte vurderer, at det ved hjælp af enten skalering eller øget anvendelse af synergi med andre af Banedanmarks afdelinger vil være muligt at styrke robustheden af programmets overordnede tidsplan samt at frigøre et økonomisk råderum, som kan bidrage til etablering af en større programreserve.

Vi mener, at det er relevant at belyse de mest kritiske dele af udrulningsplanen, da vi jævnfør kortlægningskapitlet vurderer, at der er væsentlige usikkerheder forbundet med visse udrulningsaktiviteter, som kan få stor indflydelse på den overordnede programtidsplan og på det samlede programbudget. Hertil kommer, at en forsinkelse af udrulningsaktiviteterne kan få betydelige konsekvenser for andre af Banedanmarks pro-

grammer, herunder Fornyelses- og Elektrificeringsprogrammerne samt for DSBs indfasning af nye elektriske tog. En forsinket og/eller fordyret udrulningsplan kan således få konsekvenser både internt og eksternt.

Givet Signalprogrammets nuværende økonomiske situation, hvor størstedelen af programreserven er disponeret, mener vi desuden, at det på nuværende tidspunkt vil være relevant at undersøge mulighederne for en re-skalering af udrulningen. Det skyldes, at en udskydelse af disse overvejelser til senere i udrulningsfasen vurderes at ville fordyre og yderligere komplicere programmets færdiggørelse

Følgende løftestænger analyseres:

- Ingen udrulning af nyt signaludstyr på følgende strækninger på Fyn og i Jylland: Odense-Svendborg, Struer-Thisted, Langå-Struer, Skanderborg-Skjern, Holstebro-Esbjerg, Bramming-Tøndergrænse, Sønderborg-Tinglev.
- Reduktion i antallet af tog og togtyper, som skal modificeres med nyt signaludstyr.
- Forbedring af det designgrundlag som Signalprogrammet i samarbejde med leverandøren anvender til planlægning af udrulningsaktiviteter.
- Reduktion af dekommissioneringsudgifterne forbundet med nedtagning af det eksisterende signaludstyr samt udnyttelse af synergier med Banedanmarks øvrige divisioner.



Som for re-dimensioneringen af den tekniske løsning opstilles der for hver løftestang en række scenarier, som tydeliggør det løsningsrum, som vi vurderer, er muligt at gennemføre på nuværende tidspunkt i Signalprogrammets udrulningsplan.

Grundtanken i Deloitte's forslag til aflysning af strækninger er at fokusere udrulningen af Signalprogrammet på hovedstrækninger med henblik på, at disse udrulninger kan gennemføres inden elektrificering udrulles samt at elektrificering kan gennemføres inden introduktion af fremtidens tog.

Hertil kommer, at Signalprogrammet først udrulles på de strækninger, hvor de positive effekter for togdrift og passagerer vil være størst, og hvor det er påkrævet i henhold det europæiske interoperabilitetsdirektiv. Aflysning af strækningerne vil endvidere give mulighed for at etablere en beslutningsport efter gennemførelse af early deployment strækningerne.

For så vidt angår reduktion i antallet af tog, der skal udstyres med ombordudstyr, har grundtanken været i videst muligt omfang at reducere antallet, under hensyn til at operatørerne fortsat kan udnytte deres togflåde på tværs af alle relevante strækninger samt minimere investeringer i materiel, som er planlagt dekommissioneret i nærmeste fremtid.

For de præsenterede forslag om aflysning af strækninger gælder, at eventuel fremtidig udrulning vil kræve nye investeringer. Idet der er udgifter forbundet med af aflyse udrulning af ERTMS på en strækning vurderes en aflysning af en strækning efterfulgt af en fremtidig investering i udrulning på selv samme strækninger samlet set at være behæftet med merudgifter. Deloitte finder dog forslagene relevante, idet

det forudsættes at tidsrammen og budgettet for programmet ønskes fastholdt, og samtidig muliggør det opstillingen af en fremtidig beslutningsport hvorfra beslutningen om yderligere udrulning kan træffes.

## 9.2 Berørte projekter og planer

### Intern berøring

De løftestænger, som handler om at reducere udrulningsaktiviteterne for tog, togtyper og signalmateriel på fjernbanen, har generelt berøring med de fleste andre projekter i Signalprogrammet.

Strækningen mellem Odense og Svendborg er en del af projektet for fjernbane øst, og en udeladelse af installation af nyt signaludstyr vil på denne strækning naturligt berøre den nuværende udrulningsplan. På tilsvarende vis vil aflysningen af strækningerne i Jylland have konsekvenser for udrulningen af udstyr på det øvrige jyske banenet. Hertil kommer, at udeladelse af udrulningen af udstyr på banenettet vil kunne påvirke antallet af tog og togtyper, som skal modificeres og gøres ERTMS-kompatible. Desuden vil flere strækninger, hvor det eksisterende signalmateriel beholdes, kunne påvirke omfanget af aktiviteter, der kan relateres til både FTN passiv og aktiv, idet der ikke længere i samme grad er behov for en fornyelse af telekommunikationsløsningerne. Endelig vil dekommissioneringsaktiviteterne for det eksisterende signalmateriel kunne blive berørt, såfremt dette materiel alligevel ikke udskiftes på de udvalgte strækninger.

For løftestangen, som omhandler forbedring af det nuværende designgrundlag, forventes udrulningsplanerne for henholdsvis fjernbane øst og vest berørt, idet der i tiltaget lægges op til, at der i højere grad

end tidligere skal afsættes tid til konsolidering af designgrundlaget i aktivitetsplanen.

### **Ekstern berøring**

Tiltaget, som omhandler fortsat anvendelse af det eksisterende signalmateriel på udvalgte strækninger, vil berøre de dele af Banedanmarks afdelinger, som har det fortsatte ansvar for drift og vedligehold af signaludstyr på banelegemet, og Banedanmarks Trafikstyringsdivision, som i lyset af ERTMS udrulningen er planlagt sammenlagt til større enheder. Desuden berøres de jernbanevirksomheder (DSB og Arriva m.fl.), som anvender strækningerne, idet såvel tog som lokoførere skal kunne befærde både de eksisterende strækninger og de nye ERTMS-modificerede linjer.

For tiltaget, der reducerer antallet af tog og togtyper, som skal gøres ERTMS-kompatible, forventes DSB at blive berørt i forhold til antallet af driftsklare tog, idet samtlige togtyper i tiltaget kan relateres til denne jernbanevirksomhed.

Omfanget af dekommissioneringsaktiviteter vurderes at have berøring med de afdelinger i Banedanmark, som har til opgave at forestå den fortsatte nødvendige vedligeholdelse af det signalmateriel, som ikke længere bruges, men som stadig kræver en vist tilsyn.

### **9.3 Omkostnings- og prioriteringsgrundlag**

Det samlede prioriteringsgrundlag udgør ca. 3,2 mia. kr. ud af en samlet omkostningsbase på 8,8 mia. kr. En oversigt over de fire løftestængers omkostnings- og prioriteringsgrundlag fremgår af Figur 9.1 på næste side.

I de følgende afsnit analyseres hver løftestang i større detalje i forhold til hhv. baggrund og indhold, forudsætninger, implementeringstiltag, forventet resultat, mv. Det bagved liggende beregningsgrundlag for tiltagene fremgår af Bilag B. 3-Bilag B. 6.

### **Ingen udrulning af signaludstyr på udvalgte strækninger**

Omkostningsgrundlaget for hele fjernbane vest og øst udgør i alt ca. 6,1 mia. kr. Heraf kan ca. ■ mia. kr. henføres til omkostninger på de strækninger, som behandles i tiltaget, hvoraf ca. ■ mia. kr. er allerede afholdte omkostninger i forbindelse med strækningernes andel af bl.a. design-, udviklings- og testaktiviteter. Tiltagets reelle prioriteringsgrundlag udgør på nuværende tidspunkt således ca. ■ mia. kr.

### **Reduktion i antallet af tog og togtyper**

Det samlede budget for installation af udstyr i tog udgør ca. 1,7 mia. kr. Heraf kan ca. ■ mio. kr. tilskrives STM og ERTMS fitment i tog- og lokomotivtyper (IC4, ME og MK), som behandles i tiltaget. Andelen af allerede afholdte omkostninger beløber sig for typerne til ca. ■ mio. kr., hvorfor det reelle prioriteringsgrundlag beløber sig til ca. ■ mio. kr.

### **Forbedring af designgrundlag**

Der er ikke afsat midler til denne aktivitet på Signalprogrammets budgetter, hvorfor der i udgangspunktet heller ikke er noget prioriteringsgrundlag.

### **Reduktion af dekommissioneringsudgifter**

Det samlede dekommissioneringsbudget er på ca. 1.002 mio. kr. Heraf kan ca. 850 mio. kr. henføres til aktiviteter på fjernbanen, mens de resterende ca. 150

mio. kr. kan henføres til S-banen. Idet dekommissioneringsaktiviteterne endnu ikke er igangsat, udgør det fulde beløb prioriteringsgrundlaget for tiltaget.

## 9.4 Ingen udrulning af nyt signaludstyr på udvalgte strækninger på fjernbanen

I Signalprogrammets nuværende udrulningsstrategi sker udrulningen af nyt signaludstyr indledningsvis på teststrækninger (EDL), dernæst på regionale linjer og først til sidst på hovedlinjerne. Dette gælder både udrulningsplanerne på fjernbane øst og vest.

Udrulningsstrategien begrundes fra Signalprogrammets side primært med, at der er fundet for mange fejl og sket for store forsinkelser på udrulningen af EDL, og at det derfor er usikkert, om systemet er robust nok til at påbegynde udrulning direkte på hovedbanestrækningerne, når EDL er afsluttet. Derfor vurderes den nuværende udrulningsstrategi af signaludstyr (først på de regionale linjer, dernæst på hovednettet) at være et udtryk for følgende:

- De erfaringer, som burde være indhentet i forbindelse med EDL, har ikke været tilstrækkelige, til at udrulning på hovedlinjerne kan påbegyndes.
- En stram tidsplan for færdiggørelse af udrulningen på det resterende banenet tillader ikke, at der bruges mere tid på EDL, før udrulningsaktiviteter på andre strækninger må igangsættes. Dog er tiden afsat til afgørende EDL tests udvidet, for at kunne teste mere inden systemet idriftsættes.
- Manglende erfaringer fra EDL må indhentes løbende på den efterfølgende udrulning på regionale linjer.
- Konsekvenserne af eventuelle yderligere forsinkelser i udrulningen vurderes i mindre grad at genere

togdriften på de regionale linjer set i forhold til en udrulning direkte på hovedlinjerne.

Det vurderes således, at udrulningsstrategien i nogen grad forsøger at tage højde for effekten af de nuværende problemer på EDL og i mindre grad tager højde for de problemer, som vil kunne opstå, hvis programmet yderligere fordyres eller forsinkes. Derudover indeholder strategien den iboende svaghed, at erfaringer indhentet på EDL, grundet topologien og manglende kompleksitet, ikke vil dække samme problematikker som må forventes at opstå på de komplekse hovedstrækninger.

Figur 9.1. Omkostningsbase og samlet prioriteringsgrundlag for de fem undersøgte temaer (PL2017, mio. kr.).

Hypotesetema	Primær omkostningsgruppe	Omkostningsbase
	Onboard	Tog typer i scope
Fitment af tog		
Udrulning F-bane Øst		
Udrulning F-bane Vest		
Dekommissionering		

Kilde: Signalprogrammets Cost-to-complete budget.

Anm.: Omkostningsgruppen benævnes "primær" da omkostningsbasen i visse tilfælde vil inkludere omkostningskomponenter fra andre grupper end den illustrerede. Det er eksempelvis tilfældet for udrulning fjernbane øst/vest, hvor omkostninger fra PMO også indgår i omkostningsbasens prioriteringsgrundlag.

Ved en fordyrelse af den nuværende udrulningsplan er der risiko for, at man vil være tvunget til at bevillige Signalprogrammet et større budget, fordi konsekvenserne ved ikke at kunne færdiggøre de sidste strækninger i udrulningsplanen (hovedlinjerne) vil have så store konsekvenser for togtrafikken, at der reelt ikke vil være noget alternativ. Dog pointerer Signalprogrammet, at nuværende planlægning indeholder udvalgte "anker" linjer, som kan prioriteres over lokallinjer i tilfælde af yderligere forsinkelser.

En yderligere forsinkelse af Signalprogrammets udrulningsaktiviteter vil imidlertid kunne medføre, at andre store programmer i Banedanmark som eksempelvis elektrificeringsprogrammet, samt DSBs anskaffelse af nye elektriske tog ligeledes kunne blive forsinket, hvilket vurderes at kunne få store økonomiske konsekvenser. Derudover vil forsinkelser kunne skabe et behov for replanlægning af Banedanmarks anlægsplan (herunder fornyelsesprojekter og hastighedsopgraderinger).

Tiltaget undersøger derfor muligheden for at skabe et tidsmæssigt og økonomisk råderum, som både kan tilgodese de manglende erfaringer fra EDL samt mitiggøre konsekvenserne ved en eventuel fordyrelse eller forsinkelse af programmet. Dette gælder i særlig grad påvirkningen på andre af de store programmer, som er tilknyttet fjernbanen, og som er afhængige af, at Signalprogrammet gøres færdigt til tiden.

### Tiltagets forudsætninger

Tiltaget forudsætter, at det eksisterende signaludstyr på de udvalgte linjer fortsat kan vedligeholdes i en længere årrække, og at der kan opretholdes kompetencer og viden om udstyrets funktionalitet inden for Banedanmarks driftsorganisation.

For det fortsatte vedligehold af signaludstyret forudsætter tiltaget desuden, at der inden for Signalprogrammet levetid afsættes driftsmidler i yderligere tre år, der modsvarer de nuværende årlige driftsudgifter på de udvalgte strækninger. Herefter forudsættes de nuværende driftsudgifter på strækningerne at stige med årligt med ■ pct. i perioden 2023-2027 og med ■ pct. i perioden 2027-2030.

Stigningen begrundes med en fordyrelse i forbindelse med anskaffelse af nye reservedele, omkostninger til test og genanvendelse af udstyret fra de linjer, som fornyes, samt generelle omkostningsstigninger forbundet med at skulle vedligeholde specifikt materiel på færre linjer (tab af stordriftsfordele, fornyet kontraktindgåelse, mv.). Beregninger på fortsat drift af udstyret efter 2030 er ikke udført, da usikkerhederne herved vurderes at være for store.

Banedanmark påpeger at noget af udstyret ikke vil have en eksponentielt stigende vedligeholdelsesomkostning, men at noget udstyr helt falder bort og skal genanskaffes på de udskudte strækninger. Det har imidlertid ikke været muligt for Banedanmark at kvalificere omfanget af denne dynamik.

For den fortsatte togdrift forudsættes det, at de nuværende togkontrolcentre opretholdes i det omfang de understøtter de udvalgte strækninger. Der gives i den forbindelse forhøjede lønninger til det personale, som skal drive centrene, da det må forventes at blive mere og mere vanskeligt at opretholde en kompetent medarbejderskare på området.

I forbindelse med projektstyringsrelaterede aktiviteter på både fjernbane øst og vest forudsættes det, at omkostninger i varierende grad kan reduceres alt afhængig af den specifikke aktivitet, som understøtter

udrulningen af materiel på strækningen. De enkelte forudsatte reduktioner fremgår af Bilag B. 3 og Bilag B. 4.

Det forudsættes desuden, at leverandøren vil kræve

Endelig forudsættes det, at det er muligt at implementere overgange fra det gamle signalsystem til ERTMS-systemet på de stationer, der adskiller det nye signaludstyr fra det eksisterende. Løsningen forudsættes at minde om den allerede planlagte løsning ved overgange fra privatbanerne til Banedanmarks banenet.

### Tiltagets scenarier

Der opstilles to scenarier. I scenarie 1 undlades udrulningen af det nye signaludstyr på følgende strækninger:

- Fjernbane vest:
  - RO8 Struer-Thisted
  - RO5: Langå-Struer
  - RO7 Skanderborg-Skjern
  - RO6 Holstebro-Esbjerg
  - RO11 Bramming-Tønder grænse
  - RO10 Sønderborg-Tinglev
- Fjernbane øst:
  - RO10: Odense-Svendborg

De frigjorte økonomiske midler anvendes til at genetablere Signalprogrammets budgetreserve. Eventu-

elle besparelser i tidsplanen kan anvendes til at forlænge EDL, styrke udrulningsplanerne for de resterende linjer (eksempelvis hovedlinjerne) eller skabe robusthed i forhold til andre store programmer på fjernbanen. Det eksisterende signaludstyr drives videre indtil 2030.

I scenarie 2 fortsætter udrulningen af nyt signaludstyr på allerede påbegyndte strækninger (RO8 Struer-Thisted samt RO5 Langå-Struer), mens udrulningen på de resterende strækninger i scenarie 1 fortsat udelades. Det betyder, at nyt signaludstyr udelades på følgende linjer:

- Fjernbane vest:
  - RO7 Skanderborg-Skjern
  - RO6 Holstebro-Esbjerg
  - RO11 Bramming-Tønder grænse
  - RO10 Sønderborg-Tinglev
- Fjernbane øst:
  - RO10: Odense-Svendborg

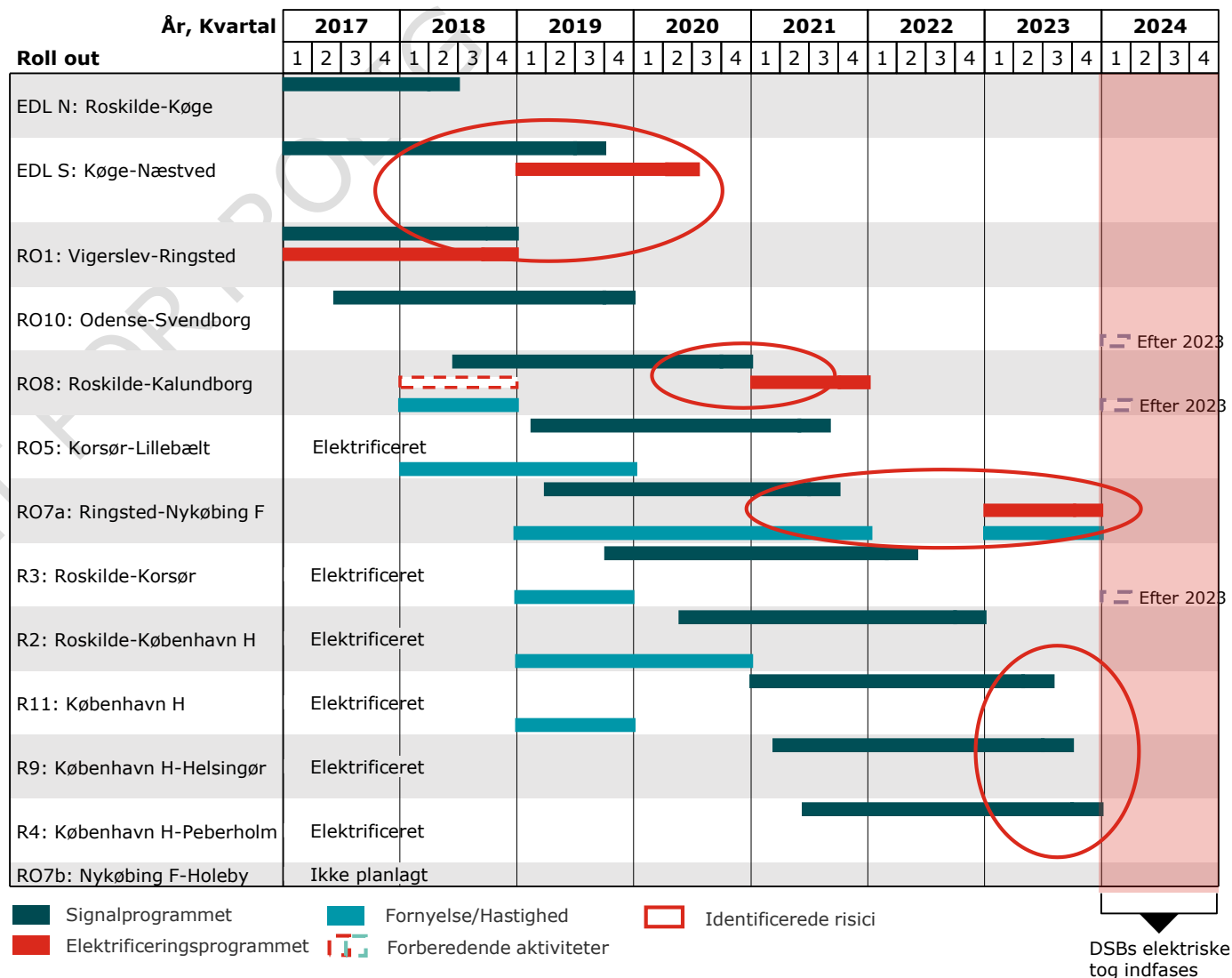
### Motivation for tiltaget

Som nævnt under kortlægningen vurderes der at være væsentlige usikkerheder forbundet med den nuværende udrulningsplan. Det er især usikkert, hvorvidt Signalprogrammet vil være i stand til at kunne udrulle signaludstyr på hele fjernbanenettet inden for den aftalte økonomi og fastsatte tidsplan. I den nuværende udrulningsstrategi mitigeres de forventede gener, som installation af udstyr på hovedlinjerne kan forventes at have, men der tages i mindre omfang højde for de konsekvenser, der vil være, såfremt Signalprogrammet hen mod slutningen af udrulningen løber tør for penge og ikke kan udstyre de sidste hovedlinjer med nyt signaludstyr. Desuden tages der i

mindre grad højde for, at en forsinkelse af installationsaktiviteterne på hovednettet kan få alvorlige konsekvenser for de andre store programmer på fjernbanen, som er afhængige af, at Signalprogrammet færdiggør dets aktiviteter til tiden. Se Figur 9.2 (øst) og på næste side Figur 9.3 (vest) for de identificerede områder (de røde områder) i den nuværende udrulningsplan, hvor vi vurderer, at risici for fordyrelser eller forsinkelser er størst.

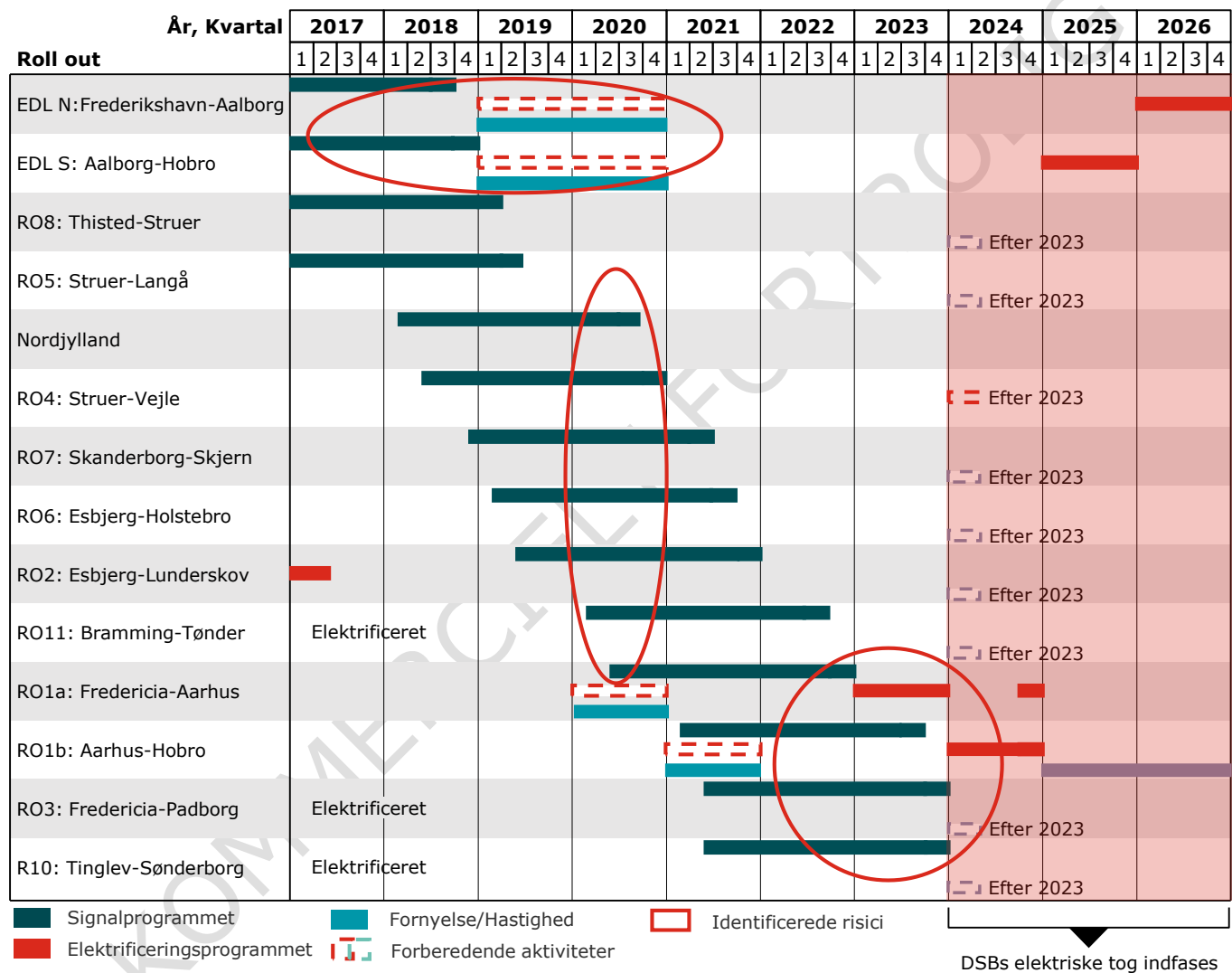
Derfor sigter det anbefalede tiltag på at skabe mere luft i udrulningsplanen, således at der eksempelvis kan afsættes mere tid til EDL, til udrulningen af udstyr på hovednettet eller skabe en større buffer til andre større programmer.

Figur 9.2. Signalprogrammets udrulningsplan for Øst, snitflader til andre programmer og identificerede risikoområder.



Kilde: Signalprogrammet udrulningsplan, Banedanmark fornyelsesplan 2017-2026.

Figur 9.3. Signalprogrammets udrulningsplan for Vest, snitflader til andre programmer og identificerede risiko-områder.



Kilde: Signalprogrammet udrulningsplan, Banedanmark fornyelsesplan 2017-2026.

Dette vil i givet fald ske ved, at det eksisterende signaludstyr fastholdes på visse regionale strækninger. De strækninger, som foreslås udeladt, er udvalgt efter følgende selektionskriterier:

- Ingen nuværende eller planlagt elektrificering på strækningen.
- En regional strækning.
- Ingen interaktion med andre store programmer i Banedanmark (dog undtaget fornyelsesprogrammet).
- Lavt gevinsttab i forhold til kunde- og togpunktlighed.
- Stabil fejlrate på strækningen.
- Graden af irreversible omkostninger ("sunk cost").

Selektionskriterierne sikrer, at konsekvenserne ved fortsat drift af det eksisterende signaludstyr på de valgte strækninger bliver så håndterbare som muligt, idet konsekvenserne ved udeladelse af eksempelvis en hovedstrækning vurderes at være for alvorlige til, at en udeladelse af nyt signaludstyr på strækningen vil være en realistisk mulighed.

Størstedelen af de udvalgte strækninger er udstyret med relæbaserede sikringsanlæg, som p.t. er den mest anvendte type anlæg på det danske banenet, jævnfør Tabel 9.1.<sup>44</sup>

<sup>44</sup> Over 50 pct. af de eksisterende sikringsanlæg på F-banen er af typen BS1951/53/54.

<sup>45</sup> Sammenfattende vurdering i forhold til Trafik- og Byggestyrelsens analyse af genudbuddet af regionaltoget i Midt- og Vestjylland, McKinsey/Struensee, 16. okt. 2016.

Samme forhold gør sig i store træk gældende på det øvrige signaludstyr på strækningerne (gængse materielgenstande med forholdsvis stabil fejlrate), hvilket betyder, at der vurderes at være gode muligheder for at genanvende dekommissioneret signaludstyr fra andre strækninger til en levetidsforlængelse af udstyret på de strækninger, som omfattes af tiltaget.

Fejlraten på de udvalgte strækninger vurderes ifølge Banedanmark at være nogenlunde stabil i forhold til en svagt stigende fejlrate på fjernbanen som helhed, jævnfør Figur 9.4 og Figur 9.5 på næste side. Der er således umiddelbart ikke forværrede stabilitetsmæssige argumenter for at skulle udskifte signaludstyret på de valgte strækninger.

Af Tabel 8.1 (førrige analysekapitel) fremgår det desuden, at den forventede gevinst ved installation af nyt signaludstyr på strækningerne vil være en øget togpunktighed på mellem 0,55 og 2,1 pct. og at den strækningsvise kundepunktighed maksimalt kan øges med 0,7 pct.

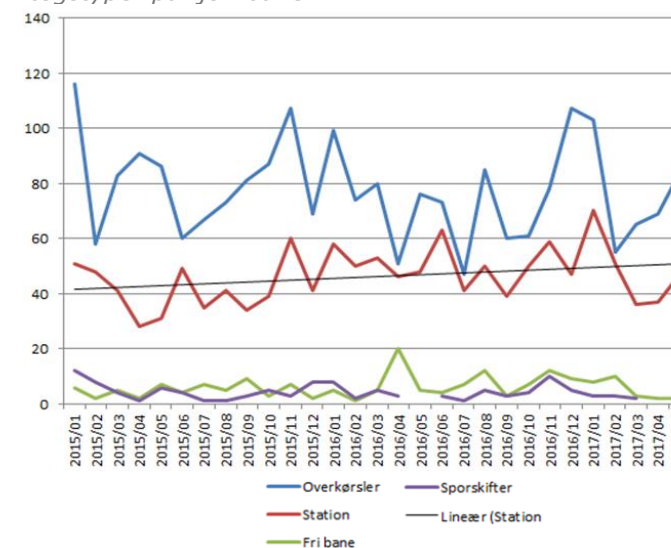
Hertil kommer, at eksempelvis 89 pct. af passagererne på strækningen Odense-Svendborg er interne rejsende og kun 5 pct. af rejserne er forbundet med Odense-Fredericia-linjen.<sup>45</sup> Af denne grund vurderes der ikke at være signifikante passagerpåvirkninger, såfremt passagererne skal skifte tog på Odense station, da de ikke som udgangspunkt vil opleve ændrede køreplaner. Samme forhold vurderes i nogen grad at være gældende for de øvrige strækninger om end tendensen er mindre udtalt.

Tabel 9.1. Oversigt over fordelingen af sikringsanlægstyper på fjernbanen.

Sikringsanlægstype	Fordeling (pct.)	Type
Elektromekanisk	2	BS1912/46
Relæbaseret	52	BS1951/53/54
Relæ-blok-baseret	30	BS1964/69/72
Computerbaseret	13	BS1977/90
Andre	3	BS2005

Kilde: Signalprogrammet.

Figur 9.4. Oversigt over fordelingen af sikringsanlægstyper på fjernbanen.



Kilde: Signalprogrammet.



Der vurderes derfor ikke at være noget væsentlig punktlighedsargument for på nuværende tidspunkt at udskifte signaludstyret på de udvalgte strækninger.

Desuden er der i Signalprogrammets levetid ikke planlagt hverken fornyelsesaktiviteter, elektrificering, hastighedsopgradering eller andre store modifikationsprogrammer på de udvalgte linjer. Undladelse af nyt signaludstyr vurderes derfor ikke at kunne påvirke disse programmer eller skabe behov for eksempelvis immuniseringsaktiviteter.<sup>46</sup>

Endelig er trafikintensiteten på de udvalgte strækninger lav<sup>47</sup> sammenlignet med hovedlinjerne, hvorfor forsinkelser som følge af signalfejl alt andet lige er lettere at isolere til få togafgange. Der er således gode drifts-, stabilitets- og trafikintensitetsmæssige argumenter for at netop disse strækninger kan udelades.

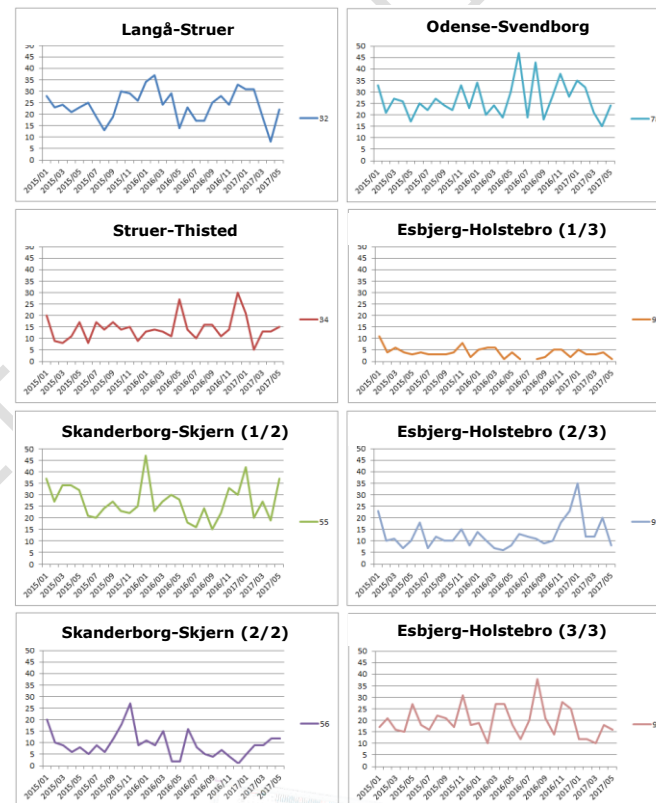
### Implementeringstrin

Følgende implementeringstrin bør gennemføres, såfremt et af scenarierne forfølges:

#### Trin 1: Indhent politisk godkendelse

Det vurderes, at en ændring af udrulningsplanen i den størrelsesorden, som tiltaget lægger op til, vil kræve politisk accept, især fordi mange af de strækninger, som anbefales udeladt, befinder sig i samme region i

Figur 9.5. Oversigt over fejlforekomster på udvalgte strækninger.



Kilde: Banedanmark

en strækning med eksisterende signalmateriel skal elektrificeres (det nyt signaludstyr er allerede immuniseret).

<sup>47</sup> Mellem 22 og 80 passagertog i døgnet mod op til 150 tog på hovedlinjerne i Jylland.

Jylland. Fremlæggelse og godkendelse i forligskredsregi forventes derfor at være en forudsætning for det videre arbejde.

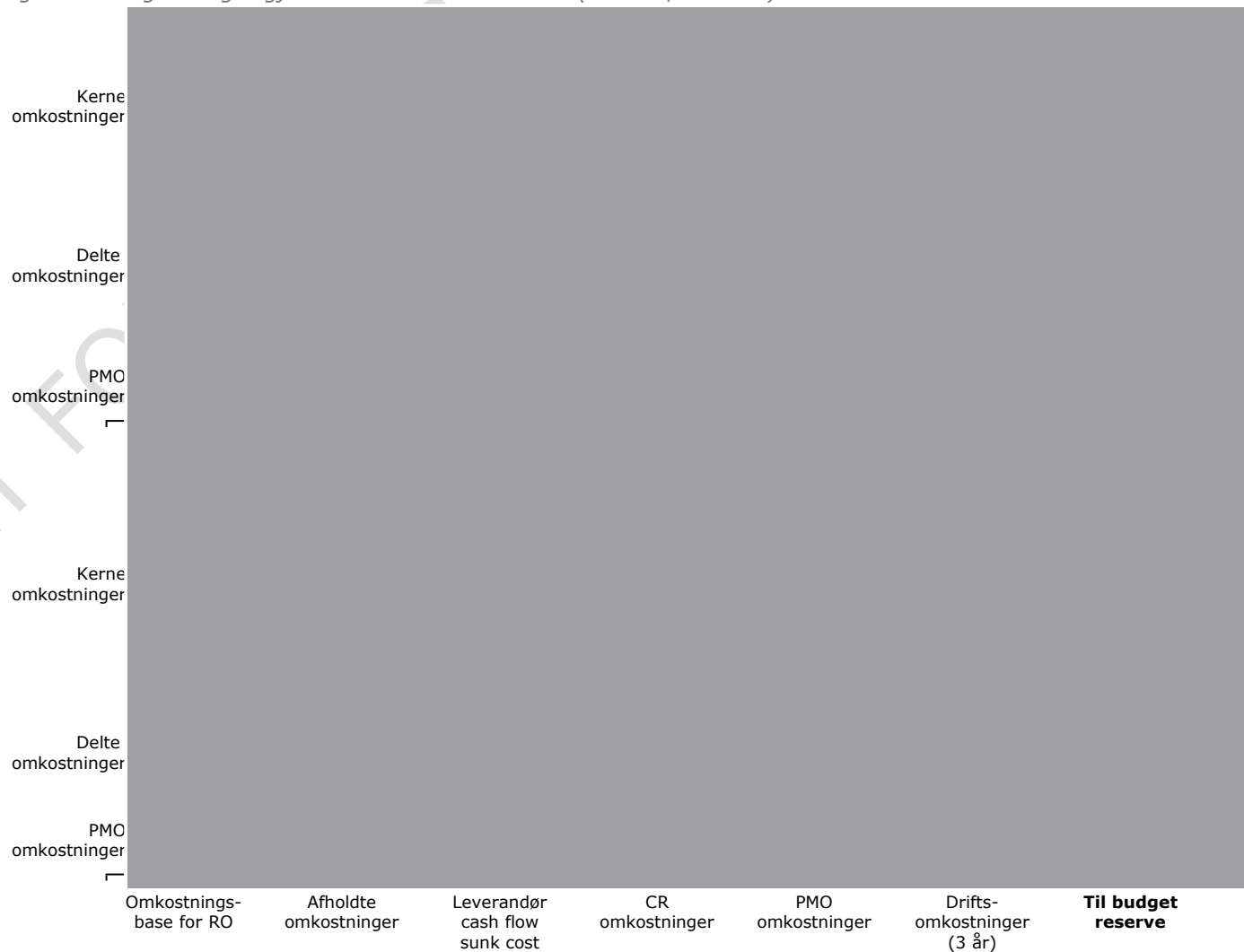
#### Trin 2: Indgiv Chance Request (CR) til leverandøren

Det kontraktuelle grundlag muliggør på både fjernbane vest og øst, at de nye strækninger kan udledes, jævnfør Bilag C. Leverandøren skal i givet fald kompenseres for allerede afholdte udgifter forbundet med design, udvikling, test og eventuelt materialeindkøb, ligesom de kan kræve godtgørelse for eventuelle replanlægningsomkostninger. Det vurderes desuden, at tiden forbundet med forhandlinger vedrørende en CR på en aflysning af strækninger kan være langvarig (flere måneder), hvorfor denne aktivitet kan være drivende for, hvornår en egentlig replanlægning af udrulningsaktiviteterne kan vedtages. Øvrige kontraktuelle og juridiske aspekter af løftestangen behandles videre under afsnittet om implementerbarhed.

#### Trin 3: Revurder udrulningsplanen

Sideløbende med trin 1 bør udrulningsplanen revurderes, således at der eksempelvis gives mere tid til færdiggørelse af EDL, at udrulningen af udstyr på hovedlinjerne rykkes frem i tid, og/eller at der afsættes mere tid til hver udrulning. Dette arbejde anbefales udført i samarbejde med leverandøren, således at en konsolideret og realistisk plan kan vedtages af begge parter. Samtidig skal der tages højde for især fornyelsesprogrammet, der for nogle strækningers vedkommende gennemføres inden Signalprogrammets udskiftning af signaludstyr.

Figur 9.6. Udgifter og frigjorte midler ved scenarie 1 (PL2017, mio. kr.).



Kilde: Deloitte beregninger.

#### *Trin 4: konsolider budgetgrundlaget for Signalprogrammet*

Når de endelige udgifter og frigjorte midler af tiltaget er kendte, bør der henset til omfanget af ændringerne iværksættes en rebudgettering af Signalprogrammets økonomi, således at der skabes overblik over de samlede omkostninger.

#### **Forventet resultat: Scenarie 1**

Udgifter: De udgifter, der vil være forbundet med udeladelse af tiltagets valgte strækninger, er illustreret i Figur 9.6 på forrige side.

Ud over de strækningsvise replanlægningsudgifter (ca. ■ mio. kr. per strækning, i alt ca. ■ mio. kr.) vil øvrige udgifter fra leverandørens side desuden bestå af hhv. tabte materialeudgifter, allerede iværksatte installationsarbejder, afholdte programstyringsomkostninger, med videre. Omfanget af dette afhænger af, hvor tidligt i den nuværende udrulningsplan den enkelte strækning befinder sig, og hvor mange strækningsspecifikke planlægnings- og installationsarbejder, der allerede er iværksat. Det forventes, at de samlede udgifter til leverandøren vil beløbe sig til ca. ■ mio. kr.

Hertil kommer merudgifter forbundet med den fortsatte drift af det eksisterende fjernstyringssystem samt vedligeholdelsesudgifter på signalmateriellet, som i Signalprogrammets levetid (indtil 2023) vurderes at beløbe sig til i alt ■ mio. kr. (mellem ■ og ■ mio. kr. per strækning).

I forbindelse med en række tværgående funktioner (design, udvikling, test, godkendelser, mv.) allerede afholdt en del udgifter fra Signalprogrammets side. En andel heraf kan tilskrives udrulningen af de valgte strækninger, hvilket beløber sig til ca. ■ mio. kr.<sup>48</sup>

Endelig forventes der at være dele projektstyringsudgifterne, som fortsætter i forbindelse med nedlukningen af strækningerne eller indirekte i deres funktion støtter andre projekter, hvilket beløber sig til ca. 80 mio. kr.

Scenariets samlede udgifter forventes således at være på i alt ca. ■ mio. kr.

Frigjorte midler: I Signalprogrammets nuværende budget er der i alt afsat ca. ■ mio. kr. til udrulningen på de udvalgte strækninger. Såfremt de beregnede udgifter modregnes, giver det frigjorte midler for i alt ■ mio. kr., som kan allokeres til Signalprogrammets fremtidige budgetreserve. Midlerne kan primært henføres til sparede materiel- og installationsomkostninger, tredjepartsomkostninger, dele af Signalprogrammets programstyringsudgifter, mv.

Robusthed i tidsplanen: Idet installationen af nyt signaludstyr aflyses på de udvalgte strækninger, vurderes det at give mere luft i udrulningsplanen til eksempelvis at kunne forlænge udrulningen på EDL, at rykke installationsaktiviteter på hovedlinjerne frem i tid og/eller at afsætte mere tid til installationstid. Under forudsætning af, at det vil tage ca. seks måneder at gennemføre de beskrevne implementeringstrin, vil aflysningen af strækningerne kunne frigøre i alt 63

<sup>48</sup> Dette beløber dog allerede fraregnet tiltagets reelle prioriteringsgrundlag på ca. 1,6 mia. kr.

kvartaler<sup>49</sup>, som kan bruges på planlægnings- og installationsaktiviteter på andre strækninger (8 kvartaler på F-bane øst og 55 på F-bane vest), jævnfør Figur 9.8 og Figur 9.9 på de to næste sider.<sup>50</sup>

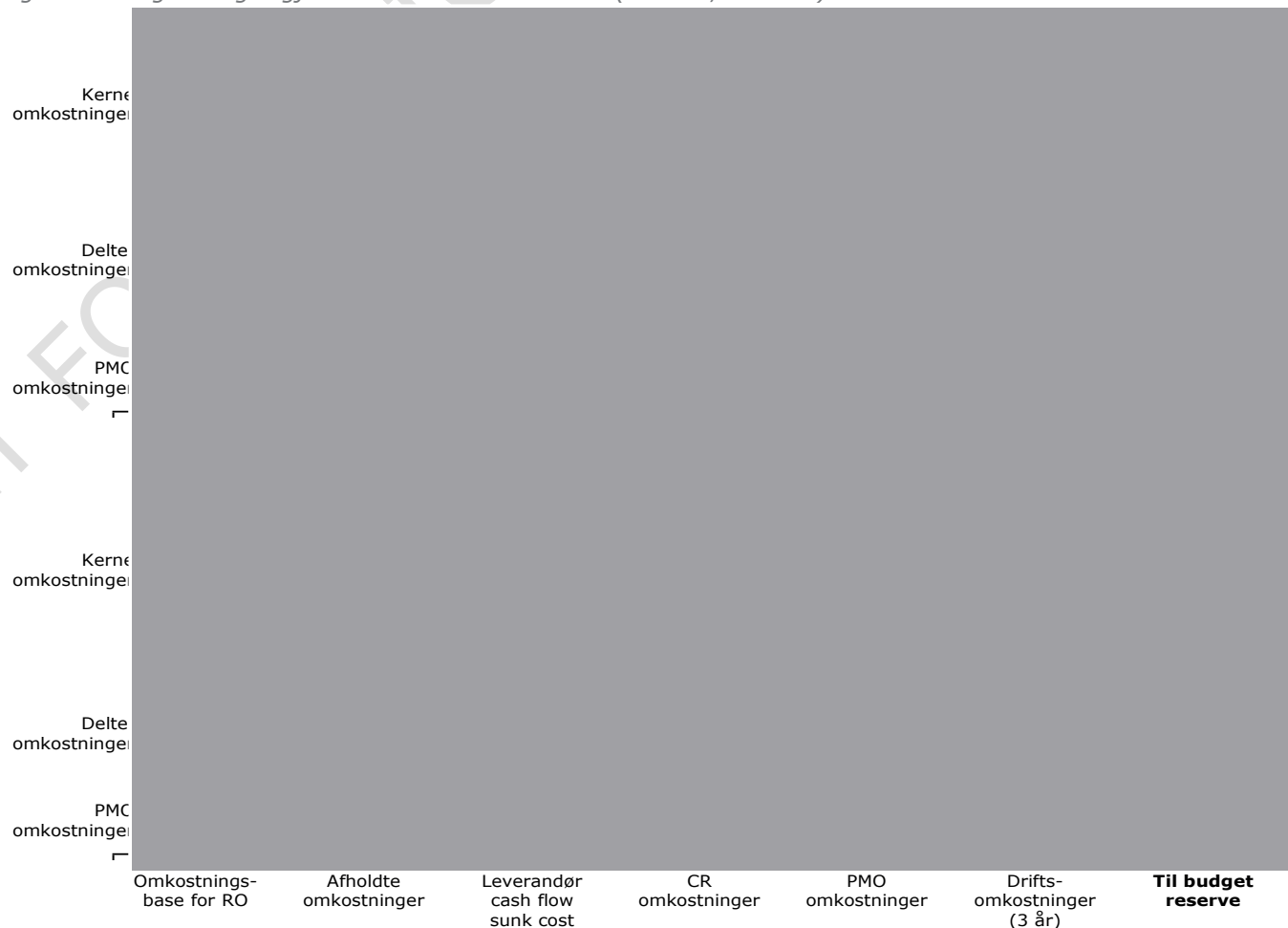
### Forventet resultat: Scenarie 2

Figur 9.7 viser, de udgifter, der vil være forbundet med udeladelse af scenariets valgte strækninger. Udgiftskategorierne er de samme som for scenarie 1, men værdierne er grundet færre de strækninger lavere. Replanlægningsudgifterne beløber sig således til ca. ■ mio. kr., øvrige udgifter til leverandøren (sunk cost) er på ca. ■ mio. kr., de fortsatte vedligeholdelsesudgifter er i Signalprogrammets levetid er på ca. ■ mio. kr., allerede afholdte omkostninger beløbe sig til ca. ■ mio. kr., mens interne PMO omkostninger beløbe sig til ca. 56 mio. kr. Scenariets samlede udgifter forventes således at være på i alt ca. ■ mio. kr.

Frigjorte midler: I Signalprogrammets nuværende budget er der i alt afsat ca. ■ mio. kr. til udrulningen på de udvalgte strækninger. Såfremt de beregnede udgifter modregnes, giver det frigjorte midler for i alt ca. ■ mio. kr., som kan allokere til Signalprogrammets fremtidige budgetreserve. De frigjorte midler kan i store træk tilskrives samme grunde som i scenarie 1.

Robusthed i tidsplanen: Under forudsætning af, at det i scenarie 2 ligeledes vil tage ca. seks måneder at

Figur 9.7. Udgifter og frigjorte midler ved scenarie 2 (PL2017, mio. kr.).



Kilde: Deloitte.

jævnfør Rollout map med ibrugtagningstidspunkter, Signalprogrammet, maj 2017.

<sup>49</sup> Eks: Ved aflysning af fem parallelle udrulninger vil der frigøres fem kvartaler pr. kalenderkvartal.

<sup>50</sup> Det antages i den forbindelse, at installationsaktiviteter begynder på strækningen ca. 2½ år før den planlagte kommissioneringsdato,

gennemføre de beskrevne implementeringstrin, vil aflysningen af strækningerne kunne frigøre i alt 52 kvartaler (8 på fjernbane øst og 44 på fjernbane vest). Den lavere frigjorte robusthed kan tilskrives, at der er færre linjer, hvorpå installationsaktiviteter udelades.

## Konklusion

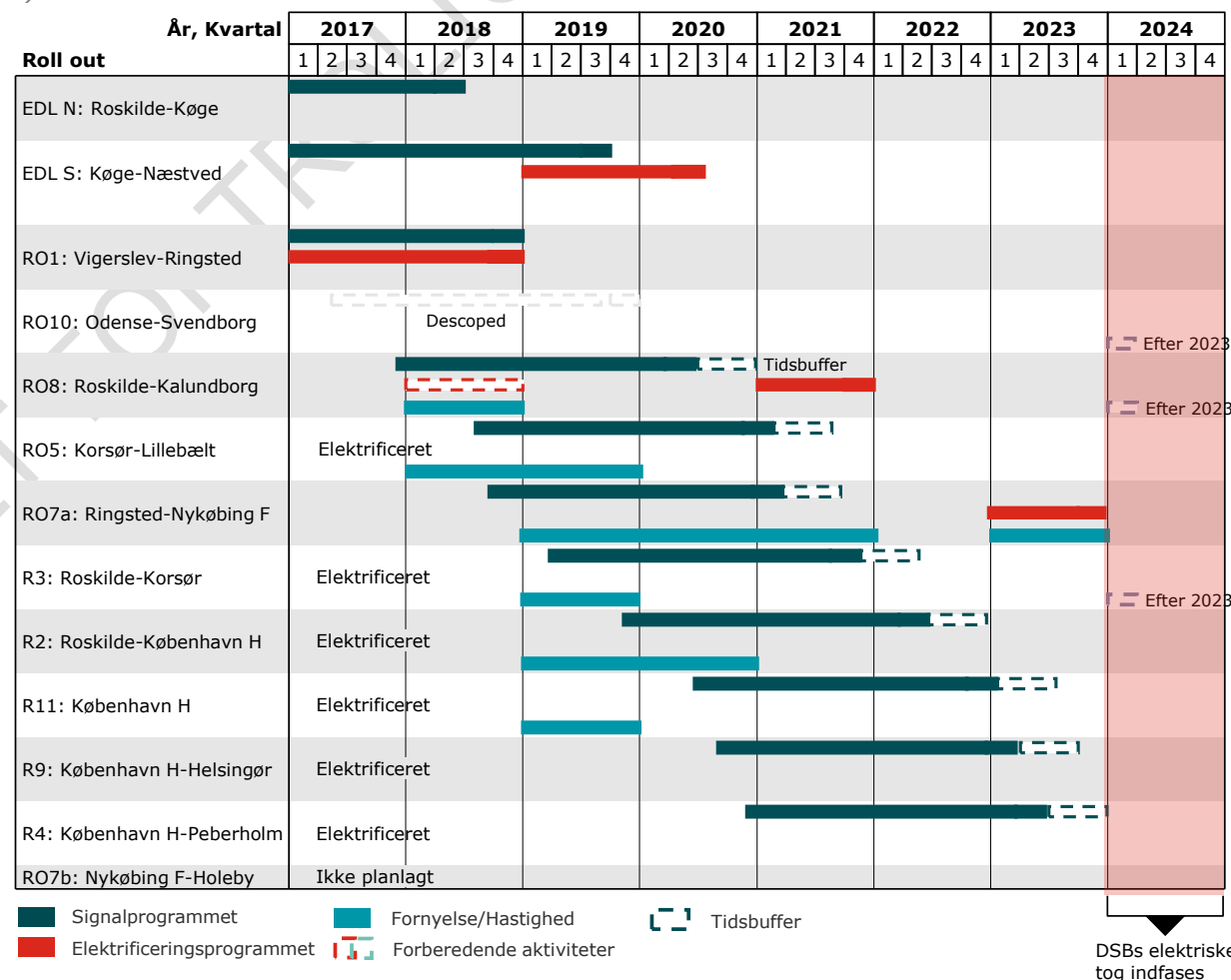
Scenariernes samlede mulige gevinstrealisering fremgår af Tabel 9.2 nedenfor.

Tabel 9.2. Tiltagets bidrag til reetablering af reserve.

	Mio. kr. (PL 2017)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Omkostningsgrundlag</li> <li>Nettobidrag til reetablering af reserve</li> <li>Forventede udgifter</li> <li>Realiseringshorisont<sup>51</sup></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementeringsrisiko</li> </ul>	Moderat

Anm.: Beregningsgrundlaget er yderligere dokumenteret i Bilag B. 3 og Bilag B. 4

Figur 9.8. Eksempel på frigørelse af installationstid i den nuværende udrulningsplan for fjernbane øst (scenarie 1).

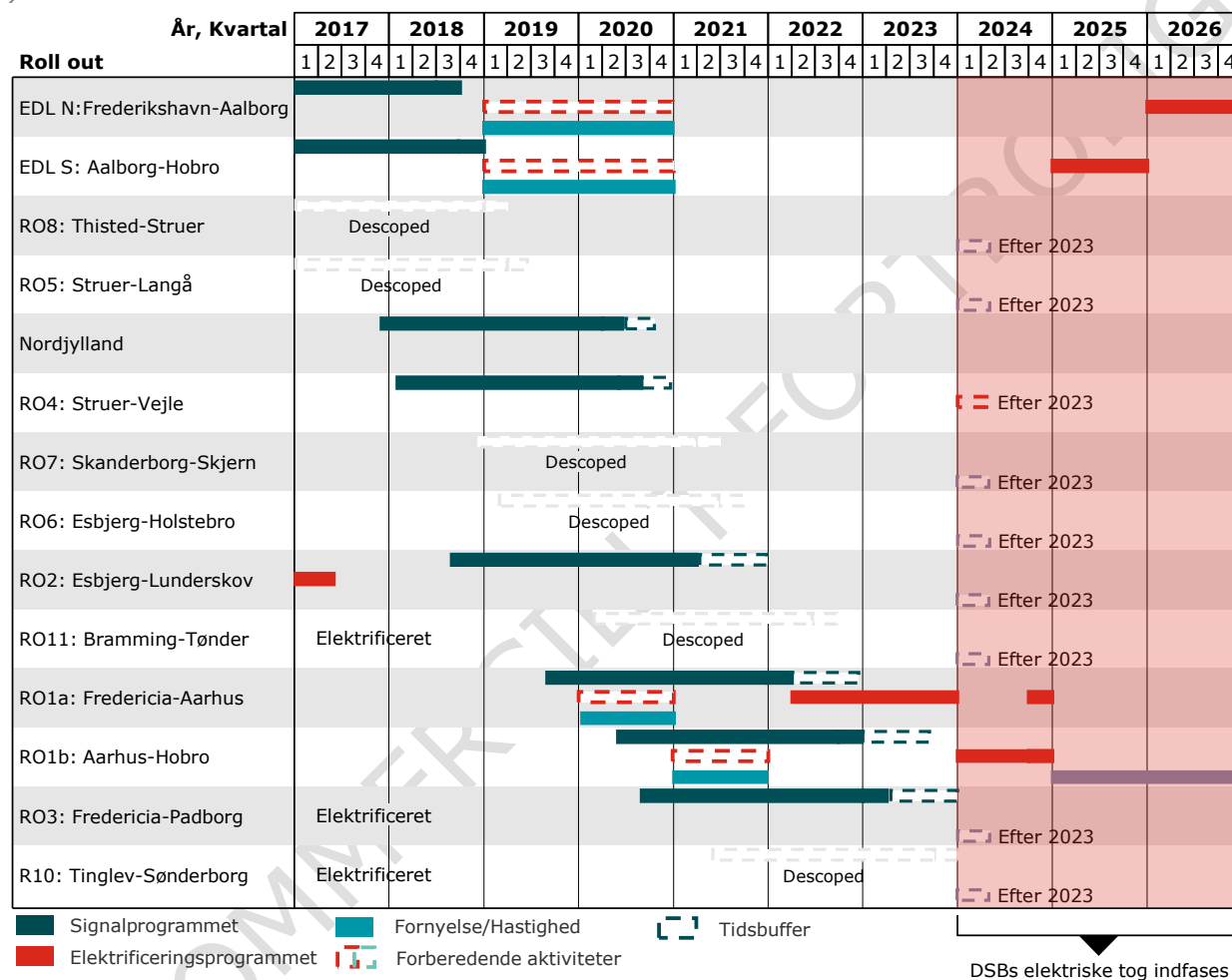


Kilde: Signalprogrammet udrulningsplan, Banedanmark fornyelsesplan 2017-2026, Deloitte analyse.

Anm.: De nye elektriske togsæt skal ikke ibrugtages på alle de pågældende strækninger, (herunder EDL North og RO 8, 5, 4, 7, 6, 11)

<sup>51</sup> Forudsat at der ikke er uenigheder i prissætningen af Change Request, og at tvistløsningsmekanismer ikke skal aktiveres.

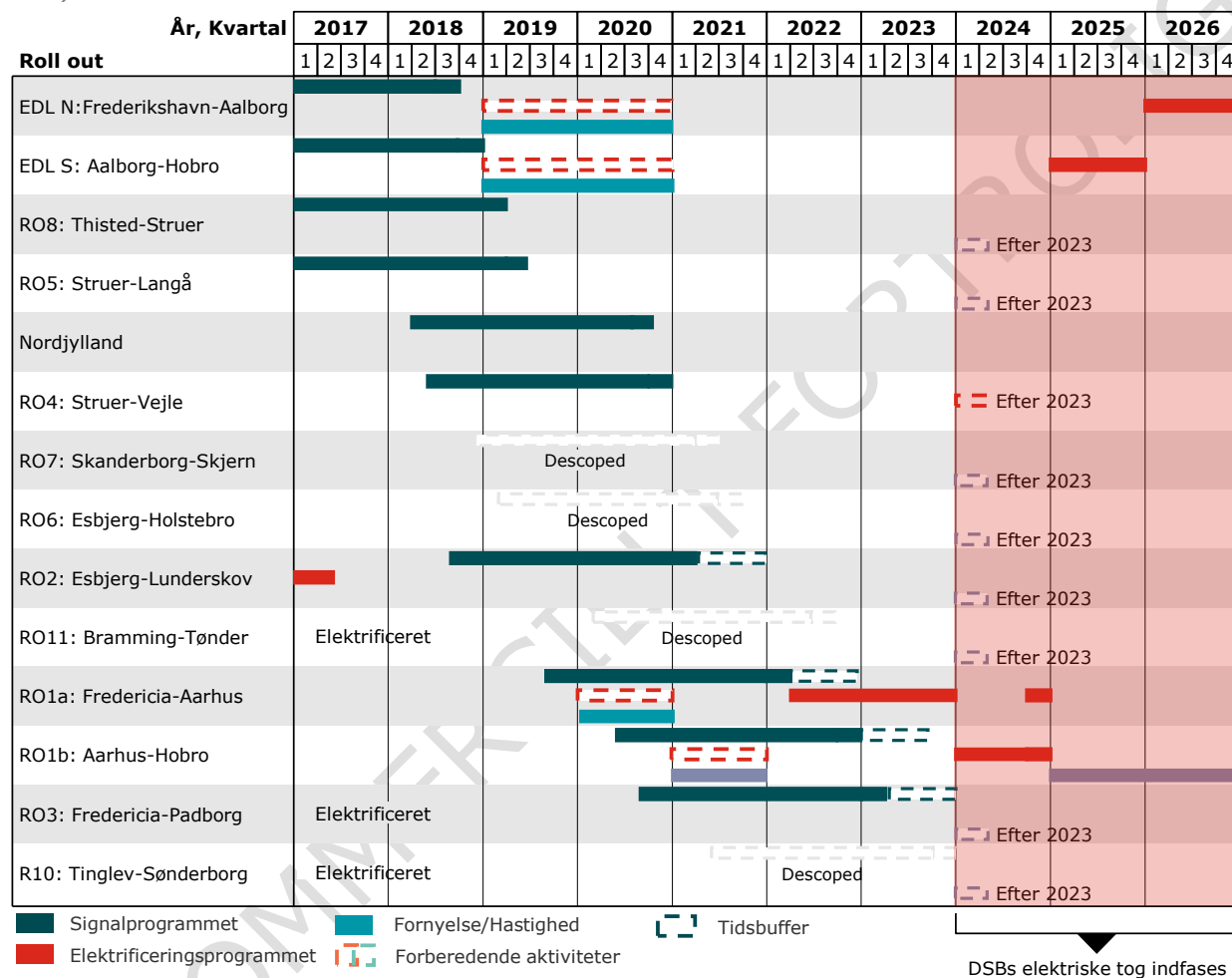
Figur 9.9. Eksempel på frigørelse af installationstid i den nuværende udrulningsplan for fjernbane vest (scenarie 1).



Kilde: Signalprogrammet udrulningsplan, Banedanmark fornyelsesplan 2017-2026, Deloitte analyse

Anm.: De nye elektriske togsæt skal ikke ibrugtages på alle de pågældende strækninger, (herunder EDL North og RO 8, 5, 4, 7, 6, 11)

Figur 9.10. Eksempel på frigørelse af installationstid i den nuværende udrulningsplan for fjernbane vest (scenarie 2).



Kilde: Signalprogrammet udrulningsplan, Banedanmark fornyelsesplan 2017-2026, Deloitte analyse

Anm.: De nye elektriske togsæt skal ikke ibrugtages på alle de pågældende strækninger, (herunder EDL North og RO 8, 5, 4, 7, 6, 11)

## Investeringsbehov og realiseringshorisont

Investeringsbehovet (de fremadrettede betalinger) vurderes at udgøre henholdsvis:

- De omkostninger, som endnu ikke er betalt til leverandøren, men som denne retmæssigt kan hævde allerede at have afholdt, selv om mange udrulningsaktiviteter på strækningerne endnu ikke er påbegyndt. Dette beløber sig til ca. ■■ mio. kr.
- Replanlægningsudgifter i forbindelse med de aflyste strækninger, hvilket forudsættes at beløbe sig til ca. ■■ mio. kr.
- Merudgifter på drift og vedligehold af det eksisterende signaludstyr på strækningerne, som i Signalprogrammets levetid (indtil 2023) forventes at beløbe sig til ca. ■■ mio. kr.

Idet det må forventes, at en politisk accept, forhandlinger med leverandøren, replanlægning af udrulningssekvensen, mv. vil tage op mod seks måneder, kan frigjorte midler fra tiltaget tidligst allokeres Signalprogrammets programreserve efter denne periode efter beslutningens effektivering.

Det bemærkes, at der er usikkerheder forbundet med især de omkostninger, der kan opkræves af leverandøren, idet dette beløb først er endelig kendt i forbindelse med Change Request (CR), hvor værdien af en CR ikke er endeligt kendt, før der er opnået enighed mellem leverandør og Signalprogram om prissætningen af ændringsanmodningen. Såfremt der ikke kan opnås enighed, så kan det i værste fald ende med aktivering af tvistløsningsmekanismer, som kan være langvarige og mitigerende effekten af tiltaget.

Desuden er der usikkerheder forbundet med den fortsatte drift og vedligeholdelse af det eksisterende sig-

naludstyr. Historiske data viser umiddelbart ingen degradering, men det er forbundet med usikkerhed hvor længe denne trend fortsætter.

Det beregnede bidrag til reetableringen af Signalprogrammets budgetreserve er således et "best estimate" baseret på det datagrundlag, som på analyse-tidspunktet har været tilgængeligt.

Det bemærkes desuden, at det beregnede bidrag til reetablering af en budgetreserve ikke er at sidestille med en besparelse, idet investeringen i nyt signaludstyr på strækningerne blot rykkes til et senere tidspunkt.

Beløbet, der er beregnet i resultatafsnittet ovenfor, afspejler ikke de forøgede drifts- og vedligeholdelsesudgifter, som der må påregnes at påløbe Banedanmarks driftsorganisation efter Signalprogrammets afslutning i 2023. Under forudsætning af en årlig drifts-omkostningsstigning på ■■ pct. i perioden 2023-2027 og ■■ pct. i perioden 2027-2030 vil det koste henholdsvis ca. ■■ mio. kr. (scenarie 1) og ca. ■■ mio. kr. (scenarie 2), jævnfør Figur 9.11. Disse udgifter skal dog modregnes den besparelse, som kan realiseres, grundet udeladte driftsudgifter til et nyt signalsystem på strækningerne. Værdien heraf har ikke været mulig at kvantificere.

## Implementerbarhed

Uanset valg af scenarie vurderes tiltaget at have følgende konsekvenser:

- Det nye signaludstyr udrulles ikke på hele fjernbanenettet, og det eksisterende udstyr skal derfor opretholdes på strækningerne indtil 2030, hvilket forudsættes at være en mulighed, om end udgifterne til vedligehold mv. vil være stødt stigende.



- Der vil være øgede driftsomkostninger til trafikstyring, som i det oprindelige beslutningsgrundlag er forudsat centraliseret og effektiviseret.
- Der kan frigøres mere tid til færdiggørelse af EDL, såfremt dette anses for kritisk for den videre udrulning.
- Der frigøres tid, som kan anvendes til at rykke udrulningen af de øvrige strækninger, herunder hovedlinjerne, frem i tid eller til at gøre udrulningsplanen for den enkelte strækning mere robust.
- Der kan skabes mere luft i forhold til elektrificeringsprogrammets aktiviteter, som igen kan styrke robustheden i forhold til indfasningen af nye elektriske tog.
- Sparede udgifter kan henlægges som budgetreserve til udrulningen på de resterende strækninger.
- Vedligeholdelsesomkostninger for det eksisterende signaludstyr kan stige og vedligeholdelsen kan på sigt blive vanskeligere at gennemføre.

Følgende risici er identificeret i forbindelse med tiltaget:

- Der er risiko for, at tidsforbruget forbundet med replanlægning i scenarie 1 vil være for langvarige til, at udrulningen af signalmateriel på strækninger, der p.t. ligger først i udrulningsplanen (Struer-Thisted, Langå-Struer, samt Odense-Svendborg), alligevel må gennemføres.
- Der er risiko for, at to operative reglementer (ét for kørsel på ERTMS-linjer og ét for kørsel på det eksisterende signaludstyr) vil kunne nedsætte sikkerheden, idet lokoførere og materiel skal kunne operere i begge regimer.

- Der er risiko for, at replanlægningsomkostningerne forbundet med Change Request er større end antaget eller at den endelige prissætning af CR ikke er kendt på beslutningstidspunktet grundet aktivering af tvistløsningsmekanismer.
- Der er risiko for, at to signalsystemer (de eksisterende og det nye) vil kunne påvirke kunde- og togpunktigheden ud over det i tiltaget beregnede.
- Der er risiko for, at de indhentede erfaringer fra EDL stadig ikke er tilstrækkelige til, at udrulningen

Figur 9.11. Den beregnede årlige nedskrivning af de sparede omkostninger som følge af implementeringen af hhv. scenarie 1 og 2 (PL2017, mio. kr.).



Kilde: Deloitte.

Anm.: Udgifter efter 2030 er forbundet med stor usikkerhed, da det er vanskeligt at forudsige det eksisterende signalsystems driftsstabilitet så langt frem i tid.

af signaludstyr på hovedlinjerne kan påbegyndes, selv hvis EDL-perioden forlænges. Dette skyldes at EDL strækningen er simpel, sammenlignet med de mere komplekse hovedstrækninger.

- Der er risiko for, at enkeltdele af det eksisterende signaludstyr ikke vil kunne vedligeholdes, og at der derfor skal igangsættes fornyelsesaktiviteter. Det har ikke været muligt at kvantificere mængden af udstyr som ikke kan levetidsforlænges efter 2023, hvorfor beregningerne forudsætter en stødt stigende vedligeholdelsesomkostning.
- Der er risiko for, at den løsning som skal implementeres på de stationer, der skal forbinde det eksisterende og det nye signaludstyr, er mere kompleks sammenlignet med den løsning, som lige nu planlægges udrullet på de stationer, der forbinder Banedanmarks strækninger og privatbanerne.
- Der er risiko for, at det STM modul, som er forudsætning for at materiel kan bruges i begge systemer ikke kan vedligeholdes i hele perioden. Den nuværende kontakt med Siemens udløbet i 2023 og vil skulle genforhandles.

Henset til erfaringer fra tidligere ændringsanmodninger vurderes den første af de nævnte risici at være størst, mens også risikoen for frafald af mulighed for levetidsforlængelse af udstyr vurderes at være markant. Sandsynligheden for de øvrige risici vurderes at være lavere. Tiltagets samlede implementeringsrisiko vurderes som konsekvens heraf at være moderat, hvilket dog skal holdes op imod de risici, der vil være forbundet med at fortsætte udrulningen af signaludstyr efter den nuværende udrulningsplan.

## Juridiske og kontraktuelle forhold

Kontrakten vurderes på både fjernbane øst og vest at give adgang til descoping enten ved brug af Change

Requests, jævnfør pkt. 6.4, appendiks 9 og kontraktens pkt. 14.5, eller ved delvis opsigelse, jævnfør pkt. 26.4-26.5.

Ved descoping af visse udrulningsstrækninger er det anbefalingen, at [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED] Umiddelbart er det dog vurderingen, [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED] Uanset at Banedanmark i vid udstrækning har ret til via Change Request at foretage ændringer i leverancer og udrulningen heraf, er det værd at fremhæve, at Change Request procedurerne i praksis vil indebære et betydeligt element af forhandling, og at dette kan indebære tidsforbrug/forsinkelse og i sidste ende – hvis parterne ikke enes – tvister med leverandørerne.

Se Bilag C for flere detaljer.

## 9.5 Reduktion i antallet af tog og togtyper, som skal modificeres med nyt signaludstyr

Signaprogrammet forestår på vegne af jernbanevirksomhederne installation af udstyr i tog og lokomotiver, så de kan anvendes på strækninger med nyt signalssystem. Noget af det rullende materiel står dog over for en snarlig udskiftning, hvorfor tiltaget analyserer, hvorvidt det i forhold til tid og økonomi er ren-

tabelt at påbegynde installationsaktiviteter i tog og lokomotiver, hvor nytteværdien kan vise sig at være begrænset. Hertil kommer, at det af kapitel syv fremgår af den nuværende plan for installation af ombordudstyr er behæftet med usikkerhed.

Den nuværende installationsplan indeholder installation af udstyr i 489 tog. Der er i den forbindelse identificeret kontraktuelle forpligtelser, hvorved mængderabatter falder bort ("economy of scale" prisregulering), såfremt det samlede antal af tog, der skal udstyres, kommer under 400. Disse mekanismer giver anledning til store nok ændringer i de tilbudte enhedspriser, at det i tiltaget ikke vurderes rentabelt at reducere det samlede antal af tog til færre end 400 styk. Heri er dog ikke taget højde for de afledte fordele for operatørerne og passagererne af at der ikke skal tages så mange tog ud af drift til brug for ombygning.

Hertil kommer, at der siden Deloittes budgetgrundlag blev fastfrosset i april 2017, er truffet beslutning om at tage nogle togtyper ud af installationsplanen, som gør, at omkostninger til disse togtyper kan tages ud af et opdateret budget (herunder DSBs IC2 og EA litra).

### Tiltagets forudsætninger

Signalprogrammet har i forbindelse med installationsaktiviteterne allerede indkøbt meget af det udstyr, som forventes installeret i togene. Det er fastlagt i en aftale mellem Signalprogrammet og Alstom, at Signalprogrammet tilbagebetales 100 pct. af de allerede betalte fakturaer for det generiske ETCS udstyr, såfremt

Signalprogrammet descoper yderligere litra og/eller antallet af tog i den nuværende installationsplan. Dette er naturligvis betinget af, at installationsaktiviteterne ikke er påbegyndt, hvorefter det afholdte omkostninger vil være tabte.

I forbindelse med IC4 forudsættes det, at rådighedsgraden over togene er på 48 pct. (dvs. at der eksempelvis skal bruges 66 togsæt for at holde 32 tog kørende).<sup>52</sup> På tilsvarende vis forventes rådighedsgraden på ET-togsæt at være på 88 pct. og på ME lokomotiverne at være på 64 pct.

For de tog- og lokomotivtyper, hvor First-of-Class (FoC) installation endnu ikke er blevet gennemført, forudsættes det, at ■ pct. af omkostningerne hertil er tabt i forbindelse med design og udvikling hos leverandøren.

Det forudsættes, at fremtidigt planlagte betalinger for resten af 2017 gennemføres, da mange udviklingsaktiviteter allerede er igangsat og tiltagets implementeringshorisont tidligst vurderes at være ved årets udgang.

For IC4 forudsættes det, at en midlertidig leasingaftale med leje af eksempelvis brugte tog fra Skånetrafikken på bekostning af en tidligere udfasning af IC4, vil kunne gennemføres til samme pris som de driftsbespærelser, der må forventes at være på IC4.

I den nuværende udrulningsplan for ombordudstyr forudsætter leverandøren, at installationsaktiviteterne hvert tog kan gennemføres på fem dage. Erfaringer

---

<sup>52</sup> Dette baseres på DSBs nuværende forventninger til den fremtidige rådighedsgrad på IC4, jævnfør IC4 anbefaling, DSB, december 2016.

fra lignende udenlandske projekter<sup>53</sup> har vist, at et mere realistisk (og stadig optimistisk) estimat for installationsarbejder vil være på 10 dage, selv når der tages højde for eksempelvis indlæringskurver. Derfor forudsætter tiltaget, at den nuværende installationsvarighed for de berørte togtyper fordobles.

Anskaffelse af udstyr og installationen af dette udstyr i togene gennemføres af leverandøren, selv om der i kontrakten også er mulighed for, at installationsarbejdet udføres af jernbanevirksomhederne selv. Det forudsættes i analysen, at leverandøren fortsat gennemfører installationsdelen af ombordudstyret.<sup>54</sup>

Endelig forudsættes det, at der kan frigøres ca. 30 dage i udrulningsplanen for det rullende materiel, hver gang FoC for en togtype ikke skal gennemføres.

### Tiltagets scenarier

Deloitte har analyseret to scenarier. I scenarie 1 tages der højde for de tog og lokomotiver, som det ifølge den realistiske udrulningsplan og i forhold til nytteværdi kan betale sig at udstyre, inden de skal udfases. Herved undlades ombordinstallation for følgende antal tog og lokomotiver:

- 30 IC4 tog fra DSB
- 17 ME lokomotiver fra DSB
- DSBs MK lokomotiv

Figur 9.12. DSBs plan for anvendelse af togsæt fra 2016-2030.

Togtype		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
Diesel	IC4	Anvendt*	32	37	42	42	42	42	42	42	34	17						
		Ind-/udfasning		5	5						-8	-17	-17					
	IC3	Anvendt	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	87	36				
		Ind-/udfasning											-9	-51	-36			
	MQ ejet	Anvendt	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		Ind-/udfasning																
	MQ leaset	Anvendt	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		Ind-/udfasning																
	ICE	Anvendt	13	3														
		Ind-/udfasning		-10	-3													
MR	Anvendt	25	21	14														
	Ind-/udfasning	-7	-4	-7	-14													
ME	Anvendt	33	33	33	33	24	15											
	Ind-/udfasning					-9	-9	-15										
Vogne	DD	Anvendt	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	
		Ind-/udfasning																
Diesel	EA	Anvendt	4	5	5	5	5											
		Ind-/udfasning						-5										
	EL	Anvendt					7	17	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
		Ind-/udfasning					7	10	9									
	IR4	Anvendt	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	27			
		Ind-/udfasning													-17	-27		
	ET	Anvendt	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
		Ind-/udfasning																
	Nye eltog	Anvendt									36	72	108	144	180	204	204	
		Ind-/udfasning									36	36	36	36	36	36	24	

Anm.: \*Der er alene tale om DSBs tog i drift. Øvrige litra inkluderer både materiel til drift og til reserve.

Kilde: DSB.

<sup>54</sup> Den alternative løsning behandles i kapitlet vedrørende snitflader.

<sup>53</sup> Sammenligninger med samme leverandørs installation af ERTMS-udstyr i belgiske F-banetog viser i bedste fald 10 dages installationstid per tog og for enkelte togtyper op til 20 dage.

Desuden tager scenariet højde for de togtyper, som siden sidste budgetopdatering i Signalprogrammet er taget ud af installationsplanen.

I scenarie 2 udelades ombordudstyr i et større antal tog og lokomotivtyper dels i forhold til, hvilke typer, der planlægges udfaset først, og dels i forhold til den kontraktuelle grænse for "descoping" på 400 enheder, hvorefter "economy of scale"-reguleringen af enhedspriserne træder i kraft. Det drejer sig om følgende:

- 82 IC4 tog fra DSB
- 6 ME lokomotiver fra DSB
- DSBs MK lokomotiv

Som i scenarie 1 tages der også højde for de tog, som siden Deloittes budgetversion blev fastfrosset, er taget ud af installationsplanen.

## Motivation for tiltaget

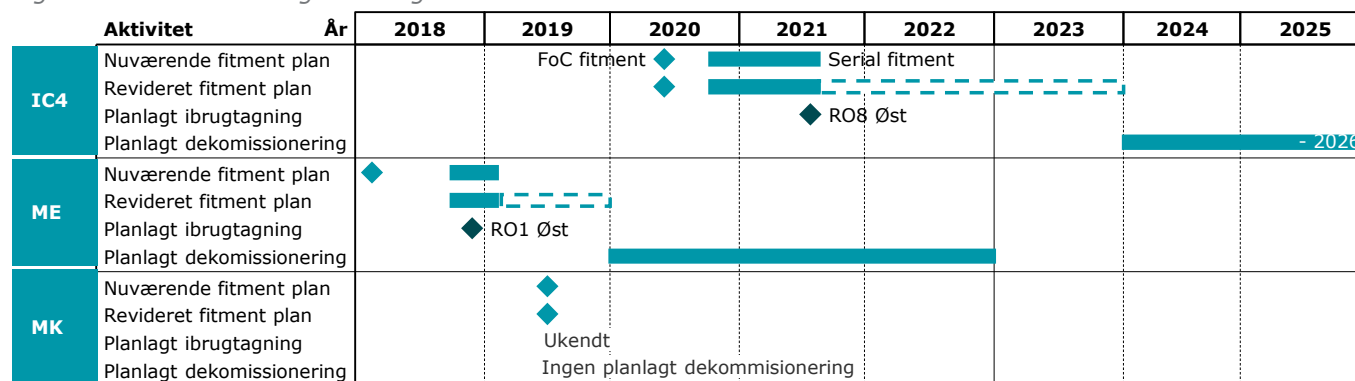
Jævnfør Figur 9.13 planlægger DSB med udfasning af IC4-togene i perioden 2024-2026 til fordel for anskaffelse af nye elektriske tog. På samme måde planlægges ME-lokomotiverne udfaset i perioden 2020-2022.<sup>55</sup> I henhold til den nuværende fitment plan, starter installationsaktiviteter for IC4-togenes vedkommende ultimo 2020 og planlægges færdiggjort ultimo 2021. Såfremt det mere realistiske estimat for tidsforbrug for installationsaktiviteterne (10 kontra 5 dage) anvendes, og der samtidig tages højde for pladsbegrænsninger i de værksteder, som skal gennemføre installationsaktiviteter på andre togtyper, forventes ombygningen af IC4-togene først at kunne påbegyndes i 2022 med en forventet afslutning i løbet

af 2024. Den forventede nytteværdi af at udstyre samtlige IC4 tog med ERTMS udstyr vil således være på mellem 0 og 6 år, før de skal dekommissioneres.

Samme logik kan anvendes på ME-lokomotiverne, som med en realistisk udrulningsplan for ombordudstyr kan forventes ombygget i perioden medio 2018 til ultimo 2019. Den forventede nytteværdi af ombordudstyret vil således være på mellem 0 og 2,5 år før de udfases. Figur 9.13 viser, hvornår de udvalgte togtyper kan forventes at være klar i forhold til den strækning, hvor de først planlægges anvendt.

Hertil kommer, at IC4 togene er nogle af de dyreste tog at holde i drift, idet DSB har indikeret, at høje vedligeholdelsesomkostninger kombineret med en lav rådighedsgrad på ca. 48 pct. gør togene væsentligt dyrere at operere per kørte kilometer sammenlignet med eksempelvis IC3-togene.

Figur 9.13. Overblik over nuværende og Deloittes reviderede fitment plan, planlagt ibrugtagning og DSBs planlagte dekommissionering for tiltagets litra.



Kilde: Signalprogrammet fitment plan, Deloitte simulering.

Anm.: Deloittes fitment scenarie er bygget på en antagelse om at installationen vil tage 10 arbejdsdage per serie fitment. Simuleringen er forfinet yderligere i rapportens Del III.

<sup>55</sup> DSB Fremtidens Tog, Beslutningsoplæg for fase 1,5, juni 2017, figur 8.1.

Det vurderes således, at der er gode argumenter bag tiltaget både ud fra et driftsmæssigt synspunkt samt ud fra en rentabilitetsbetragtning, hvor nytteværdien af ombordudstyret skal opvejes mod den tid, som togene ikke er til rådighed for jernbanevirksomheden grundet installationsarbejder.

For MK lokomotivets vedkommende er der tale om en ældre model, som primært anvendes til rangering på Københavns Hovedbanegård. Da der er mange omkostninger forbundet med at designe en ERTMS-løsning til ét gammelt tog, vurderer vi, at der er incitament til at undersøge, hvorvidt rangeringen kunne foretages eksempelvis af andre lokomotivtyper.

### Implementeringstrin

Følgende implementeringstrin bør gennemføres, såfremt et af scenarierne forfølges:

*Trin 1: Analyser de detaljerede konsekvenser for DSBs driftsplan, togpunktlighed, mv.*

Det vurderes, at en reduktion i antallet af tog og lokomotiver i en periode vil indeholde risiko for DSBs evne til at kunne betjene trafikken. Grænsen for mulige reduktioner uden det går ud over trafikken må analyseres i samarbejde med DSB i større detaljeringsgrad, end hvad denne rapport kan belyse.

*Trin 2: Udarbejd en revideret plan for ombordudstyr i samarbejde med leverandøren.*

En revideret plan for de resterende tog og lokomotiver anbefales udarbejdet, således at der med det reducerede antal enheder kan opnås en udrulningsplan, der er mere realistisk, og som begge parter har tiltro til.

### Forventet resultat: Scenarie 1

Udgifter: Scenariets udgifter udgør henholdsvis allerede afholdte omkostninger og residualomkostninger. De afholdte omkostninger indeholder Signalprogrammets omkostninger i forbindelse med det generiske design, som ligger forud for det togspecifikke design, samt dele af de materialeomkostninger, som leverandøren allerede er blevet betalt for. Dette beløber sig for hver togtype til:

- IC4: ca. ■ mio. kr.
- ME: ca. ■ mio. kr.
- MK: ca. ■ mio. kr.

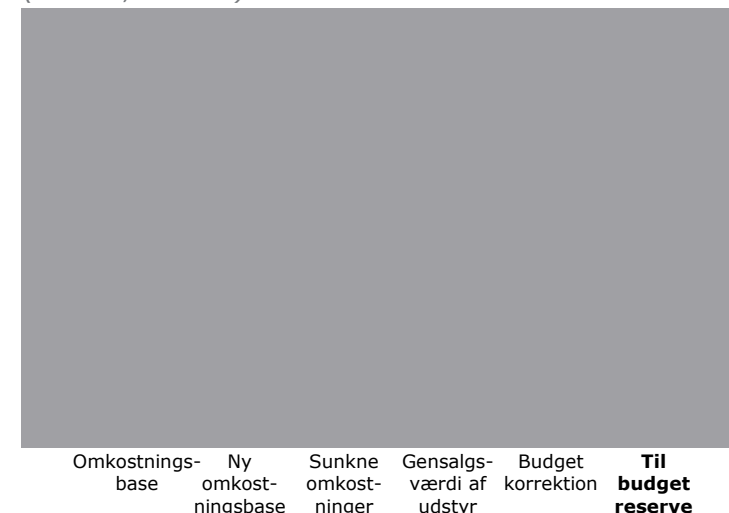
De samlede afholdte udgifter beløber sig således til ca. ■ mio. kr., jævnfør Figur 9.14. Hertil kommer ■ mio. kr. til installation af udstyr i de IC4 og ME tog, som i scenarier ikke er descopet, samt en mindre udgift til selve Change Request processen.

Frigjorte midler: I Signalprogrammets nuværende budget er der i alt afsat ca. ■ mio. kr. til det antal tog, som planlægges fjernet fra udrulningsplanen. Når udgifterne modregnes, giver dette friholdte midler på i alt ca. ■ mio. kr., som kan allokere til Signalprogrammets fremtidige budgetreserve. De frigjorte midler indeholder henholdsvis sparede installationsomkostninger samt værdien af de materialelegemstande, som kan genbruges eller videresælges. Dette beløber sig for hver togtype til:

- IC4: ca. ■ mio. kr.
- ME: ca. ■ mio. kr.
- MK: ca. ■ mio. kr.

Hertil kommer, at DSB siden sidste budgetopdatering i Signalprogrammet har valgt at dekommissionere ek-

Figur 9.14. Udgifter og frigjorte midler ved scenarie 1. (PL2017, mio. kr.).



Kilde: Deloitte.

sempelvis IC2-togene (23 togsæt) og EA lokomotiverne (6 stk.), hvorfor det nuværende budget for ombordudstyr afspejler et for højt antal tog. Dette beløber sig til ca. ■ mio. kr., som også medregnes som en del af de frigjorte midler.

Robusthed i tidsplanen: Såfremt det antages, at installationsaktiviteterne for hvert tog tager ca. 10 dage, vil dette alene i installation give en tidsbesparelse på ca. 480 dage, som kan bruges på installationsaktiviteter på andre togtyper. Hertil kan lægges sparede design- og udviklingsomkostninger, idet FoC-installationsarbejdet for MK lokomotivet endnu ikke er påbegyndt. Dette forudsættes at frigøre yderligere ca. 30 dage i udrulningsplanen for det rullende materiel.

Tiltaget vurderes således at kunne frigøre i alt ca. 510 dage med installationsaktiviteter.

### Forventet resultat: scenarie 2

Udgifter: De afholdte omkostninger er naturligvis den samme som for scenarie 1, men værdierne for residualomkostningerne er lavere, idet flere tog descope i scenariet. Residualomkostningerne er i scenarie 2 ca. ■ mio. kr.

Frigjorte midler: Scenariets omkostningsbase er stadig ■ mio. kr., da togtyperne der ses på er de samme. De lavere residualomkostninger og øgede gensalgssindtægter betyder, at friholdte midler beløber sig til i alt ca. ■ mio. kr., som kan allokeres til Signalprogrammets fremtidige budgetreserve, jævnfør Figur 9.14. Forudsætningerne for det samlede beløb,

herunder budgetjusteringer, gensalgsværdier af bestilt udstyr og Change Request omkostninger, er sammenlignelige med beskrivelsen i scenarie 1.

Robusthed i tidsplanen: Med en installationsaktivitetsbesparelse på 10 dage per tog, vil scenariet frigøre ca. 890 dage til installation af udstyr i andre tog og lokomotiver. Hertil kommer ca. 60 dage for besparelser i forhold til færre FoC aktiviteter, hvilket samlet set frigør 950 dage i installationsplanen.

Scenariernes samlede mulige gevinstrealisering<sup>56</sup> fremgår af tabel 9.3 nedenfor.

Tabel 9.3. Tiltagets bidrag til reetablering af reserve

	Mio. kr. (PL 2017)	
○ Omkostningsgrundlag	■	
○ Nettobidrag til reetablering af reserve	■ (Scenarie 1)	■ (Scenarie 2)
○ Forventede udgifter	■	
○ Realiseringshorisont <sup>57</sup>	■	Måneder
○ Implementeringsrisiko	Moderat	

Anm.: Beregningsgrundlaget er yderligere dokumenteret i Bilag B. 5.

Figur 9.15. Udgifter og frigjorte midler ved scenarie 2. (PL2017, mio. kr.).



Kilde: Deloitte.

<sup>56</sup> Det bemærkes, at de frigjorte midler kan betragtes som reelle besparelser ikke som en allokering af midler til en projektreserve.

<sup>57</sup> Forudsat at der ikke er uenigheder i prissætningen af Change Request, og at tvistløsningsmekanismer ikke skal aktiveres.

## Investeringsbehov og realiseringshorisont

Idet der er tale om, at nogle materialelegemstande og ydelser, eksempelvis det generiske design for tog- og lokomotivtyperne, allerede er gennemført, er de forventede udgifter et udtryk for irreversible omkostninger (sunk cost), hvoraf nogle dele allerede kan forventes at være afholdt af leverandøren, selv om den faktiske betaling endnu ikke har fundet sted. Jævnfør de kontraktuelle betingelser for ombordudstyr er Signalprogrammet dog ikke forpligtet til at afholde de fremadrettede betalinger, som p.t. ligger i betalingsplanen.

Det er således ikke nødvendigt at tilsidesætte investeringsomkostninger som en del af tiltaget.

Dog vurderes det, at særligt de detaljerede konsekvenser for DSBs køreplan, togpunktlighed, mv. vil tage tid at beregne, hvorfor et realistisk tidspunkt for tiltagets effektivering over for leverandøren vil være [REDACTED], at de forberedende implementeringstrin iværksættes. På dette grundlag fastholdes den nuværende betalingsplan i beregningerne indtil årets udgang.

De estimerede frigjorte midler er behæftet med usikkerhed. Dette skyldes dels, at der er tale om forventede udgifter, som ligger langt frem i tid, og dels at værdien af en Change Request (CR) ikke er endeligt kendt, før der er opnået enighed mellem leverandør og Signalprogram om prissætningen af ændringsanmodningen. Såfremt der ikke kan opnås enighed, så

kan det i værste fald ende med aktivering af tvistløsningsmekanismer, som kan være langvarige og mitigerende effekten af tiltaget.

## Implementerbarhed

I scenarie 1 forudsættes det, at en midlertidig leasingaftale af andre togtyper delvist kan mitigere konsekvenserne ved, at nogle af IC4 togene ikke udstyres med ERTMS og derfor kan dekommissioneres før planlagt tid. Jævnfør IC4 Anbefalingen har Skånetrafikken eksempelvis tilkendegivet, at de regner med at kunne frigøre op til 15 ET Øresundstog fra 2020, som vil kunne bruges i Danmark.<sup>58</sup> Såfremt dette er muligt, vil de 30 IC4 tog i scenariet kunne udfases, idet rådighedsgraden på Øresundstogene er ca. det dobbelt så god som for IC4.<sup>59</sup> Det vil dog have den konsekvens, at DSBs køreplaner skal revideres, da ET er et elektrisk tog, som kan afhjælpe de resterende IC4 tog på strækninger, som allerede er elektrificerede, men ikke erstatte IC4-togenes driftsplan 1:1.

For ME-togene er der i scenarie 1 tale om det antal tog, som med den realistiske udrulningsplan for ombordudstyr kan forventes leveret ved udgangen af 2018, således at togene har minimum ét års "nyttelværdi", inden den planlagte udfasning af togene påbegyndes. Derfor er der stor sandsynlighed for, at DSB uanset hvad vil være nødt til at tage højde for, at alle ME-togene ikke kan leveres med ERTMS før de alligevel skal dekommissioneres.

For scenarie 2 vurderes det p.t. ikke muligt at lease andre togtyper i et antal, der kan erstatte kapaciteten på samtlige IC4 tog. Scenariet må derfor påregnes at

<sup>58</sup> DSB, "IC4 anbefaling", 15. december 2016, side 21.

<sup>59</sup> Jævnfør DSB driftsdata modtaget ved interview med DSB d. 10/8-2016.



få den konsekvens, at DSB i en periode på mellem to og fire år enten må køre med nedsat kapacitet (selv hvis Øresundstogene leases) eller have reduceret redundans i forhold til at kunne indsætte IC4 tog som backup for nedbrud på andre togtyper. For ME-togene vurderes konsekvenserne for DSB at være de samme som for scenarie 1. Idet flere tog i dette scenarie dog udstyres med ERTMS, kan det risikeres, at nytteværdien af det enkelte tog bliver på mindre end et år.

Uanset valg af scenarie, er følgende risici identificeret:

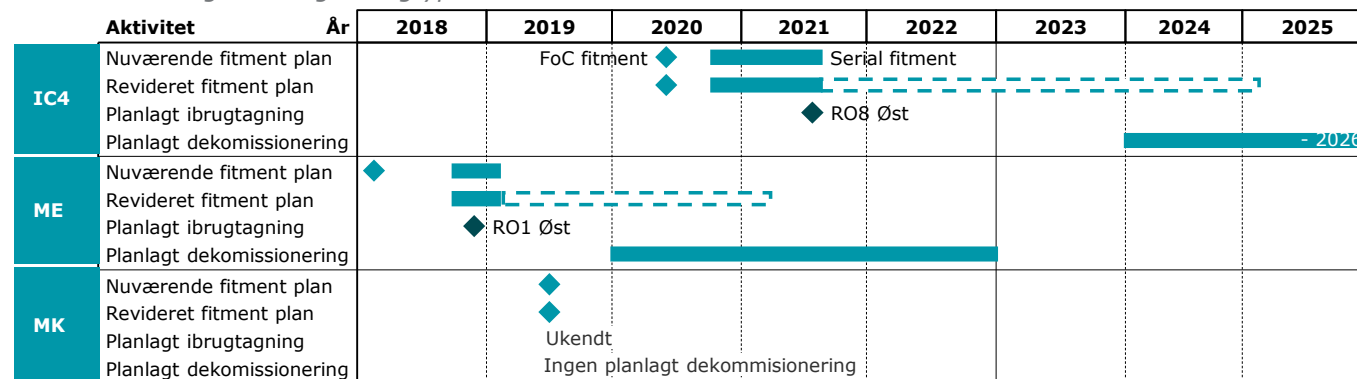
- Der er stor risiko for, at konsekvenserne hos DSB vil være uacceptabelt store i forhold til kapacitetsbehovet, togpunktighed, kundetilfredshed, mv.
- Der er risiko for, at det ikke vil være muligt at lease ET tog fra Skånetrafikken eller andre jernbanevirksomheders tog, som har godkendelse til kørsel i Danmark.
- Der er risiko for, at det på sigt vil være dyrere at lade en anden lokomotivtype udføre rangeringsaktiviteter på Københavns Hovedbanegård end at udstyre det nuværende MK tog med ERTMS udstyr.
- Der er risiko for, at Principaftalen mellem Bandedanmark og DSB skal revurderes, idet eksempelvis leasingomkostninger til tog ikke skal kunne pålægges Signalprogrammet.
- Der er risiko for, at de fastlagte dekommissioneringstidspunkter, som udgør grundlaget for tiltagets beregninger af ERTMS-installationens nytteværdi for IC4 og ME, udskydes.

Endeligt er det en central risiko, at det selv med de forslag til reduktioner, der er introduceret i scenarierne ikke er muligt at udstyre tilstrækkeligt med tog til, at strækninger kan ibrugtages som planlagt. Disse forhold er nærmere analyseret i rapportens del 3.

Idet det ikke har været muligt at undersøge særligt de detaljerede konsekvenser for DSBs drifts- og vedligeholdelsesplaner, vurderes førstnævnte risiko at være mest kritisk. Tiltaget skal dog holdes op imod, at der er stor sandsynlighed for, at driftsplanen i forvejen kan blive mærkbart påvirket af udrulningen af udstyr i togene, idet den udrulningsplan, som p.t. er viderekommunikeret til jernbanevirksomhederne, ikke indeholder den mere realistiske installationstid på minimum 10 dage per tog. Figur 9.16 viser konsekvenser af, såfremt installationstiden for togene yderligere forlænges til 20 dage per tog. Her vil nytteværdien af ERTMS installationen for IC4 være på mellem minus 1 og 6 år og for ME på mellem minus 1½ og 2,5 år.

Det anbefales som mitigerende tiltag derfor uanset hvad, at DSB inddrages aktivt i den videre proces i forhold til at kunne præcisere risikoens sandsynlighed, konsekvens, nærhed, mv.

Figur 9.16. Oversigt over nuværende og Deloitte's reviderede fitment plan, planlagt ibrugtagning og DSBs dekommissionering for tiltagets togtyper.



Kilde: Signalprogrammet fitment plan, Deloitte simulering.

Anm.: Deloitte's fitment scenarie er bygget på en antagelse om at installationen vil tage 20 arbejdsdage per serie fitment. Simuleringen er forfinet yderligere i rapportens Del III.

## Juridiske og kontraktuelle forhold

Onboard-kontraktens pkt. 6.9.2 finder anvendelse ved descoping af de togtyper, der fremgår af Onboard-kontraktens appendiks 2, attachment 1, Master Rolling Stock and Documentation List, pkt. 3 (Rolling Stock and Documentation List – Within Scope (A LIST)) efter indgåelsen af en Sub-contract A men inden First of Class leverancen for den pågældende togtype er gennemført.

Dette forhold er gældende for alle de berørte tog- og lokomotivtyper.

Det vil endvidere efter Sub-contract A pkt. 5.3.3 være mulig at annullere leverancen helt eller delvist for specifikke togklasser, dvs. at der kan ske descoping af hele klassen eller blot et antal tog i klassen. Annullationen kan omfatte First of Class installation i eventuelle togtyper, der ikke fremgår af appendiks 2, attachment 1, Master Rolling Stock and Documentation List, pkt. 3 (Rolling Stock and Documentation List), men er tilføjet efter indgåelsen af Sub-contract A. Endvidere vil annullationen kunne omfatte Serial Installation, dekommissionering og/eller support og vedligeholdelse. I modsætning til Onboard-kontraktens pkt. 6.9.2 indeholder bestemmelsen udtrykkelig hjemmel til delvis annullation.

Se Bilag C for mere information.

## 9.6 Forbedring af Signalprogrammets designgrundlaget i forbindelse med udrulningsaktiviteter

I forbindelse med udrulningen af signalmateriel på EDL-strækningerne har det vist sig, at det grundlag,

som leverandørerne har udarbejdet installationsplanerne på baggrund af, ikke altid har afspejlet det udstyr, som rent fysisk har befundet sig i eller ved sporet. Det har betydet, at leverandøren har måtte justere udrulningsplanen, hvilket har kostet ekstra tid og medført flere udrulningsomkostninger for Signalprogrammet.

Det er i forbindelse med Signalprogrammets udrulning aftalt med Banedanmarks andre divisioner og programmer, at grundlaget for en strækning som udgangspunkt ikke må ændres 2½ år før udrulningen af signaludstyr på en given strækning for at sikre det bedst mulige designgrundlag. Dette sikrer dog blot mod ændringer i forhold til nærtstående aktiviteter og tager ikke højde for, hvorvidt grundlaget i forvejen var forkert tegnet, opgjort eller opmålt. Desuden kan grundlaget, som anvendes, variere i forhold til, hvornår det sidst er opdateret.

Tiltaget analyserer derfor, hvorvidt det er muligt at sikre et bedre designgrundlag for udrulningen af materiel på banenettet (både på fjernbanen og på S-banen), således at en eventuel diskrepans kan identificeres tidligere. Deloitte er i den forbindelse blevet oplyst, at en total kortlægning af det danske banenet er en stor og kompleks opgave, som vil tage flere år, og som kan få alvorlige konsekvenser for den nuværende udrulningsplan. Derfor undersøges en strækningsvis tilgang, hvor der fokuseres på at gøre grundlaget for den næste udrulningsstrækning i Signalprogrammet så robust som muligt.

### Tiltagets forudsætninger

Det forudsættes, at Signalprogrammet og Banedanmark vil kunne samarbejde og eventuelt samfinan-

siere udarbejdelsen af et opdateret design- og kortlægningsmateriale, som begge parter vil kunne få gavn af på sigt.

## Tiltagets scenarie

Tiltaget sigter mod, at Signalprogrammet som en del af planlægningsprocessen for hver enkelt udrulning, tager en mere aktiv rolle i forhold til at sikre, at det grundlag, som leverandøren planlægger sine udrulningsaktiviteter ud fra, er så præcist som muligt. Dette indebærer, at følgende spørgsmål besvares for hver strækning:

- På hvilke dele af udrulningsstrækningen er der forhøjet risiko for, at designgrundlaget er forældet?
- Hvilke kortlægningsaktiviteter, som gennemføres af andre afdelinger i Banedanmark, kan understøtte udrulningen af signaludstyr på den pågældende strækning?
- Hvilke kortlægningsaktiviteter skal Signalprogrammet selv iværksætte for at sikre et tilfredsstillende og retvisende grundlag?

## Motivation for tiltaget

Interview med Banedanmarks Anlægs- og Teknikdivisioner har vist, at der løbende gennemføres opdateringer af designgrundlaget, når drifts- eller fornyelsesopgaver kræver dette. Eksempelvis gennemfører Anlæg landmålinger i forbindelse med fornyelsesprogrammet, som, såfremt de skal gennemføres på strækningerne inden 2020, er planlagt til gennemførelse inden udrulningen af ny signaludstyr.

Det betyder, at de dele af banenettet, som relaterer sig til netop gennemførte fornyelsesaktiviteter, er kortlagt kort tid før Signalprogrammets planlagte udrulning. Dog fornyes strækninger sjældent fra ende til

anden, hvorfor dokumentationen ligeledes vil være fragmentarisk og stamme fra forskellige perioder hvor fornyelsesarbejdet har stået på.

Banedanmarks Teknikdivision påtænker i den nærmeste fremtid på at gennemføre kortlægning af banenettet med et specialtog, der ved hjælp af lasermåling præcist kan identificere det skinnenære materiel. Der pågår således aktiviteter i andre dele af Banedanmarks organisation, som Signalprogrammet kan bruge til besvarelse af scenariets spørgsmål.

Ved at formalisere dette mulige samarbejde med Banedanmark yderligere og gøre det til en planlagt del af udrulningsaktiviteterne for hver strækning, kan Signalprogrammet identificere, hvor der selvstændigt er behov for kortlægningsaktiviteter, og hvor der er stor sandsynlighed for, at det nuværende materiale er retvisende og derfor kan anvendes. I de tilfælde hvor dokumentationen ikke vurderes at være retvisende, bør der foregå en digitaliseret opdatering af dokumentationsgrundlaget, i samspil mellem Signalprogrammet og Banedanmark. I dette samspil bør processer og finansieringsmekanismer være afklaret, således at dokumentationen kan være leverandørerne i hænde inden udrulningsarbejdet påbegyndes.

Leverandøren har i forbindelse med udrulningen af udstyr på EDL rejst ændringsanmodninger, som kan henføres til et utilstrækkeligt eller inkonsistent designgrundlag. Det har dog ikke været muligt for Signalprogrammet at kvantificere den økonomiske eller tidsmæssige betydning af dette, hvorfor det inden for denne analyse heller ikke er muligt at regne på eventuelle frigjorte midler eller på sparet tid i udrulningsplanerne.

Der vurderes dog stadig at være gode incitamenter for at undersøge synergieffekterne med andre afdelinger i Banedanmark, samt på sigt at undersøge de økonomiske og tidsmæssige konsekvenser, som kan påvirke udrulningen efter færdiggørelse af EDL.

## Implementeringstrin

Implementeringstrinene tager for hver udrulningsstrækning udgangspunkt i besvarelse af spørgsmålene, som fremgår af scenariet. Forud for dette bør følgende implementeringstrin dog overvejes, således at en stringens proces følges for den enkelte udrulning:

*Trin 1: Identificer ansvarsfordelingen mellem Signalprogrammet og Banedanmarks afdelinger*

Ved at identificere, hvorledes fornyelses- eller vedligeholdelsesaktiviteter kan understøtte den efterfølgende udrulning af signaludstyr, kan der opnås synergier, som reducerer risikoen for fejl i designgrundlaget. Det kunne eksempelvis dreje sig om, at Anlæg i forbindelse med landmålingsaktiviteter også tilgodeså de merbehov for opmåling, som Signalprogrammet måtte have, således at opmålingsaktiviteter ikke skal gennemføres flere gange med korte mellemrum.

*Trin 2: Formaliser designgrundlagsprocessen*

Projektcheferne på fjernbanen giver udtryk for, at der allerede er et uformelt samarbejde mellem Signalprogram, Banedanmark og leverandør i forhold til at forbedre designgrundlaget. Vi vurderer dog, at et nedskrevet og formaliseret samarbejde med andre afdelinger i Banedanmark og med leverandøren vil sikre,

at det rette designgrundlag bliver en selvstændig aktivitet på udrulningsplanen på linje med eksempelvis installations- og godkendelsesaktiviteter. Dette medfører samtidig, at Signalprogrammet spiller en mere aktiv rolle i forhold til at sikre, at det grundlag, som leverandørerne planlægger deres installationsaktiviteter ud fra, er så retvisende som muligt.

*Trin 3: Anvend designgrundlagsprocessen konsistent på fremtidige udrulninger*

En konsistent anvendelse af ansvarsfordelingen og af processen på hver udrulning vil sikre, at eventuelle forbedringsmuligheder kan identificeres og applikeres på de efterfølgende strækninger.

## Forventet resultat

Udgifter: Det er p.t. uvist, i hvor stort et omfang Signalprogrammet har behov for iværksætte selvstændige aktiviteter, for at sikre et tilfredsstillende grundlag, eller om der vil være tredjepartsomkostninger forbundet med at lade Banedanmark Anlæg eller Teknik gennemføre kortlægningsaktiviteter på vegne af Signalprogrammet.

Anlæg har i forbindelse med tidligere projekter afholdt omkostninger for mellem 110.000 og 200.000 kr. per kilometer banestrækning, som skulle kortlægges. Såfremt det eksempelvis forudsættes, at fem pct. af strækningerne<sup>60</sup>, som Signalprogrammet udruller, skal kortlægges på ny, vil det for udrulningen på fjernbanen beløbe sig til mellem ca. 10 og 19 mio. kr., og for S-banen til mellem ca. 7 og 12 mio. kr.

<sup>60</sup> Eksklusiv EDL strækningerne er det totale antal kilometer strækning ca. 2800 km.

Frigjorte midler og robusthed i tidsplanen: Det har ikke været muligt for Signalprogrammet at præcisere, hvilke ændringsanmodninger, som skyldes fejl eller inkonsistens i designgrundlaget, eller hvor meget tid det har kostet i forhold til udrulningen, hvorfor de frigjorte midler eller påvirkninger på tidsplanerne ikke kan beregnes inden for indeværende analyse.

### **Investeringsbehov og realiseringshorisont**

Som nævnt under udgiftsposten kan det være nødvendigt for Signalprogrammet at gennemføre separate aktiviteter for at sikre, at designgrundlaget er tilstrækkeligt retvisende. Det er dog på nuværende tidspunkt vanskeligt at kvantificere et eventuelt investeringsbehov, idet graden af synergi med andre dele af Banedanmark først skal klarlægges.

I forhold til en eventuel realiseringshorisont kan tiltaget iværksættes på udrulningen af strækninger, så snart de to første implementeringstrin er gennemført.

### **Implementerbarhed**

Tiltaget kan have den konsekvens, at kortlægningsaktiviteter, som før udelukkende tilgodeså specifikke projekter hos eksempelvis Banedanmark Anlæg eller Teknik nu i højere grad også skal tage højde for Signalprogrammets behov, hvilket kan forlænge eller komplicere kortlægningen.

Der ikke identificeret nævneværdige risici for tiltaget.

## **9.7 Reduktion af udgifter til dekommissionering**

Dekommissioneringen af det brugte signaludstyr er en aktivitet, som tidligere blev planlagt gennemført i Sig-

nalprogrammet, men som nu er overgået til Banedanmark Teknik. Her forventes det, at synergier med øvrige vedligeholdelses- og nedtagelsesarbejder bedre vil kunne bringes bedre i spil, idet denne afdeling i forvejen gennemfører mange aktiviteter i og ved sporet, som kan reducere det oprindelige dekommissioneringsbudget.

Desuden analyserer tiltaget, hvorvidt det er muligt at lade en større del af det gamle materiel blive i sporet, hvorved dekommissioneringen af det resterende signaludstyr gennemføres i forbindelse med generelle drifts- og vedligeholdelsesopgaver, der udføres ud over den årrække, som Banedanmark Teknik p.t. planlægger med. Herved bringes synergier bedre i spil, og det eksisterende udstyr, som ikke kræver fortsat vedligeholdelse, kan blive i sporet.

### **Tiltagets forudsætninger**

Det forudsættes, at dekommissioneringen af sporisationer skal gennemføres som den eneste tidskritiske aktivitet, idet udslidte eller ødelagte isolationer vil have store driftsmæssige konsekvenser for banelegemet samt for nedslidningen af det rullende materiel.

Det forudsættes, at størstedelen af dekommissioneringen kan gennemføres af Banedanmarks faste personale, således at der som udgangspunkt ikke skal hyres ekstern støtte, som eksempelvis entreprenørfirmaer, ingeniørstøtte, mv.

Det forudsættes, at Banedanmarks samlede prisestimat på dekommissioneringsaktiviteterne er beregnet i 2017 prisniveau.<sup>61</sup>

Det forudsættes også, at gensalgsværdien af det dekommissionerede signaludstyr kan modregnes de omkostninger, som forventes at påløbe dekommissioneringen.

Det forudsættes desuden, at graden af synergi mellem dekommissioneringsaktiviteterne og Banedanmark Tekniks øvrige aktiviteter er en funktion af den tid, som planlægges brugt på nedtagning af signaludstyret. Det betyder i udgangspunktet, at en længere nedtagningshorisont vil medføre en højere grad af synergi med afdelingens øvrige aktiviteter.

Endelig forudsættes det, at 25 pct. af det udstyr, som befinder sig enten i eller ved siden af sporet ("trackside" materiel) kræver så meget fortsat vedligehold eller kan forstyrre<sup>62</sup> det nye signaludstyr så meget, at det må nedtages, mens de resterende 75 pct. (indendørs udstyr, signaler, skilte, mv.) kan blive i sporet i længere perioder, uden at der herved påløber væsentlige vedligeholdelsesomkostninger.

## Tiltagets scenarier

Vi har analyseret tre scenarier. Scenarie 1 er Banedanmarks "worst case" estimat af dekommissioneringsudgifterne. Her redegøres for de udgiftsrammer, som Banedanmark selv forventer at skulle bruge for at kunne gennemføre dekommissioneringen som

funktion af, at aktiviteten er overgået fra Signalprogrammet til Banedanmarks øvrige divisioner. Scenarie 2 er derimod Banedanmarks "best case" estimat af udgifterne, hvori synergier til Banedanmarks øvrige aktiviteter på banelegemet inkluderes, ligesom der er foretaget en generel opdatering af omkostningsforudsætningerne i det oprindelige estimat.

I scenarie 3 vurderes mulighederne for en forøgelse af synergier ved at kun 25 pct. af det materiel, der befinder sig i eller ved siden af sporet, nedtages som en del af Signalprogrammet. Scenariet analyserer synergieffekterne, såfremt den planlagte nedtagningstid forøges, mens de tidskritiske aktiviteter (fjernelse af sporisationer) stadig gennemføres hurtigst muligt efter udrulningen af det nye signaludstyr. Desuden analyseres effekten af, at kun 25 pct. af "trackside" materiellet nedtages, og den resterende mængde udstyr efterlades, såfremt det ikke kan nogen reel salgs- eller genbrugsværdi, og indtil synergier med generelle drifts- og vedligeholdelsesopgaver tillader nedtagning.

## Motivation for tiltaget

Banedanmark har givet udtryk for, at fjernelse af sporisationer er den eneste aktivitet, som er tidskritisk. Dekommissionering er derfor det eneste område i Signalprogrammet, som ikke er bundet op på en konkret dato for færdiggørelse, og mulighederne for at maksimere synergier med andre drifts- og vedligeholdelsesaktiviteter vurderes derfor i særlig grad at være til stede.

---

<sup>61</sup> Det har ikke været muligt at få denne forudsætning bekræftet af Banedanmark eller Signalprogrammet.

<sup>62</sup> For eksempelvis at undgå Electro Magnetic Compatibility (EMC) skal elektrisk separering, afkobling af strøm, mv. gennemføres på visse komponenter.

Det vurderes, at nogle dele af dekommissioneringen ikke er nødvendige at gennemføre som selvstændige aktiviteter, mens andre dele, herunder behandlingen af sundhedsfarlige metaller, bygningsmateriale med indhold af asbest, mv., skal gennemgå behandling i særlige faciliteter, før de kan bortskaffes. Banedanmark angiver dog selv, at synergier planlægges bragt i spil ved anvendelse af følgende overordnede principper:

- Dekommissionering sker efter et nødvendighedsprincip, hvilket betyder, at alt udstyr ikke nødvendigvis skal nedtages.
- Synergier med Banedanmarks Teknik-division udnyttes i forhold til at udnytte ledigt personel og/eller samtænke dekommissioneringen med vedligeholdelsesaktiviteter.
- Dekommissioneret udstyr anvendes enten som reservedele på andre banestrækninger med eksisterende signalmateriel eller sælges.
- Antallet af miljøstationer til behandling af sundhedsskadeligt materiale reduceres.<sup>63</sup>

Der er således i forhold til Banedanmarks generelle tilgang til dekommissioneringen gode argumenter for at undersøge aktiviteter og synergieffekter nærmere.

## Implementeringstrin

Det vurderes, at dekommissioneringsaktiviteter kan iværksættes umiddelbart efter, at det nye signaludstyr er erklæret operativt på en strækning. Dog anbefales det, at gennemføres en genberegning af budgettet for dekommissionering, når nedtagningen af udstyr på den første strækning, som forventes at finde

sted på S-banen, er færdiggjort og erfaringerne herfra er opsamlet.

## Forventet resultat: Scenarie 1

Udgifter: Banedanmark arbejder i scenariet med en worst case betragtning, der afspejler en marginal opdatering af det nuværende cost-to-complete budget på 1.002 mia. kr. For Scenarie 1 vil de samlede udgifter til dekommissioneringsaktiviteterne beløbe sig til 915 mio. kr.

Frigjorte midler: Banedanmark vurderer, at der som minimum kan indhentes en besparelse på 87 mio. kr. i forhold til det nuværende cost-to-complete budget.

Robusthed i tidsplanen: Der forventes ikke nogle signifikante tidsplansjusteringer i forhold til den oprindelige tidsplan for dekommissionering.

## Forventet resultat: Scenarie 2

I Banedanmarks best case estimat, inddrages en række synergier til at reducere de samlede omkostninger for dekommissioneringen.

Der er i den forbindelse tale om, at 20 pct. af sporisationerne vurderes at kunne udskiftes som en del af enten vedligeholdelsesaktiviteter eller under fornyelsesprogrammet, samt at de eksisterende affaldsbehandlingsfaciliteter i højere grad kan anvendes til bortskaffelse af miljøfarligt materiale. Hertil kommer, at 20 pct. af henholdsvis udgifterne til opdatering af dokumentation samt 20 pct. af administrationsomkostningerne kan reduceres, som konsekvens af, at

<sup>63</sup> Banedanmark Notet: "Dekommissionering Budget Update", August 2017.

denne del af arbejdet nu planlægges gennemført af Banedanmarks Teknikdivision.

Banedanmark vurderer på denne baggrund, at de samlede udgifter for dekommissionering beløber sig til mellem 1.090 og 861 mio. kr.

Frigjorte midler: Banedanmark vurderer, at gensalgsværdien af det brugte udstyr fastholdes i forhold til det oprindelige budget, hvorfor 175 mio. kr. kan fratrækkes udgifterne. I forhold til det oprindelige dekommissioneringsbudget vurderer Banedanmark således at kunne frigøre 316 mio. kr., som kan allokeres til Signalprogrammets fremtidige budgetreserve, jævnfør Figur 9.17.

Robusthed i tidsplanen: Da størstedelen af dekommissioneringen af signaludstyr ikke er en tidskritisk aktivitet, er konsekvenserne for Banedanmarks anvendelse af synergier for tidsplanen ikke undersøgt yderligere. Idet alle dekommissioneringsaktiviteterne ligger efter udrulningen af nyt signaludstyr forventes tiltaget ikke at få konsekvenser for andre af Signalprogrammets udrulningsplaner. Samme betragtning gøres gældende for scenarie 3.

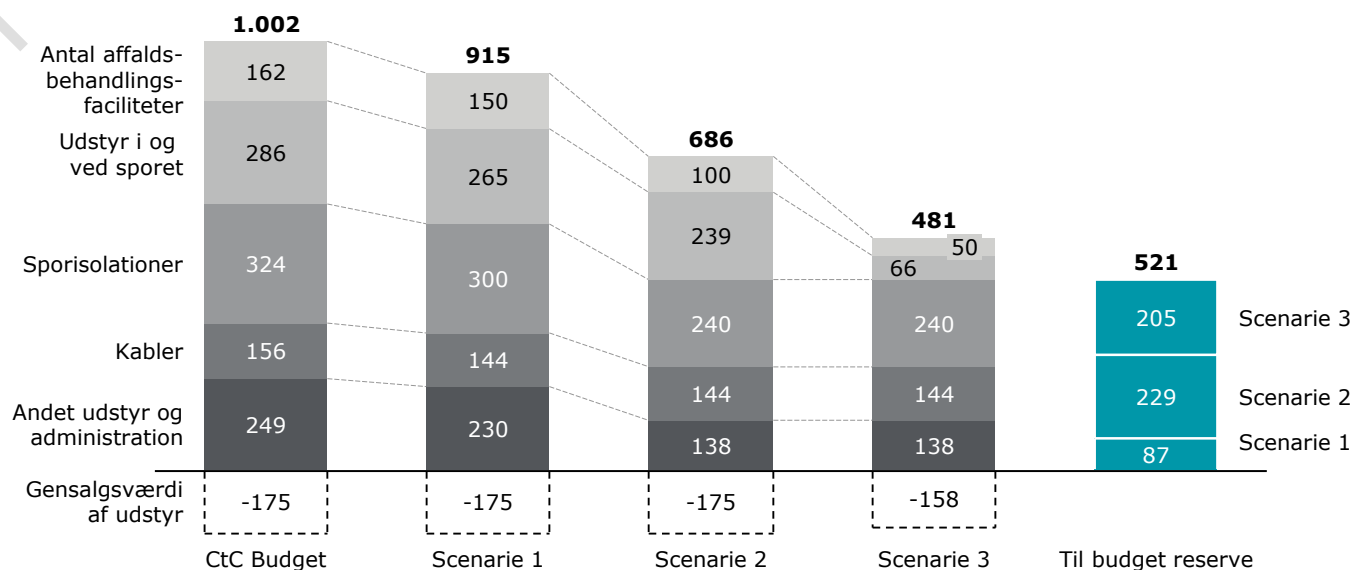
### Forventet resultat: Scenarie 3

Udgifter: I forhold til scenarie 2 er nedtagningsaktiviteterne spredt ud over en længere periode, hvorfor gennemløbet af miljøfarlige materialer på affaldsbehandlingsfaciliteterne ikke længere vurderes at være lige så stort. Derfor vurderes udgifterne forbundet med drift af de to faciliteter i scenarie 1 at kunne reduceres til én facilitet. Idet nedtagningen af sporisolationerne er tidskritiske aktiviteter, ændres udgifterne ikke, selv om perioden for nedtagningen af det øvrige udstyr forlænges. Derimod kan udgifterne til nedtagningen af "track side" udstyret reduceres med ca. 65

pct. i forhold til scenarie 2, idet der er lineære sammenhænge mellem de forventede udgifter og antallet af materielgenstande, som skal dekommissioneres. De samlede udgifter beløber sig i scenariet således til ca. 638 mio. kr.

Frigjorte midler: I forhold til gensalgsværdien af det dekommissionerede udstyr har Banedanmark oplyst, at det primært er de nedtagne kobberkabler, som forventes at have værdi. Det betyder, at den tabte salgsværdi af det udstyr, som i scenariet efterlades ved sporet, ikke væsentligt vurderes at ville påvirke de forventede indtægter fra salg af materiel. Dog indregnes i scenariet en tabt fortjeneste på 10 pct., hvilket giver en samlet indtægt på salg af materiel på ca. 158 mio. kr. (mod før 175 mio. kr.). I forhold til det

Figur 9.17. Omkostningsscenarier for dekommissioneringsaktiviteter (PL2017, mio. kr.)



Kilde: Signalprogrammet budget, Banedanmark genberegningsestimat inkl. synergier, Deloitte analyse.



oprindelige dekommissioneringsbudget på 1.002 mio. kr. vurderes det således, at scenariet kan frigøre op til ca. 521 mio. kr. som kan allokeres til Signalprogrammets fremtidige budgetreserve.

I beregningen af de frigjorte midler forudsættes det, at materiel som ikke nedtages, kan nedtages løbende i Banedanmarks normale drift, vedligehold og i forbindelse med fornyelsesprojekter.

### **Investeringsbehov og realiseringshorisont**

Idet der for alle tre scenariers vedkommende er tale om enten en større grad af anvendelse af synergi eller en reduktion i omfanget af dekommissioneringsaktiviteterne, er der i forhold til det oprindelige budget ikke identificere noget yderligere investeringsbehov.

Ingen af de nævnte aktiviteter er pågående og udgifterne hertil er heller ikke afholdt, hvorfor de frigjorte midler vurderes at kunne allokeres til en budgetreserve umiddelbart efter beslutningens vedtagelse.

### **Implementerbarhed**

Mens scenarie 1 og 2 ikke forventes at have mærkbare konsekvenser, vil forlængelsen af dekommissioneringsaktiviteterne i scenarie 3 betyde, at nedtagningen af udstyr sker løbende og i en længere årrække efter Signalprogrammets afslutning. Det har desuden den konsekvens, at meget af det gamle signalmateriel, som ikke nedtages, kommer til at stå ved siden af banestrækningerne på ubestemt tid.

Vi har identificeret følgende risici:

- Der er i forbindelse med scenarie 3 risiko for, at det materiel, som ikke nedtages, alligevel må dekommissioneres før synergieffekter med drifts- og vedligeholdelsesopgaver kan udnyttes, idet det på sigt kan forstyrre driftsstabiliteten af eksempelvis det nye signaludstyr.
- Der er for begge scenariers vedkommende risiko for, at de forventede synergier ikke kan realiseres, idet Banedanmarks øvrige aktiviteter ikke viser sig at være kompatible med nedtagningen af signalmateriel.
- Endelig er der risiko for, at gensalgsværdien af kobberkabler og andet nedtaget udstyr på salgstidspunktet ikke viser sig at have den værdi, som anvendes i beregningerne af budgettet.






Særligt risikoen for driftsforstyrrelser af det nye signaludstyr vurderes at have en større konsekvens end de øvrige, idet nedtagningen af dette udstyr ofte kan forventes at skulle initieres akut og med større omkostninger til følge. Som konsekvens heraf vurderes implementeringsrisikoen at være medium.

Tiltagets samlede effekt<sup>64</sup> fremgår af Tabel 9.4.

---

<sup>64</sup> Det bemærkes, at tiltagets effekt udgør en reel besparelse og ikke som blot værende en midlertidig allokering af midler til en projektreserve.

Tabel 9.4. Tiltagets bidrag til reetablering af reserve

	Mio. kr. (PL 2017)		
 Omkostningsgrundlag	1.002		
 Nettobidrag til re-etablering af reserve	87-229 (Scenarie 1)	-	521 (Scenarie 3)
 Forventede udgifter	915	-	481
 Realiseringshorisont	0		Måneder
 Implementeringsrisiko	Moderat		

Anm.: Beregningsgrundlaget er yderligere dokumenteret i Bilag B. 6.

## 9.8 Implementering og gevinstrealisering

### Tiltagens indbyrdes afhængigheder

De fire løftestænger er ikke gensidigt udelukkende og vurderes mulige at kombinere frit i forhold til sammensætningen af mulige scenariet kombinationer. Dog vil mængden af udgifter, frigjorte midler samt påvirkningen af robustheden af tidsplanen kunne variere alt efter sammensætningen. Eksempelvis vil dele af de kommissioneringsbudgettet kunne reduceres, såfremt de beskrevne regionale strækninger ikke udstyres med nyt signaludstyr, da det eksisterende materiel fortsat anvendes og derfor ikke skal nedtages. På

samme måde vil nogle af de tog, som ikke modificeres med nyt signaludstyr, i nogen grad kunne anvendes, såfremt udvalgte strækninger ikke modificeres med nyt signalmateriel.<sup>65</sup>

### Tiltagens eksterne afhængigheder

Udeladelsen af de udvalgte regionale strækninger kan dels begrundes med interne afhængigheder i Signalprogrammet, hvor der vil blive frigjort tid og midler til udrulningen af materiel på de resterende strækninger. Et andet og måske mere væsentligt argument for tiltaget er afhængighederne til andre programmer i BAnedanmark og til eksterne aktører, herunder til DSBs anskaffelse af elektriske tog. I den nuværende udrulningsplan påbegyndes elektrificeringsaktiviteter på følgende strækninger enten parallelt med- eller umiddelbart efter færdiggørelsen af Signalprogrammets udrulning af nyt signaludstyr:

- Fredericia-Århus
- Århus-Hobro
- Køge-Næstved
- Roskilde-Kalundborg

Udeladelsen af signaludstyr betyder, at der i forhold til disse kritiske strækninger, hvor afhængighederne mellem programmerne vurderes at være størst, er der grundlag for at skabe flere kvartalers "buffer" mellem færdiggørelse af Signalprogrammet og opstart af elektrificeringsprogrammet. Dette vurderes at kunne være medvirkende til at skabe den nødvendige robusthed i

<sup>65</sup> Det pointeres den forbindelse, at det er nytteværdien af togene, der er det bærende argument for udeladelse af ombordudstyret og ikke togenes benyttelse af strækninger, hvor det nye signaludstyr foreslås udeladt.

forhold til tidsplanen, således at mulige uønskede følger og gevirkninger for de efterfølgende programmer ikke opstår.

### Samlet gevinstrealisering

I forhold til analyseområdet samlede mulige gevinstrealisering illustreres følgende scenariekombinationer:






- Kombination 1: Maksimal effekt
  - Ingen udrulning af nyt signaludstyr på følgende strækninger på Fyn og i Jylland: Odense-Svendborg, Struer-Thisted, Langå-Struer, Skanderborg-Skjern, Holstebro-Esbjerg, Bramming-Tønder grænse og Sønderborg-Tinglev (scenarie 1).
  - Reduktion i følgende antal tog og togtyper, som skal modificeres med nyt signaludstyr: 82 IC4 tog, 6 ME lokomotiver, samt MK lokomotivet (scenarie 2).
  - Dekommissionering med minimal nedtagning og udvidet tidshorisont (scenarie 3).
- Kombination 2: Minimal effekt.
  - Ingen udrulning af nyt signaludstyr på følgende strækninger på Fyn og i Jylland: Odense-Svendborg, Skanderborg-Skjern, Holstebro-Esbjerg, Bramming-Tønder grænse og Sønderborg-Tinglev (scenarie 2).

- Reduktion i følgende antal tog og togtyper, som skal modificeres med nyt signaludstyr: 30 IC4 tog, 17 ME lokomotiver samt MK lokomotivet (scenarie 2).

Dekommissionering med Banedanmarks "worst case" betragtning (scenarie 1).

Kombinationsmulighedernes frigjorte midler, udgifter, mv. fremgår af Tabel 9.5 nedenfor.

Tabel 9.5. Kombinationsmuligheder for udrulningsanalysen

	Mio. kr. (PL 2017)	
 Omkostningsgrundlag	██████████	
 Nettobidrag til reetablering af reserve	██████ (Kombi 2)	- ██████ (Kombi 1)
 Forventede udgifter	██████	- ██████
 Realiseringshorisont <sup>66</sup>	6	Måneder
 Implementeringsrisiko	Moderat	

Anm.: Beregningsgrundlaget er yderligere dokumenteret i Bilag B. 3-Bilag B. 6.

For kombinationsmulighed 1 er der tale om lavere dekommissioneringsomkostninger, idet det gamle signaludstyr skal nedtages på færre strækninger<sup>67</sup>, hvilket beløber sig til frigjorte midler for 665 mio. kr.

<sup>66</sup> Forudsat at der ikke er uenigheder i prissætningen af Change Requests, og at tvistløsningsmekanismer ikke skal aktiveres.

<sup>67</sup> Tabte indtægter grundet mindre salg af dekommissioneret materiel modregnes.

For kombinationsmulighed 2 er der ligeledes tale om lavere dekommissioneringsomkostninger svarende til omkring 362 mio. kr.

Det pointeres, at der vil være flere kombinationsmuligheder, som kan give andre resultater. Den konkrete sammensætning af initiativer bør således gennemregnes, såfremt der vælges scenarier der afviger fra de præsenterede i afsnittet.

## 9.9 Risici og konsekvenser

Såfremt alle tiltag implementeres, vurderes de væsentligste konsekvenser at være:

- Det nye signaludstyr implementeres ikke i første omgang på alle fjernbanestrækninger i Danmark.
- Dele af det eksisterende signaludstyr skal vedligeholdes i en længere periode end hidtil antaget.
- DSB kan eventuelt blive nødt til at acceptere en midlertidig nedgang i kapacitet eller redundans, da udbyttet af ombordudstysinstallationen ikke er tilstrækkeligt lang.
- Gammelt signaludstyr, som ikke vurderes tidskritisk at fjerne eller som ikke har nogen salgsværdi, bliver ikke dekommissioneret, før synergier med andre aktiviteter tillader dette.
- Der skabes en betragtelig mængde luft i tidsplanen, som blandt andet muliggør, at erfaringerne fra EDL kan udnyttes bedre, at der skabes en større "buffer" til elektrificeringsaktiviteter, eller at hver udrulningsstrækning tildeles mere tid.
- Der frigøres betragtelige økonomiske midler, som kan allokeres til Signalprogrammets fremtidige budgetreserve.
- Risikoen for tilbageløb i tidsplanen, eller for fordyrelser som konsekvens af et forkert designgrundlag, minimeres.

- Udover ovenstående vil det være centralt at vurdere konsekvenserne for operatørernes kontraktuelle forpligtigelser, herunder behov for at eventuelle justeringer her i.

Kombinationen af tiltag vurderes ikke at generere nye risici ud over dem, der allerede er identificeret for hver løftestang. Den samlede risiko for de kombinerede tiltag afhænger selvsagt af den specifikke kombination, men eftersom tre ud af de fire tiltag hver for sig vurderes at have moderate implementeringsrisici, vil en kombination af tiltag som minimum også have samme risikoprofil. Dette skal dog vejes op imod den risikoprofil, som afspejles i den nuværende udrulningsplan, og som jævnfør kortlægningskapitlerne vurderes at være høj.

# 10 Forenklet programstyring

Programorganisationen kan forenkles og optimeres ved at tilpasse organisering til udrulning og hjemtage konsulentopgaver. På kort sigt er der behov for at styrke programmets styring.

## 10.1 Indramning

Den nuværende programstyring bærer præg af en tydelig decentral forankring og begrænset erfaringsudveksling på tværs af programmets projekter.

Nærværende kapitel omhandler derfor muligheder for at forenkle den nuværende programorganisering, hjemtage opgaver fra eksterne konsulenter samt forbedre styringen af programmets centrale styringsdiscipliner; økonomistyring, kontraktsyring og risikostyring. De primære forslag til at opnå en forenklet programstyring vurderes at være:

- Reducere den organisatoriske kompleksitet og sikre en agil udrulningsorganisation med en reduceret andel af konsulenter på kritiske beslutningsområder
- Standardisering af godkendelsesprocesser og tydeligt definerede roller og ansvar imellem programmet, projekterne og øvrige divisioner i Banedanmark

- Forbedret økonomistyring
- En mere stringent og ensartet kontraktstyring med opmærksomhed på en mere aktiv brug af bod og bonus-muligheder i kontrakterne
- Implementering af en ensartet risikostyring på tværs af projekterne.

Løftestængerne behandles enkeltvis for at kunne tydeliggøre konsekvenserne.

For flere af løftestængerne opstilles et antal scenarier, som skal tydeliggøre hvilke muligheder Signalprogrammet har i forhold til at opnå øget robusthed, øget styrbarhed og optimeringer.

Det skal bemærkes, at løftestængerne som udgangspunkt ikke er gensidigt udelukkende men implementering af udvalgte tiltag kan derfor reducere muligheden for at opnå det fulde potentiale i de øvrige initiativer.

Omfanget af potentialernes overlap berøres under hvert afsnit.

## 10.2 Berørte projekter og planer

### Berørte projekter og planer i programmet

Samtlige løftestænger, som handler om at forenkle programorganisationen har berøring med både de tekniske projekter i programmet, Operation Management og de tværgående funktioner i programmet.

Forslagene, som omhandler de tre centrale styringsdiscipliner (økonomistyring, kontraktstyring, risikostyring) vil påvirke den interne organisering i programmet.

### Eksterne snitflader

Forslagene, som omhandler standardisering af godkendelsesprocesserne vil have en påvirkning på resourceforbruget i Signalprogrammet såvel som i Banedanmarks øvrige divisioner.

Dertil kommer, at forslagene om kontraktstyring og til dels økonomistyring i høj grad lægger op til en tættere involvering af leverandørerne.

Forslagene vedrørende kontraktstyring forudsætter endvidere en fastholdelse af den juridiske assistance fra Kammeradvokaten samt om muligt også inddragelse af ekstern moderator for at facilitere en mere konstruktiv dialog på en enkelt kontrakt.

### 10.3 Omkostnings- og prioriteringsgrundlag

Omkostningsgrundlaget, der adresseres inden for dette område omfatter de budgetterede omkostninger til programme management som er estimeret til 5,8 mia. kr. (PL2017), jævnfør kapitel 6 om økonomi.

Udgifterne vedrører omkostninger til lønninger i programorganisationen. Den seneste opgørelse af cost-to-complete viser, at der endnu er 56 procent af budgettet som ikke er afholdt, hvilket efterlader en samlet omkostningsbase på 3,3 mia. kr. til programmets resterende levetid fra 2017-2024.

### 10.4 Hjemtagning af konsulentopgaver og redesign af programorganisation

Signalprogrammet har opbygget en decentral organisation med en høj grad af divisionalisering. Det fremgår af kortlægning, at den nuværende organisering i programmet er kompleks, hvilket understøttes af en række observationer vedrørende programmets organisering og tilrettelæggelse:

- Ledelsesspændet i programorganisationen varierer fra 4-55 medarbejdere per leder med gennemsnit på 13 medarbejdere per leder.
- Flere PMO-afdelinger har opgaver, som findes i programmets tværgående funktioner.
- Kontrakt- og risikostyring sker i projekterne såvel som på programniveau, med uklare snitflader mellem central og decentralt fokus.
- Planlægning sker på projektniveau såvel som på programniveau, med uklare snitflader mellem centralt og decentralt fokus.
- Enheder for test og safety findes flere steder i organisationen, med uklar arbejdsdeling mellem central og decentralt niveau.
- Der er relativt store udsving i bemanning af relativ ensartede opgaver, som for eksempel opgaver og aktiviteter relateret til udrulning af en strækning.
- Rollefordeling mellem projekterne og Operation Management er ikke entydig.
- Styringspraksis varierer på tværs af projekter.

For at sikre en programorganisering, som er effektiv og tilstrækkeligt agil, er det vigtigt at programmet som helhed sætter fokus på at udnytte ressourcerne bedst muligt på hver udrulning og samtidig sikrer, at ressourcemæssige flaskehalse begrænses.

Med afsæt i erfaringer fra det Belgiske ETCS-program, programinterne sammenligninger og bedste praksis-tilgange samt Deloitte's erfaringer fra andre store investeringsprogrammer er der udarbejdet forslag vedrørende hjemtagning af konsulentopgaver, reduktion af ledelseslag, optimeret organisering af udrulning og redesign af programorganisationen med henblik på at kunne opnå en mere agil og lean organisering.

Forslagene vurderes dels at kunne sikre en mere robust eksekvering af de kommende udrulninger, dels at programmet kan reducere det samlede ressourceforbrug ved at ændre ressourceallokeringsmetoden for udrulningerne samt have et veldefineret rolle- og ansvarsfordeling i projekterne og i de tværgående funktioner.

### Baggrund

Tiltagene i forhold til programorganisationen skal ses i lyset af de rammebetingelser organisationen arbejder under og de identificerede behov for styrkelse af programmets aktiviteter, særligt på styringsområdet.

Programmet bevæger sig ind i en fase med flere bordsbehæftede milepæle og en højere leverancefrekvens, ligesom programmet allerede nu har en stor portefølje af claims og change requests i pipeline, hvilket forventes at sætte øget pres på programmet fra leverandørerne og dermed øget behov for et robust beredskab og en styrket styring på kontraktområdet.

Der peges endvidere på behov for at styrke økonomistyringen, herunder at koble risiko, planlægning og økonomi tættere sammen. Der tages i Banedanmark initiativ til at knytte programmets økonomistyring tættere til den centrale økonomifunktion i Banedan-

mark. Ligeledes arbejdes der med en styrkelse af risikostyringen. Omlægningen af økonomistyringen og etablering af metoder og værktøjer der kan binde styringsgrundlaget bedre sammen medfører behov for en øget indsats på styringsområdet i en periode.

Endelig står programmet foran en betydelig omstillingsproces når Early Deployment-forløbet afsluttes og programmet skifter fokus fra udvikling og test til udrulning. Omstillingen driver en række muligheder for optimering, men samtidig er det centralt, at programmet har den ledelses- og ressourcemæssige kapacitet til at gennemføre omstillingen effektivt.

I det følgende præsenteres fire løftestænger programmet kan anvende for understøtte en effektiv og agil organisation.

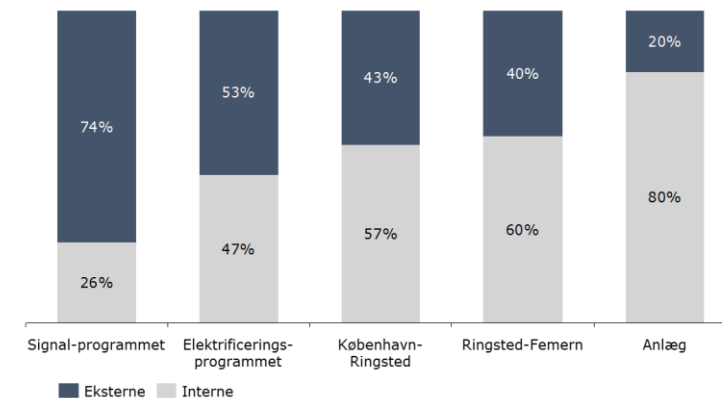
### Forslag: Hjemtagning af konsulentopgaver

74 procent af medarbejderne i Signalprogrammet består i dag af konsulenter. En så omfangsrig ekstern bistand i programmet vurderes umiddelbart kritisk for programmets evne til at opbygge og fastholde kompetencer i Banedanmark, omkostningsniveau og i forhold til håndtering af styringsansvaret i programmet.

Deloitte har gennemført interview med Banedanmark Anlæg for at sammenholde projektorganisationen i divisionen med Signalprogrammet. Målsætningen i Anlægsdivisionen er, at konsulentforbruget i anlægsprojekter udgør maksimalt 25 procent for fornyelsesprojekter.

Data fra Banedanmark viser imidlertid, at denne andel varierer på tværs af projekter, og at der på en række projekter stadig arbejdes hen mod målsætningen, jævnfør Figur 10.1.

Figur 10.1. Medarbejdersammensætning i Banedanmark Anlæg og Signalprogrammet (2017)



Kilde: Banedanmark, Anlæg.

Anm.: Tallene for Banedanmark Anlæg baseres på antal hoveder mens Signalprogrammets tal er opgjort på baggrund af årsværk.

I Anlægsdivisionen skelnes mellem de generelle fornyelsesprojekter på banen, som kan inddeles i fagområder, og de større anlægsprojekter såsom Elektrificeringsprogrammet, Ringsted-Femern projektet og København-Ringsted projektet.

I Anlægs fornyelsesprojekter er der i overvejende grad tale om en konsulentandel på 20 procent, mens konsulentandelen i de andre tre programmer har et højere niveau.

Medarbejdersammensætningen i programmerne i Anlægsdivisionen kan variere over tid i forhold til projekternes og programmernes faser. I design- og udviklingsfasen har Anlæg ofte behov for fleksibilitet og derfor anvendes flere konsulenter, der typisk betales for deres anvendte tid. Når projekterne overgår til de senere faser og vurderes at være veldefinerede benyttes konsulenterne i højere grad til at løse afgrænsede opgaver indenfor en fast pris.

Hertil kommer, at Anlægsdivisionen primært benytter konsulenter til at varetage specialistopgaver, herunder for eksempel projektleder, projekteringsleder eller byggeleder. Konsulenter benyttes kun i begrænset omfang til support-roller, som kan sammenlignes med Signalprogrammets PMO-roller.

Det skal i den forbindelse påpeges, at Signalprogrammet på en række områder adskiller sig fra anlægsprojekterne, idet der i betydeligt omfang er tale om et it-udviklings- og udrulningsprojekt, som forudsætter flere specialistkompetencer og at der i forhold til at tiltrække specifikke ERTMS-kompetencer forventeligt skal findes ressourcer på et europæisk marked og ikke kun på et dansk jobmarked.

Deloitte har med afsæt i de forskellige tilgange observeret i Banedanmark undersøgt muligheden for at

hjemtage konsulentopgaver, herunder generalistopgaver svarende til PMO-opgaver og udvalgte specialistopgaver.

Gruppen af medarbejdere med PMO-opgaver omfatter 51 årsværk i 2017 og samlet 266 årsværk i perioden 2017 til 2024. Tilsvarende opgaver, som denne gruppe medarbejdere varetager, løses også i andre Banedanmarkenheder, herunder for eksempel opgaver relateret planlægning, risikostyring, økonomistyring, kontraktstyring, sekretariatsbetjening, projektlejelse, mv. Denne gruppe medarbejdere vurderes således i høj grad at kunne erstattes af tilsvarende ansatte på en Banedanmark-kontrakt.

Som led i analysen er det afdækket, at der ikke tidligere har været forsøg på at konvertere medarbejdere fra JV-kontrakten til Banedanmark-kontrakt. Banedanmark vurderer det imidlertid realistisk, at der kan konverteres op imod ■ generalister indenfor en periode på ■ måneder. Konverteringen skal dog baseres på en konkret stillingtagen til medarbejderens nuværende erfaring og ansættelsesniveau.

Analyseres de økonomiske potentialer ved sådanne konverteringer er de betragtelige.

Ved ansættelse i Banedanmark som Fuldmægtig vil en uerfaren medarbejder, som kan sammenlignes med en Trainee i JV-kontrakten, kunne forvente en månedsløn på ca. ■ kr. inkl. pension. En fuldmægtig vil dermed koste programmet ■ kr. inkl. overhead pr. måned og ■ kr. pr. år. Til sammenligning koster køb af en Trainee på JV-kontrakten, ■ kr. om året for Signalprogrammet. Dermed er der en besparelse på ca. ■ kr., svarende til ■ procent, hvis Banedanmark i stedet for køb af en Trainee selv ansætter en medarbejder.





Tabel 10.2 Månedsløn inkl. pension for management rådgivere med højt kvalifikationsniveau.

Erhvervs- erfaring	Nedre kvar- til	Median	Øvre kvartil	Gennemsnit
Under 1 års erfaring	28.666	39.724	49.617	40.200
1-3 års erfaring	37.758	47.665	57.326	48.274
4-6 års erfaring	47.779	57.093	69.057	59.905
7-11 års erfaring	54.257	67.364	77.330	66.613
12 år eller mere	52.303	67.364	81.590	69.092
Alle	46.139	58.617	74.408	61.297

Kilde: Dansk Industri: Management Rådgivernes lønstatistik, august 2017, baseret på 2. kvartal-tal 2017. Arbejdsfunktion 2 med højt kvalifikationsniveau.

Anm.: Arbejdsfunktion 2 med højt kvalifikationsniveau omfatter arbejde inden for naturvidenskab herunder matematiske/statistiske metoder og ingeniørvirksomhed samt arbejde med arkitektur, infrastruktur og design m.fl.

At lønniveauerne i statistikken også svarer til de niveauer programmet forventer at kunne ansætte personale med disse kompetencer til er som led i analysen valideret med [REDACTED]

Ligesom for PMO-ressourcerne gælder også for denne personalegruppe, at det ikke tidligere er forsøgt at konvertere [REDACTED]

Deloitte har beregnet to scenarier for konvertering af specialisterne [REDACTED]:

- Konsulenterne konverteres til observerede lønniveauer i Banedanmark svarende til niveauerne i divisionerne Teknik, Kvalitet og Sikkerhed samt Anlæg.
- Konsulenterne konverteres til lønniveauer gældende for management rådgivernes lønstatistik.

I begge scenarier tager konverteringen udgangspunkt i konsulentens erfaringsniveau og lønforventning. Det forudsættes endvidere, at konverteringsgraden for denne gruppe alt andet lige vil være lavere for denne personalegruppe svarende til op til [REDACTED] pct.

Konverteringen til observerede lønniveauer i Banedanmarks divisioner Teknik, Kvalitet & Sikkerhed samt Anlæg viser et potentiale på ca. [REDACTED] mio. kr. ved en konvertering af [REDACTED] af de [REDACTED] [REDACTED], svarende til [REDACTED] procent indfasning i 2018 og fuld indfasning 2019-2024. Resultaterne ses i **Error! Reference source not found..**

I det andet scenarie konverteres [REDACTED] procent af [REDACTED] til lønniveauer, der kan betragtes som værende på niveau med lønniveauerne tilbudt i andre rådgivningsfirmaer. Deloitte har anvendt seneste statistik fra Dansk Industri Management Rådgivernes lønstatistik<sup>69</sup>. Specifikt er der taget udgangspunkt i medarbejdere med højt kvalifikationsniveau, som arbejder indenfor ingeniørvirksomhed og infrastruktur.

Potentialet er udregnet efter tilsvarende metode, som i det ovenstående scenarie og det samlede potentiale opgøres til [REDACTED] mio. kr., hvis Signalprogrammet kan

<sup>69</sup> Statistik for august 2017, 2. kvartal-tal 2017

hjemtage [ ] procent af opgaver for [ ]

Idet Signalprogrammet omfatter installation af nyt ERTMS-system på fjernbanenettet er ressource- og kompetenceudbuddet i Danmark begrænset. Programmet har derfor frem til nu rekrutteret internationalt til udvalgte konsulentstillinger.

Hjemtagning af konsulentopgaver indenfor [ ] vil derfor afhænge af muligheden for at identificere ressourcer både nationalt og internationalt. Potentialet ved hjemtagning vil ligeledes afhænge heraf og Deloitte har derfor beregnet et potentialespænd.

Potentialet er opgjort med udgangspunkt i hjemtagning af [ ] procent af konsulenterne til markedslønninger observeret i markedet. Potentialet spænder fra [ ] mio. kr. hvis indfasningen gennemføres med [ ] procent effekt i 2018 og fuld effekt fra 2019-2024. Realiseringen af potentialet vil kræve konvertering af ca. [ ] fuldtidsstillinger (2018) på tværs af erfaringsniveauer.

Realiseringen af potentialet forventes at kunne gennemføres indenfor [ ] måneder, idet en overgang af medarbejderne til Banedanmark-kontrakter kan kræve involvering af Moderniseringsstyrelsen samt forhandlinger med de involverede medarbejdere.

Som led i analysen er gennemført interview med Moderniseringsstyrelsen, hvor der er peget på centrale forudsætninger for en sådan konvertering, herunder at Banedanmarks ansættelser skal tage udgangspunkt i en overenskomst i det omfang, der eksisterer en statslig overenskomst for ansættelsesområdet.

Tabel 10.3. Hjemtagning af [ ] opgaver fra konsulenter til Banedanmark-lønninger (PL2017, kr.)

Banedanmark titel	JV-kontrakt titel	Antal årsværk 2018-2024	Omkostning på JV-kontrakt pr. måned (inkl. 92 kr. IPO)	Månedsløn på Banedanmark-kontrakt pr. måned (eksl. IPO)	Omkostning på Banedanmark-kontrakt pr. måned (inkl. 70% IPO)	Potentiale i alt (mio. kr.)
Test Manager/ Chefkonsulent	Ass. Project Manager	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Test Manager/ Chefkonsulent	JV - Ass. Project Manager	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Test Manager (erfaren)/ Sektionschef	JV - Project Manager	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Ingeniør/Områdechef	JV - Technician, design and support (>10 yrs)	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Specialkonsulent	JV - Technician, design and support (0-4 yrs)	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Safety Manager	JV - Technician, design and support (5-10 yrs)	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Fuldmægtig	JV - Trainee	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
<b>Total</b>		<b>172</b>				

Kilde: SP resourceforbrug 2017-2024, Banedanmark lønniveauer, Deloitte analyse.

Anm.: IPO angiver programmets overheadbetaling til Banedanmark. For konsulenter udgør IPO'en 92 kr. pr. time og for Banedanmark-ansatte udgør den 70 procent af månedsløn inkl. pension.

Hertil kommer, at basislønnen ved hjemtagning af konsulentopgaver kan suppleres med tillæg der er tilpasset lokale behov i Banedanmark. Der er i gælder i princippet ikke loft for disse tillæg.



Potentialet er beregnet ved en konvertering af de nuværende konsulent-kategorier til Banedanmark-kontrakt, som tidligere beskrevet ovenfor.

### Samlet potentiale ved konvertering

Hjemtagning af opgaver fra konsulenter udgør samlet set et potentiale på [redacted] mio. kr. ved konvertering af [redacted] procent af konsulenterne indenfor [redacted] samt ved konvertering af [redacted] procent af PMO-ressourcer, jævnfør **Error! Reference source not found.**

### Forslag: Reducere antal ledelseslag

Et lavt span-of-control svarende til et stort ledelseslag kan i organisationer udgøre en væsentlig omkostningsdriver ligesom det kan være hæmmende for beslutningskraft og fremdrift. Deloitte har derfor gennemført en analyse af ledelseslaget i Signalprogrammets nuværende organisatoriske set-up.

Analysens resultater sammenlignes dels internt i Signalprogrammet og dels med projekterne i Banedanmark Anlægsdivision.<sup>71</sup>

Ledelsesspændene fra Banedanmark Anlæg er base-res på skøn, idet divisionen ikke i udgangspunktet opgør dette nøgletal. Der er dog flere enheder, hvor en sektionschef, som kan vurderes som en niveau-2 chef, har omkring 25 refererende medarbejdere under sig. I få tilfælde er dette tal oppe på 30-40 medarbejdere, hvilket dog ofte vil være i relation til et øget antal konsulenter.

Deloitte's analyse af ledelsesspænd i Signalprogrammet tager udgangspunkt i antal medarbejdere pr. niveau-1 og niveau-2 ledere.

Beregningerne viser, at der er 33 årsværk pr. niveau-1 leder og 133 årsværk pr. niveau-2 leder i perioden 2017 til 2024. Ses alene på året 2017 er der fem niveau 1 ledere og 16 niveau 2 ledere. På tværs af de organisatoriske enheder varierer ledelsesspændet imidlertid fra 4-55 medarbejdere pr. leder.

Anvendes en programinternt sammenligning på tværs af afdelinger til at analysere potentialet for optimeringer af ledelsesspændet fremkommer et potentiale på fem til otte årsværk ved at reducere ledelseslaget. Dette vil konkret indebære, at ledelsesspændet øges til gennemsnitligt ca. 17-21 medarbejdere pr. leder frem for 13 medarbejdere pr. leder før redueringen (øget ledelsesspænd på 4-8 årsværk).

Potentialet er beregnet på baggrund af den forudsætning, at alle enheder med færre medarbejdere pr. leder end gennemsnittet løftes til gennemsnittet. Enheder med flere medarbejdere pr. leder end gennemsnittet tilføres ikke yderligere ledelsesressourcer.

Deloitte vurderer ved analyse af bemanningen i programmets enkelte afdelinger og opgaverne taget i betragtning, at der konkret kan reduceres [redacted] niveau-2 ledere og [redacted] niveau-1 ledere, svarende til en samlet forventet bruttobesparselse på [redacted] mio. kr.

penses økonomisk for at varetage denne rolle på tværs af organisatoriske enheder. Den omkostningsmæssige driver skal således findes i den faglige, organisatoriske inddeling af medarbejderne.

<sup>71</sup> Der er i analysen ikke taget hensyn til, hvor det personalemæssige ansvar for det pågældende årsværk er placeret i organisationen. Denne afgrænsning er valgt for at muliggøre sammenligning med øvrige divisioner i Banedanmark, og fordi personalelederne ikke kom-

Konverteringen af ledere forventes dog at forudsætte at de konverteres fra en ledelsesstilling til en medarbejderkategori uden ledelsesansvar. Såfremt alle ledere konverteres til et gennemsnitlig lønniveau for medarbejdere uden ledelsesansvar udgør potentialet [redacted] mio. kr. afhængig af hvor mange ledere der konverteres, jævnfør ovenfor.

Realiseringen af et øget ledelsesspænd kan implementeres i sammenhæng med ændret bemanning på udrulningsstrækninger og/eller hjemtagning af konsulentopgaver.

Potentialet er dog ikke uafhængigt af initiativer og potentialer opgjort som led i en reorganisering, som gennemgås nedenfor.

#### **Forslag:** Standardisering af udrulningsbemandinger

Sammenlignes organisering og bemanning af programmets fjernbane øst-projekt, fjernbane vest-projekt og S-bane-projektet bemærkes, at organiseringen er forskellig selv om projekterne overordnet set skal forestå de samme opgaver relateret til udrulning af Signalprogrammet – dog på forskellige strækningerne.

Hvor opgavekompleksitet for fjernbaneprojekterne er tilnærmelsesvis ens, idet de løsninger projekterne skal implementere begge er baseret på den samme standard (ERTMS), så er kompleksiteten en anden i S-baneprojektet, hvor der udrulles et standard bybanesystem.

Deloitte har derfor analyseret bemanningen af udrulningsstrækninger på tværs af fjernbane vest og øst projekterne.

Data, anvendt til analysen, er indhentet fra fjernbane øst og vest projekterne. I de anvendte data fremgår bemanningen for hver af projekternes udrulningsstrækninger fordelt på ressourcer og udrulningsfase.

Udrulningerne er planlagt til at omfatte følgende faser<sup>72</sup>:

- Specific design og development
- Installation and authorization
- Testing and approval
- HO and commissioning
- Project support

Deloitte har med dette afsæt analyseret bemanningen af udrulningsstrækningerne med henblik på at identificere optimeringsmuligheder. Dette er analyseret med udgangspunkt i tre forskellige tilgange, hvor bemanning af projekternes udrulninger er sammenlignet i forhold til forskellige indikatorer for opgavekompleksitet, idet der forventes en sammenhæng mellem bemanningen af den enkelte udrulningsstrækning og strækningens kompleksitet og omfang.

**Scenarie 1:** Standardisering af bemanning i forhold til kontraktværdi

I dette scenarie anvendes kontraktværdien på fjernbane projekterne for at synliggøre sammenhængen mellem bemanning og kompleksiteten af de strækninger projekterne skal udrulle.

---

<sup>72</sup> Faserne er defineret forskelligt for fjernbane øst og vest. Deloitte har i samarbejde med projektressourcer oversat bemanningen til de viste faser.

Scenariet viser, at der ved en standardisering af udrulningsbemandingen i henhold til den kontraktværdi som personalet skal administrere på fjernbane øst kan identificeres et potentiale på ■ årsværk over den samlede udrulningsplan. For fjernbane vest udgør potentialet ■ årsværk.

Det samlede potentiale på tværs af de to fjernbane-kontrakter er således ■ mio. kr. For yderligere detaljer henvises der til bilag B.7.

**Scenarie 2: Bemanding baseret på strækningens kompleksitet**

I dette scenarie analyseres bemandingen af de enkelte udrulninger med afsæt i indikatorer for kompleksiteten af de strækninger, der udrulles på, herunder for eksempel antallet af overkørsler, komplekse stationer og sporskifter.

Med dette afsæt viser analysen, at en strækning med en gennemsnitlig kompleksitet bemandedes med ■ årsværk på fjernbane øst-projektet og ■ årsværk på fjernbane vest-projektet.

Har strækningerne øget kompleksitet vil være behov for at tilføre flere ressourcer. Med afsæt i analyse af de eksisterende bemandinger er derfor udarbejdet en model, hvor bemandingen af udrulning på den enkelte strækning tilføres ekstra ressourcer baseret på følgende tre kriterier:

- 1 årsværk pr. 20 level crossings
- 1 årsværk pr. kritisk station
- 1 årsværk pr. 100 sporskifter

Omvendt reduceres bemandinger, hvis de har en lavere kompleksitet end gennemsnitsstrækningen.

Med dette udgangspunkt kan identificeres et potentiale på ■ årsværk på fjernbane øst-projektet og ■ årsværk på fjernbane vest-projektet. Det svarer til et potentiale på ■ årsværk på tværs af udrulningerne på fjernbanen over programmets resterende levetid.

**Scenarie 3: Bemanding med afsæt i bedste praksis**

I dette scenarie tages udgangspunkt i en sammenligning af bemandingerne på tværs af de to fjernbane projekter.

Deloitte's analyse af de eksisterende bemandingsplaner viser, at fjernbane vest i gennemsnit har en lavere bemanding pr. udrulningsstrækning end på øst. Resultatet skal ses i lyset af, at udrulningsstrækningerne på fjernbane vest er mere komplekse end på øst.


I dette scenarie kalibreres bemandingen på fjernbane øst, således at der tildeles samme ressourcebemanding som på vest for en tilsvarende kompleks strækning.

Det samlede potentiale er derfor 0 årsværk på fjernbane vest-projektet men ■ årsværk på fjernbane øst-projektet over programmets resterende levetid.

**Overblik over potentialer ved standardisering af udrulningsbemandinger**

Potentialerne i de tre scenarier kan opsummeres som følger:

Tabel 10.5. Potentialer ved alternativ bemanning af udrulninger

Scenarie	Potentiale mio. kr.
Scenarie 1 Kontraktværdien som udtryk for kompleksitet	
Scenarie 2 Bemanning baseret på kompleksitet	
Scenarie 3 Internt bedste praksis mellem øst og vest	

Det bemærkes at potentialerne er gensidigt udelukkende og derfor ikke kan summeres eller realiseres samtidig.

### Forslag: Re-design af udrulningsorganisation

For at kunne opnå en udrulningsorienteret programorganisation vurderer Deloitte, at den organisatoriske kompleksitet i programorganisationen med fordel kan reduceres og organisationen målrettes udrulningsaktiviteterne. I forbindelse transitionen fra udviklings- og testorganisation til udrulningsorganisation kan der med fordel foretages en dybdegående analyse af programmets funktioner, roller og ressourcer, idet en sådan gennemgang ikke er foretaget i programmet og ej heller har været en del af nærværende review.

Det er forventningen, at en gennemgang af programmet vil afdække betydelige potentialer i form af eksempelvis:

- Funktioner der er dimensioneret baseret på historiske behov eller hvor opgaverne har flyttet sig men ressourcendimensioneringen ikke til fulde er justeret.
- Roller som er redundante eller hvor rolledefinitionen er uklar eller opgaveindholdet i forskellige roller overlapper.

- Ressourcer der er fastholdt i programmet baseret på programindsigt eller tidligere opgaver, men som ikke har kompetencemæssig relevans i forhold til nuværende eller fremtidige opgaver.






Et re-design kan ske på baggrund af flere tilgange. Deloitte har, med udgangspunkt i projektbeskrivelsen og kommissoriet opstillet nogle relevante designprincipper og hensyn, som kan understøtte en mere effektiv organisering.

Designprincipperne og re-design af programorganisationen bør understøtte, at programmet befinder sig i en transitionsperiode, hvor EDL-linjerne på fjernbane projekterne forventes færdiggjort med udgangen af 2018. Fra 2019 til afslutning af programmet i 2024 vil programmets primære aktiviteter være relateret til gennemførelse af udrulninger på tværs af landet samt fitment af togene til at kunne ibrugtage de nye signal-systemer.

Med afsæt i Signalprogrammets kommende udrulningsaktiviteter, programmets transitionsperiode fra 2017-2018, behov for erfaringsopsamling fra S-banen og EDL-linjerne på fjernbanen samt det igangværende arbejde med optimering af godkendelsesprocesser opstilles en række designprincipper for et muligt re-design af organisering. Designprincipperne er vist i Tabel 10.6.



Tabel 10.6. Designprincipper for re-design af organisationen

	Klar rolle- og ansvarsfordeling i hele end-to-end processen (fra design til kommissionering).
	Topleddelsesfokus på opgaver og aktiviteter, der er kritiske for projektets fremdrift og indebærer største programrisici.
	Ensartet styring på tværs af projekter.
	Effektiv anvendelse af ressourcer og kompetencer.
	Understøt transformation af opgavevaretagelsen i driftsorganisationen.

For at opnå en klar rolle- og ansvarsfordeling i hele end-to-end processen bør projektlederen stå til ansvar overfor Signalprogrammet fra designfasen af udrulningsstrækningen til kommissionering. Samtidig er projektlederne i infrastrukturprojekterne ansvarlige for udførelse af opgaverne mens Operation Management er ansvarlig for ensartede processer og standarder, herunder opgaver i forbindelse med godkendelser, gennemførelse af tests, kommissionering og transition.

Designprincippet om topleddelsesfokus på opgaver og aktiviteter, der er kritiske for projektets fremdrift og indebærer de største programrisici, fordrer, at programorganisering på de tekniske projekter simplificeres og afstanden fra projektleder til topleddelses forkortes.

Tilrettelæggelsen af den fremtidige styring af programmet, herunder den foreslåede styrkelse af økonomistyring, kontraktstyring og risikostyring, skal indtænkes i den fremtidige organisering. Som udgangspunkt foreslås det, at arbejde med en øget grad af

centralisering af styringsfunktionerne for at opnå øget standardisering, videndeling og koordination på tværs af styringsdisciplinerne og projekterne. Det er imidlertid vigtigt, at styringsfunktionerne, samtidig med et mere centralt ophæng fortsat er tæt forankret i det enkelte projekt og i dialogen med den enkelte projektleder. Desuden kan der med fordel indtænkes et sæt støtteprincipper for projekternes tværgående tekniske discipliner (sikkerhed, test m.v.), som modsvarer den nye styringsmodel.

Princippet om effektiv anvendelse af ressourcer knytter sig blandt andet til, at der i programorganiseringen skal tages kritisk stilling til funktioner og rollers indhold, således at overlap og uklare snitflader undgås, ligesom der skal tages kritisk og aktivitet stilling til dimensionering af funktionerne. Konkrete tiltag kan f.eks. være at sammentænke fjernbane projekterne, således at de samorganiseres helt eller delvist i udrulningsfasen, hvor opgaveforløbet i projekterne i stigende grad vil være sammenligneligt, selvom der er tale om to leverandørkontrakter.

Endelig skal den fremtidige organisering i særlig høj grad tage højde for at der i udrulningsfasen skal ske en transition af opgaver og kompetencer fra program til de øvrige divisioner i Banedanmark. En række roller vil således med fordel kunne tilrettelægges således at de løbende kan bemannes af ressourcer fra særligt Teknik-division i Banedanmark, således at der kan ske en overførsel af viden og ressourcerne kan hjemtage driftsopgaverne når f.eks. en strækningssudrulning er gennemført.

Det er Deloitte's vurdering, at et organisatorisk re-design med afsæt i de ovenstående principper og baseret på en dybdegående analyse af den nuværende organisations funktioner, roller og ressourcer både vil

kunne sikre en robust organisering i forhold til den forestående udrulningsopgave og tilvejebringe et betydeligt optimeringspotentiale, typisk svarende til mellem 10-15 procent af den samlede organisation, baseret på organisationens størrelse og den relativt lange levetid programorganiseringen har haft.

## Implementeringstrin

Implementeringen af ovenstående bør betragtes under ét og kan gennemføres i seks trin.

### *Trin 1. Gennemførelse af dybdegående analyse af programorganisationen*

Der gennemføres en detaljeret kortlægning af samtlige funktioner, roller og ressourcer i programmet, med henblik på at redegøre for ansvar, opgaver og kompetencer for samtlige af programmets ressourcer. Relevansen af funktioner og roller vurderes i forhold til både nuværende og fremtidige opgaver, ligesom funktions- og rolleoverlap afdækkes. Funktioner og roller optimeres baseret på relevans og indhold med henblik på at sikre klare snitflader. De kortlagte ressourcer vurderes i forhold til de optimerede roller. I det omfang det er muligt kan umiddelbare tilpasninger af organisation gennemføres f.eks. for roller og ressourcer der er redundante i forhold til den aktuelle opgaveløsning og som ikke er relevante i den fremtidige opgaveløsning.

### *Trin 2. Rammer og mål for ny organisation fastlægges*

Udrulningsorganisationen skal være fit-for-purpose og det er således væsentligt at der inden organisationen endeligt fastlægges tages beslutning om udrulningsopgavens omfang og tidsudstrækning. Læring fra EDL processerne skal i den forbindelse inddrages og tiltag vedr. styrket styring indtænkes i rammerne for det

fremtidige organisationsdesign. Principper for håndtering af videnoverdragelse til og involvering af øvrige divisioner i Banedanmark skal ligeledes fastlægges. Overordnede strategiske beslutninger om anvendelse af konsulentansættelser skal endvidere fastlægges således at der i forhold til fastlæggelse af ledelsesroller og referencestrukturer tages højde for om seniorroller i projektet forventes bemandet af konsulenter.

### *Trin 3. Funktionsdesign*

Udrulningsorganisationen designes på funktionsniveau. Programmets funktioner defineres med afsæt i opgaver og processer. Det kan i forbindelse med funktionsdesignet vurderes om f.eks. fjernbane projekterne skal samorganiseres fordi det funktionelle fokus er sammenfaldende og fordi det vurderes at den ensartede udrulningsopgave er mere betydningsfuld for organiseringen end de forskellige kontrakter og leverandørforhold. Snitfladerne mellem udrulningsprojekternes funktioner og de tværgående og processtøttende funktioner (som f.eks. planlægning og styring og godkendelses funktioner) defineres med henblik på at udmønte end-to-end ansvaret.

For hver funktion udarbejdes et funktionelt mandat der beskriver opgaver, leverancer, ansvar, snitflader og kompetencekrav samt dimensionering. Med afsæt i dimensionering foretages en balancering i forhold til et ønsket ledelsesspænd, med henblik på at sikre en hensigtsmæssig dimensionering af programmets ledelsesressourcer og sikre både tilstrækkelig beslutningskraft og undgå unødigt kompleksitet.

### *Trin 4. Rolledesign*

For hver funktion defineres roller med afsæt i opgaver, ansvar og kompetencer. Rollerne sammensættes

i muligt omfang op i mod kompetenceprofiler der sikrer at det er muligt at skabe et match mellem roller og ressourcer (hvad enten det er eksisterende ressourcer eller nye ressourcer der skal hentes til programmet fra enten Banedanmarks øvrige divisioner eller markedet).

Særligt kritiske roller, som f.eks. ledere og kritiske specialistroller, risikovurderes med henblik på at ressourcerelaterede risici kan indmeldes i risikostyringen og indgå i for eksempel. Der træffes beslutninger om anvendelse af konsulenter eller sammensætning af kompensationspakker for rollen. For relevante processer (f.eks. styringsprocesserne) udarbejdes RACI-oversigter, der kobler rollebeskrivelser og aktiviteter i processerne, således at opgaveansvar i opgaveløsningen forankres på rolle- og ressourceniveau.

#### *Trin 5. Organisations- og bemandingsplan*

Udrulningsorganisationen vil skulle tilpasses løbende afhængig af det udrulningsscenarier der fastlægges på baggrund af EDL. Det valgte organisationsdesign skal således dimensioneres forskelligt i takt med udrulningsplanen, ligesom opbygningen af organisation og kompetencer i Banedanmarks øvrige divisioner kan have en betydning for, hvordan programorganisationen skal udvikle sig i udrulningsfasen.

Der udarbejdes en organisationsplan, der beskriver organisationens udvikling i takt med de omkringliggende planer. Planen beskriver dimensioneringen af funktioner og roller i programorganisationen og tager højde for funktioner som over udrulningsforløbet skifter opgaver eller har ændret relevans.

Organisationsplanen suppleres med en bemandingsplan, der i første omgang består af et match mellem

programmets eksisterende ressourcer og den fremtidige organisations funktioner og roller. Bemandingsplanen vil i den sammenhæng synliggøre redundante ressourcer, ligesom der kan udledes en rekrutteringsplan eller formuleres krav til ressourcer der skal leveres fra Banedanmarks øvrige divisioner. På længere sigt fokuserer bemandingsplanen på at balancere programorganisationens samlede kompetencebehov med en målrettet programorganisering, således at tilbageløb i forhold til dimensioner, f.eks. opretholdelse af kritiske kompetencer indtil de kan opbygges i Banedanmarks øvrige divisioner, inddrages i de løbende planlægningsrul på programorganisationen.

#### *Trin 6. Rekruttering- og konvertering af konsulenter*

Med afsæt i organisations- og bemandingsplanerne og den afledte rekrutteringsplan kan strategien for konvertering af konsulenter udmøntes i en konkret plan.

Som beskrevet foreslås det at indlede konverteringen med roller af administrativ eller koordinerende karakter, hvor risikoen er begrænset og udbuddet af ressourcer vurderes at være højere end ved mere specialiserede roller.

For de specialiserede roller, der typisk også er blevet risikovurderet, skal der udarbejdes en strategi for tiltrækning og fastholdelse der både omfatter opgaveindhold, ansvar, udviklingsmuligheder og aflønning. Banedanmarks HR-afdeling skal i tæt samarbejde med Signalprogrammet udvikle en række attraktive ansættelsestilbud, samt sammensættes relevante fastholdelses aktiviteter og sikres ledelsesmæssig forankring vedr. de specialist-ressourcer det vælges at ansætte, idet det må forventes at de både er vanskelige at tiltrække og fastholde.

Risikovurderingen af hver specialistrolle anvendes i begrundelsen for den valgte kompensationspakke, der afklares med Moderniseringsstyrelsen og andre relevante interessenter.

### Forventet resultat

Der kan opnås en besparelse på [redacted] mio. kr. i programmets resterende levetid ved at konsolidere ledelseslaget i programmet med [redacted] årsværk.

Dertil kommer muligheden for at benytte en anden metode til bemanning af udrulningerne. Deloitte's tre scenarier viser, at der er et potentiale på [redacted] mio. kr. afhængig af den valgte metode til bemanning.

Hjemtagning af opgaver fra konsulenter omfatter en konvertering af udvalgte konsulentkategorier til Bannedanmarks lønniveauer eller markedslønninger.






Potentialerne spænder fra [redacted] mio. kr. ved hjemtagning af [redacted] procent af [redacted]. Dertil kommer et potentiale på konvertering af nuværende PMO-roller i programmet. Dette initiativ vil bidrage med op til [redacted] mio. kr. ved fuld konvertering.

Specialisterne i programmet [redacted] kan i nogen grad forventes at kunne konverteres til nuværende lønniveauer i Bannedanmark eller markedsløn. Dette initiativ kan bidrage med op til [redacted] mio. kr.

I forbindelse med en reorganisering baseret på en dybdegående analyse af den nuværende organisation, og baseret på et funktions og rolle-design baseret på hensigtsmæssige designprincipper og en klar ramme for organisering, vil det være muligt at realisere et potentiale på [redacted] procent af den nuværende organisation, hvoraf en andel på [redacted] procent erfaringsmæssigt vil kunne realiseres alene baseret på den

dybdegående analyse, som redundante ressourcer i organisationen.

*Tablet 10.7. Forventet bidrag til reetablering af reserve*

	Mio. kr. (PL 2017)		
 Omkostningsgrundlag	2.700	-	2.700
 Bidrag til reetablering af reserve	[redacted]		
 Investeringsbehov	0	-	0
 Realiseringshorisont	[redacted]		måneder
 Implementeringsrisiko	Væsentlig		

Anm.: Beregningsgrundlaget er yderligere dokumenteret i Bilag B. 7.

Initiativerne omkring reduktion af ledelseslag og konvertering af konsulenter afhænger af den valgte organisering i programmet. Potentialerne er derfor tæt forbundne og vil ikke alle kunne realiseres.

Samtidig skal det pointeres, at potentialerne omkring hjemtagning af konsulentopgaver indeholder en stor risiko idet lønniveauerne anvendt til opregning af potentialerne ikke kan forudsættes som værende realiserbare i alle tilfælde af genansættelser. Det faktiske potentiale kan dermed både overgå eller ligge under de beregnede potentialer.

## 10.5 Standardisering af godkendelsesprocesser

Som en del af udrulningen af Signalprogrammet på landsplan skal programmet sikre, at ibrugtagningen af de nye signaler godkendes.

Godkendelserne kan kategoriseres i tre typer for sikkerhedsgodkendelser:

- Systemgodkendelser
- Testgodkendelser
- Installationsgodkendelser

Hver af disse godkendelser er et krav for, at programmet får lov at teste løsningen og ultimativt sætte strækningerne i drift. Rækkefølgen af installationerne er vist i Figur 10.2.

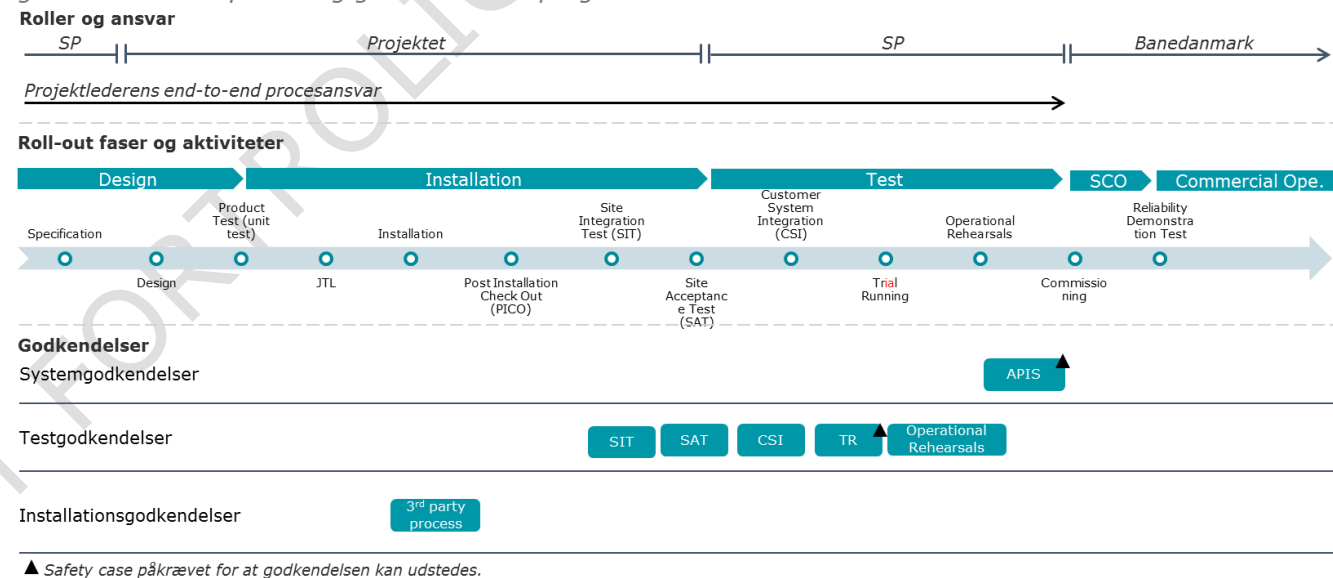
Systemgodkendelser omfatter primært den endelige godkendelse inden kommissionering, kaldet authorization for service (APIS).

Testgodkendelser omfatter:

- Site Integration Test (SIT)
- Site Acceptance Test (SAT)
- Customer System Integration Test (CSI)
- Trial Running (TR)
- Operation Rehearsal

Signalprogrammets ansøgninger om godkendelse skal behandles som en del af installations- og testfaserne for udrulningerne på hver strækning.

Figur 10.2. End-to-proces og godkendelser i programmet.



Installationsgodkendelser omfatter den såkaldte tredje parts proces<sup>73</sup> og sker kontinuert gennem alle projektets faser.

Signalprogrammets projekter indsender løbende ansøgninger omkring godkendelse af installationer efterhånden som disse implementeres på strækningerne. Forud for installation skal en ibrugtagningstilkendegivelse udstedes af Banedanmarks afdeling for Kvalitet & Sikkerhed efter involvering af Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen og Banedanmarks Faglig Ledelse.

<sup>73</sup> Benævnelsen af Signalprogrammet som 3. part benyttes som forklaring af Signalprogrammets partsplacering i forhold til Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (1. part) og Banedanmark (2. part) i forbindelse med godkendelser.

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen involveres i godkendelser indenfor Common Safety Method (CSM) risikoledeelse for signifikante ændringer i forhold til vurdering af systemdefinition, farelog, sikkerhedsplan og udpegning af eksterne "CSM Assessors" jævnfør EU Forordningen for CSM<sup>74</sup>.

Faglig ledelse kan involveres i alle tre sikkerhedsgodkendelser beskrevet ovenfor. Der foreligger imidlertid ikke en stringent proces for, hvornår Faglig Ledelse skal involveres for system- og testgodkendelser.

projektet "The Factory" under Operation Management). Vi foreslår, at programmet fokuserer på tre tiltag, der kan optimere godkendelsesprocesserne og dermed minimere risikoen for forsinkelser:

- Øget godkendelsesrate af ansøgninger
- Reducere antallet af ansøgninger ved hjælp af bundtning
- Reducere omfanget af Faglig Ledelse fra Teknik

Baggrunden for at fokusere analysen på disse tre tiltag er, at målrette analysen for standardisering af godkendelsesprocesserne i forhold til at kunne kvantificere de direkte gevinster ved mere effektive sags-gange og derved opnå et reduceret ressourceforbrug.

Ud over de direkte gevinster ved mere effektiv sags-gang bør de indirekte gevinster i form af færre forsinkelser også medtages.

Den økonomiske effekt af færre forsinkelser er ikke kvantificeret men vurderes at være den mest signifikante gevinst for programmet. Baseret på program-mets månedlige burn-rate på 57 mio. kr. (684 mio. kr. pr. år).

Endvidere bemærkes, at foruden en mere robust plan for gennemførelse i programmet vil en reduktion i antal og omfang af forsinkelser have en positiv økonomisk effekt på jernbanevirksomhederne, som på nuværende tidspunkt betaler omkostninger til indsættelse af togbusser i forbindelse med spærringer, kompensations til lokofører og compensation til meget forsinkede passagerer.

Deloitte erfarer, at programmet har igangsat arbejder, der skal forsøge at imødekomme udfordringerne omkring godkendelsesprocesserne (varetages som

<sup>74</sup> <http://www.era.europa.eu/Core-Activities/Safety/Safety-Management-System/Pages/Risk-Assessment.aspx>

Øget standardisering af godkendelsesprocesser og tydeligt definerede roller og ansvar imellem programmet, projekterne og Banedanmarks øvrige divisioner vurderes at være en forudsætning for at kunne sikre en mere effektiv eksekvering af programmets kommende aktiviteter og udrulninger.

Endvidere bemærkes, at beslutningen omkring gennemførelse af Signalprogrammet omfattede en forventet besparelse for Banedanmarks vedligeholdelsesomkostninger til signaler, sporvedligehold og trafikstyring.

Nærværende analyse og initiativer skal således ses, som initiativer, der kan medvirke til at Banedanmark faktisk kan realisere de forventede gevinster, som allerede er indregnet i den fremtidige reducerede bevilling, efter Signalprogrammet er afsluttet.

### Baggrund

Analysen sætter fokus på, i hvilket omfang der eksisterer et fælles og ensartet billede af udrulningsaktiviteterne, kvalitetskrav, godkendelsesprocesser samt en klar og entydig rolle- og ansvarsfordeling i hver fase fra design til kommissionering.

Analysens resultater viser, at der i programmet ikke eksisterer et ensartet og veldefineret billede af udrulningsprocessen og de tilhørende aktiviteter. Konklusionen baseres på, at det ikke har været muligt at identificere en entydig beskrivelse af udrulningernes aktiviteter og tilhørende godkendelsesprocesser samt et overblik over projekternes og programmets roller- og ansvar.

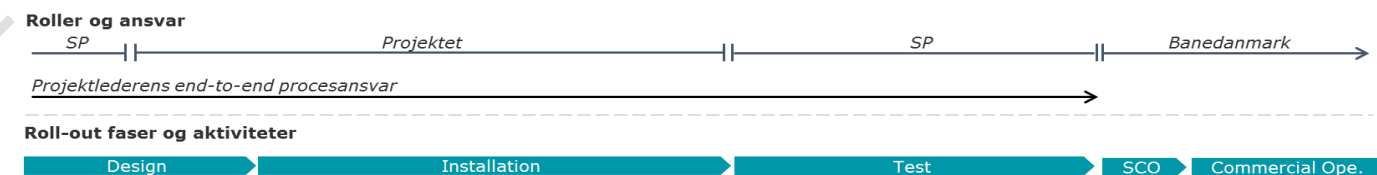
Signalprogrammet medfører et nyt signalsystem, som kræver en ny metodisk tilgang end hidtil benyttet i

Banedanmark. Derfor kræves etableringen af nye processer og værktøjer til brug for implementering af de nye signalsystemer.

Dertil kommer, at den manglende klarhed af roller- og ansvar i høj grad kan henføres til implementeringen af projektledernes end-to-end ansvar, som blev annonceret i 2016.

Frem til 2016 lå ansvaret for specifikation af løsningen hos Signalprogrammet, hvorefter projektlederne overtog ansvaret fra designfasen til Site Acceptance Test (SAT) var gennemført. Fra SAT til kommissionering overtog Signalprogrammet igen ansvaret igennem hele testfasen frem mod overlevering til Banedanmark til almindelig drift. Overdragelsen af ansvar imellem programmet og projekterne er illustreret herunder i Figur 10.3.

Figur 10.3: Roller og ansvar i udrulninger



I modsætning til den hidtidige ansvarsfordeling er end-to-end ansvaret for projektlederne defineret ved at projektlederne i fjernbane projekterne har ansvaret fra specifikation af løsningen til kommissionering, hvorefter projektet overgår til drift - fortsat forankret hos Banedanmark.

Analysen viser imidlertid, at annonceringen af end-to-end ansvaret har skabt uklarhed omkring, hvordan ansvaret skal forstås og praktiseres. Det er primært aktiviteterne i testfasen, som der hersker tvivl omkring hos projektlederne i programmet.

I den tidligere rolle- og ansvarsfordeling lå testfasens ansvar primært hos Operations Management (tidligere EMO) mens end-to-end ansvaret har skabt uklarhed omkring, hvem der skal gennemføre tests, hvilke tests der skal gennemføres, og hvilke godkendelseskriterier disse test skal honorere.

Fastlæggelse af roller og ansvar for processer og leverancer for faserne fra systemintegration til idriftsættelse pågår i Signalprogrammet.

### **Afgrænsning**

Analysen er afgrænset til de interne processer i Signalprogrammet og samarbejdet med Banedanmarks teams for godkendelser; Kvalitet og Sikkerhed samt Faglig Ledelse. Analysen omfatter ikke en vurdering af den eksisterende proces men omhandler udelukkende muligheder for at opnå en mere effektiv godkendelsesproces gennem bedre forståelse og dermed kvalitet af den faglige dokumentation, som skal indgå i eksisterende processer.

Beregningerne til optimering af godkendelsesprocesser baseres på tidsforbrug på godkendelser i 2017H1.

Data anvendt til beregningerne kommer dels fra tidsregistreringsdata i Banedanmarks afdeling Kvalitet og Sikkerhed, som modtager og behandler programmets ansøgninger indenfor risikoledeelse (CSM) og dels har programmet stillet data til rådighed fra Banedanmarks afdeling Teknik, som varetager Faglige Ledelse.

Potentialerne for reduktion i Faglig Ledelse beregnes særskilt i forhold til optimering af godkendelsesrate og bundling af ansøgninger, idet tidsregistreringer fra Kvalitet og Sikkerhed ikke omfatter Faglig Ledelse.

### **Forslag: Øgede godkendelsesrate af ansøgninger**

Deloitte's kortlægning viste, udfordringer med de eksisterende godkendelsesprocesser, herunder blev der fremsatte ønsker om, at få et klart overblik over Faglig Ledelses krav til indhold og dokumentationskrav for godkendelserne. Deloitte's analyse omfatter derfor en vurdering af de gennemførte godkendelser, den medgåede tid og godkendelsesraten for programmets ansøgninger.

Tiden medgået til godkendelser og godkendelsesraten viser, at der er et relativt højt tidsforbrug både i programmet såvel som i de øvrige divisioner i Banedanmark, når ansøgningerne afvises og skal genbehandles i programmet inden sagsbehandlingen endelig afsluttes og sagen kan godkendes. Derfor analyseres potentialet ved at øge godkendelsesprocenten af ansøgningerne. Realiseringen af den økonomiske gevinst ved reduceret tidsforbrug skal dog tage afsæt i etableringen af et overblik over godkendelsernes dokumentationskrav og formalia.



Potentialeberegningen baseres på tidsregistreringsdata fra Kvalitet og Sikkerhed for ansøgninger til godkendelser indenfor risikolelse. Potentialet er beregnet på baggrund af 133 ansøgninger modtaget i første halvår 2017, svarende til 266 forventede ansøgninger i hele 2017.

Den nuværende godkendelsesrate for Signalprogrammets ansøgninger ligger på 80 procent. Dette skal sammenholdes med andre anlægsprojekter, som i overvejende grad har en lavere godkendelsesprocent end Signalprogrammet.

Godkendelsesprocenterne varierer fra 61 procent til 87 procent på tværs af eksisterende anlægsprojekter, som vist i Tabel 10.8.

For at kunne beregne det samlede tidsforbrug på en ansøgning indenfor risikolelse tillægges Signalprogrammets tidsforbrug. Der findes ikke tidsregistrering på denne del af ansøgningsprocessen, men baseret på oplysninger fra projekterne anvendes mellem 2-15 timer til behandling af en afvist ansøgning. Dertil kommer et estimeret tidsforbrug på tilsvarende 2-15 timer i Operation Management, der varetager rollen som tredjepartskoordinator mellem projekterne og Kvalitet og Sikkerhed.

Det samlede potentiale ved at øge godkendelsesprocenten fra 80 procent til 100 er opgjort til en forventet besparelse på 0,4-2,0 mio. kr. pr. år baseret på den samlede medgåede tid til sagsbehandling på 6,7-32,7 timer pr. ansøgning.

Det samlede potentiale i projektets løbetid baseres på projekternes nuværende udrulningsplaner, som viser at godkendelserne vil fortsætte frem til 2022-2023. Det samlede potentiale er derfor 2,0-10,2 mio. kr. over 5 år, jævnfør Tabel 10.9.

Tabel 10.9. Potentialeberegning for reduktion i antal ikke godkendte sager.

	Lavt estimat	Højt estimat
Antal ansøgninger pr. år	266	
Antal ikke-godkendte ansøgninger	54	
Samlet tid medgået til ikke godkendt ansøgning (timer pr. ansøgning)	6,7	32,7
Pris pr. år	0,4	2,0
Samlet potentiale over 5 år (mio. kr.)	2,0	10,2

### Forslag: Reducere antallet af ansøgninger ved hjælp af bundtning

Metoden til at opnå en gevinst ved at reducere antal ansøgninger er at projekterne i højere grad bundter

Tabel 10.8. Godkendte ansøgninger opdelt på projektorganisationer.

	Antal ansøgninger	Antal godkendte	Godkendelsesprocent	Målsætning
Ny bane København Ringsted	7	7	100%	75%
Teknisk drift	75	65	87%	75%
Sund og Bælt	16	13	81%	75%
<b>Signalprogrammet</b>	<b>147</b>	<b>117</b>	<b>80%</b>	<b>75%</b>
3. parts projekter	60	45	75%	75%
Anlæg	88	65	74%	75%
Anlægsdivisionen	237	168	71%	75%
Elektrificeringsprogrammet	12	8	67%	75%
Ringsted Femern banen	70	43	61%	75%
<b>Total</b>	<b>475</b>	<b>363</b>	<b>76%</b>	<b>75%</b>

Kilde: Banedanmark Kvalitets og Sikkerhed ressourceforbrug jan-juni 2017.

deres ansøgninger inden disse fremsendes til risikolelse i Kvalitet og Sikkerhed.

Som udgangspunkt skal hver udrulning have godkendt ansøgninger indenfor syv områder:

1. Akseltællere
2. Baliser
3. Markerboards
4. Kabellægning
5. Kabinetter
6. Teknikhytter
7. Strømtilslutning

Forsalget omkring bundtning af godkendelser forudsætter, at programmet får skabt et overblik over de gennemførte godkendelser på EDL-linjerne, således at udrulningerne fremover kan benytte denne viden og godkendelserne til at reducere antal godkendelsesansøgninger pr. udrulning.

En reduktion i antal ansøgninger baseres på samme data, som anvendt til beregning af potentiale for øget godkendelsesrate, jævnfør ovenfor.

Potentialeberegningen forudsætter, at projekterne fremover kan reducere antal ansøgninger fra syv typer til en ansøgning for alle typer. Det svarer til en reduktion i timeforbruget på behandling af ibrugtagingsansøgninger på 86 procent (under antagelse af at alle syv typer godkendelser er relativt lige tunge at sagsbehandle). Denne analyse udgør det høje estimat i potentialeberegningen vist nedenfor.

Som konservativt estimat for reduktion i antal ansøgninger vurderes, at projekterne kan gruppere mindst 4 af de 7 godkendelsestyper i en samlet ansøgning. Dette vil reducere tidsforbruget i sagsgangene med 43 procent.

Spændet mellem en reduktion i sagsbehandlingstiden på 43 procent og 86 procent vurderes at kunne kvalificeres yderligere og tydeliggøres i takt med at de første udrulninger (EDL-linjerne) afsluttes og datagrundlaget for installationsgodkendelser udvides.

Tabel 10.10. Potentialeberegning for bundtning af ansøgninger.

	<b>Lavt estimat</b>	<b>Højt estimat</b>
Samlet timeforbrug pr. år	1612	
Timepris pr. ansøgning i kr.	622,1	
Samlet omkostning til godkendelser (mio. kr.)	1,0	
Reduktion i antal godkendelser	43%	86%
Tids forbrug ved bundling pr. udrulning	921	230
Besparelse pr. udrulning (mio. kr.)	0,4	2,0
Samlet potentiale over 28 udrulninger (mio. kr.)	12,0	24,1

I beregningen medtages ansøgninger om signifikansvurdering og ibrugtagningstilkendegivelser. Potentialet er beregnet på baggrund af de 806 timer anvendt i første halvår 2017, svarende til 1.612 forventede timer for hele 2017.

Det samlede potentiale pr. udrulning strækning er 0,4-0,9 mio. kr. svarende til 12,0-24,1 mio. kr. over de kommende 28 udrulninger i programmet, jævnfør Tabel 10.10.

Potentialet er konservativt sat på baggrund af de nuværende sager<sup>75</sup>. Derfor bør initiativet omkring bundtning af godkendelserne iværksættes så hurtigt som muligt for at sikre læring og effektiv sagsgang, når udrulningerne forventes at være på sit højeste.

Det skal bemærkes at potentialet opgjort ved en øget godkendelsesprocent overlapper med potentialet for bundtning af ansøgninger.

### **Forslag: Reducere omfanget af Faglig Ledelse**

Faglig Ledelse varetages af Banedanmark Teknik, som udgør de fremtidige systemansvarlige for det nye signalssystem. Som en del af godkendelsesprocessen for ibrugtagningstilladelser skal Faglig Ledelse involveres i godkendelsen. Programmet afløfter den tid, som medgår til behandling af programmets ibrugtagningstilladelser.

Tanken bag inddragelsen af Faglig Ledelse er derfor at gennemføre en tilsvarende vurdering, men med udgangspunkt i Banedanmarks egne virksomhedskrav.

Virksomhedskravene i Banedanmark<sup>76</sup> er defineret som:

- Rettidighed
- Økonomisk effektivitet
- Arbejdsmiljø
- Miljø
- Sikkerhed

---

<sup>75</sup> Notat: I forhold til forventningerne til ressourceforbruget, henvises til notat om Kvalitet & Sikkerheds timeforbrug i forbindelse med sagsbehandling af Signalprogrammets godkendelser indenfor CSM Risikoledeelse, modtaget 18. august 2017.

<sup>76</sup> Kilde: "Evalueringkriterier for typegodkendelser", modtaget 6. juli 2017.

- Overholdelse af national og international lovgivning og standarder

Hertil kommer at systemerne skal evalueres i forhold til RAMS-kravene<sup>77</sup>, som foreskriver evaluering ud fra følgende områder:

- *Pålidelighed*: Sandsynligheden for, at et element kan udføre en krævet funktion under givne forhold i et givet tidsinterval.
- *Tilgængelighed*: Et givet produkts evne til at kunne udføre en krævet funktion under givne forhold på et givet tidspunkt eller i løbet af et givet tidsinterval, under forudsætning af, at de nødvendige eksterne ressourcer er til rådighed.
- *Servicerbarhed*: Sandsynligheden for, at en given vedligeholdelsesaktivitet for et element, under givne brugsforhold, kan udføres inden for et givet tidsinterval, når vedligeholdet udføres under givne forhold og ved brug af givne procedurer og ressourcer.
- *Sikkerhed*: Fraværet af en uacceptabel risiko for skade.

Kravene er ikke understøttet af klare standarder og normer som på sikkerhedsområdet, hvorfor processen omkring Faglig Ledelse i dag opleves af projekterne som uklare granskninger uden mulighed for at forstå, hvilke faglige områder, der vurderes i en enkelt ansøgningsproces.

<sup>77</sup> RAMS er en forkortelse for: Reliability (Pålidelighed), Availability (Tilgængelighed), Maintainability (Servicerbarhed) og Safety (Sikkerhed). Kilde: "Jernbaneanvendelser – Specifikation og eftervisning af pålidelighed, tilgængelighed, servicbarhed og sikkerhed (RAMS)", DS/EN50126, 1. udgave, 1999-12-23, side 8-10.

Interview med ressourcer i Faglig Ledelse viser, at der ikke på nuværende tidspunkt er et klart billede af, hvilke normer og standarder, som Faglig Ledelse skal holde op imod programmet fordi det nye signalsystem er fundamentalt forskelligt fra de eksisterende systemer.

Der vurderes derfor at være belæg for at nedsætte et projekt eller en taskforce, som gennemfører en kortlægning af hvilke krav, involveringen af Faglig Ledelse skal dæmper op for og en beskrivelse af Banedanmarks ønskede løsningsmodel. Et tilsvarende projekt er netop igangsat på risikoledeelse, som skal kortlægge alle sikkerhedskrav i banenormerne og baggrundsforklare årsager til ulykker.

Projektet for reduktion af Faglig Ledelse kan med fordel tage udgangspunkt i den eksisterende matrice for involvering af fagene i Faglig Ledelse, som vist i Figur 10.4.

Matricen bør udvides med en beskrivelse af hvilke områder, Faglig Ledelse ønsker at se på indenfor hvert fag for at afgrænse og synliggøre nødvendige input og proces for ansøgningerne. Som en del af denne proces bør Banedanmark sikre en skelnen mellem virksomhedskrav i forhold til drift og reducere/fjerne krav til vedligeholdelse, idet Alstom og Thales har vedligeholdelsespligten i de kommende 25 år.

Idet ressourcerne i programmet på nuværende tidspunkt besidder den nødvendige information omkring de nye signalsystemer, bør projektet gennemføres i tæt samarbejde mellem Faglig Ledelse og programmet.

Deloitte vurderer, at standardiseringen og konceptualiseringen af Faglig Ledelse er en forudsætning for at

Figur 10.4. Faglig Ledelse - Involveringsmatrice.

	Signaler				Andre fag											
	SP	Signalsystemer	Signal, Infrastruktur	Signal, Systemer	Arealer	Broer og konstruktioner	Bygninger	Forst	Geoteknik	Kørestrom	Miljø-Energi	Perroner	Sikring	Stærkstrøm	Spor	
Sikrings/Signal komponenter	Adgangsveje				■	■	■									
	Afstandsmærker	■				■		■	■							
	Akseltællere inkl. termination boxes	■				■		■	■	■						
	Baliser	■				■		■	■	■						
	Belægninger						■									
	COS systemer (Change Over System)	■				■		■	■	■				■		
	Distribution boxes	■				■		■	■	■					■	
	Fundamenter	■					■	■	■	■						■
	Hegn					■	■	■			■					
	Hulsveller	■														■
	Kabinetter	■				■			■	■						■
	Køremandsbroer	■				■			■		■					■
	Marker boards	■				■	■		■	■					■	■
	Signaler (Legacy)	■							■	■				■	■	
	Spørstoppere	■									■					■
	Teknikhytter (TOB)	■	■			■		■	■	■						■
	Tilslutning til offentlig strømforsyning										■					■
	Traktorvejssignaler	■				■			■	■	■					■
	Varslingsanlæg (Passenger Warning Systems)	■							■	■						■
	Vej detektor spoler (Vehicle Object Detection)	■				■										■
Kableføringsvej	Brønde (manhole)	■	■			■		■	■	■					■	
	Kabelkryds	■	■			■			■	■					■	
	Kabelpløjning	■	■			■		■	■						■	
	Kabelrender	■	■					■	■	■					■	

■ Informeres ■ Grænseflade ■ Ingen stillin..  
 ■ Involveres ■ Ikke relevant

Kilde: Faglig ledelse – Involveringsmatrice version. 0.1 25-04-2017.

Anm.: Matricen er kun vejledende i forhold til hvilke fag, der skal involveres i Faglig Ledelse. Den skal ses som et supplement, til en specifik evaluering af den konkrete sag.

få en effektiv proces for bundtning og deltagodkendelser.

Specielt i forhold til Faglig Ledelse på signalområdet kunne man vurdere, at der ikke var behov for Faglig Ledelse idet Banedanmark allerede har en robust risikolede- og tredjeparts proces i forhold til driften af signaler baseret på normer og standarder.

Samarbejdsrelationen på de øvrige fag (broer og konstruktioner, arealer, bygninger, strøm, anlæg osv.) kan med fordel forbedres igennem inddragelse i workshops idet det omhandler en vurdering af skadesvoldelse på eksisterende materiel.

Inddragelse af Faglig Ledelse på de øvrige fag handler i høj grad om grænseflader (som beskrevet ovenfor er det kun 5 procent af tiden i Faglig Ledelse som vedrører disse fag), hvorfor det er relevant at sikre en effektiv og komprimeret inddragelse.

Baseret på analysen og erfaringer fra København-Ringsted projektet, vurderer Deloitte, at iværksættelse af et nyt workshopkoncept, som inddrager leverandører, projekterne og Faglig Ledelse, kan bidrage til en effektiv proces for gennemførelse af Faglig Ledelse indenfor fagområderne udenfor spor. Implementering af fælles workshops vil kræve, at projekterne afvikles disse med indkaldelse af Faglig Ledelse og leverandører, med udgangspunkt i et konkret oplæg og med tilhørende beslutningspunkter. Dertil kommer en hurtig inddragelse af styregruppen i programmet kan medvirke til at løse identificerede problemstillinger.

En mere inddragende proces for fagområderne indenfor Faglig Ledelse vurderes at kunne bidrage med en samtidig opkvalificering og læring for øvrige divisioner i Banedanmark etablering af samarbejde mellem Banedanmark og de leverandører, som skal varetage vedligeholdelsen de kommende 25 år.

På baggrund af data udleveret til analysen, er det muligt at identificere det samlede omfang i timer og kroner, som afløstes af programmet. De nuværende tidsregistreringer belyser dog ikke, hvor mange ansøgninger timeforbruget dækker over. Derfor kan antal ibrugtagningstilladegivelser registreret i CSM-processen anvendes som en indikation af antal sager behandlet i Faglig Ledelse.

Banedanmark Teknik har imidlertid ikke kunnet levere data for Faglig Ledelse for 2017, således at Deloitte kunne sammenligne med antal ibrugtagningstilladelser i 2017.

Interviews i programmet og det øvrige Banedanmark understøtter, at der på nuværende tidspunkt ikke sker tidsregistrering pr. ansøgning i Faglig Ledelse, hvorfor det foreliggende datagrundlag ikke vurderes at være tilstrækkeligt til at kunne opregne et faktisk økonomisk potentiale for en reduktion i Faglig Ledelse.

Datagrundlaget fra Faglig Ledelse viser, at der i 2017 januar-august blev afløftet 10.766 timer til en samlet pris på 4,2 mio. kr.<sup>78</sup> Den største post i forbruget vedrører Faglig Ledelse på fagområdet strøm og signalssystemer, som står for 3,9 mio. kr. og dermed 93 procent af de samlede omkostninger til Faglig Ledelse

processen, opnås en gennemsnitlig behandlingstid på 128 timer pr. ansøgning. Svarende til mere end 3 ugers arbejde.

---

<sup>78</sup> Sammenholdes de 10.766 timer anvendt til Faglig Ledelse i 2016 med en forventning om 84 ibrugtagningstilladelser registreret i CSM-

i forbindelse med programmets installationsgodkendelserne i programmet.

Vi har fået oplyst, at det faktiske antal timer anvendt til Faglig Ledelse kan være signifikant højere end de foreliggende data. Årsagen hertil skal findes i en varierende tilgang og praksis omkring registrering af timer på sagsbehandlingen i Faglig Ledelse. Dette er endvidere beskrevet i rapporten C3PO Analyse Katalog Optimering af 3. Parts processen afsnit 2.4, hvor der står:

*“TPE’erne har ikke adgang til en oversigt over igangværende og kommende sager fra SP. Nogen TPE’ere så ikke nogen værdi af en sådan oversigt, hvorimod andre anså det for meget værdifuldt.*

*Project Online blev anset som et værktøj, der muligvis ville kunne bruges som en løsning, men der var dog ikke et indgående kendskab til systemet og dets muligheder blandt TPE’erne.*

*Dét status og prioriteringsark, der vedligeholdes af 3. partskoordinatorene tjener også dette formål, men de fleste TPE’ere har ikke adgang til arket og er ikke blevet præsenteret for det. Arket mangler også en WBS, der viser hvor mange sager der udestår, hvor mange der er gennemført og hvor mange der er i gang. Det nuværende ark mangler derudover også en historik funktion. ”*

Rapportens konklusioner bør sammenholdes med kvaliteten af det foreliggende data, som ikke kan bidrage med synlighed omkring antal ansøgninger behandlet under Faglig Ledelse.

Endvidere viser en analyse af antal timer pr. medarbejder i Faglig Ledelse, at udvalgte medarbejdere be-

nytter næsten al deres tid på Faglig Ledelse for programmet – specielt indenfor fagområdet signaler. Det samlede tidsforbrug kan dog også indeholde tid anvendt ved opgaver og involvering i programmets aktiviteter i kraft af deres ansvar som fremtidige systemansvarlige, som ikke direkte kan henføres til sagsbehandling af ibrugtagningstilladelser.

Som en del af processen angående reduktion i omfanget af Faglig Ledelsen kan det derfor vurderes at dedikere udvalgte medarbejdere til behandling af Signalprogrammets godkendelser. Allokeringen bør understøttes af programmets forventninger til antal godkendelser pr. udrulning.

Interview med Banedanmark om samarbejde, ressourceudnyttelse og interaktion med programmet understreger, at det på nuværende tidspunkt er uklart, hvad formålet med Faglig Ledelse er i relation til programmet. Interviewpersonerne vurderer, at der mangler et koncept for Faglig Ledelse, som synliggør kriterierne i enhver proces.

Uklarheden omkring konceptet opstår, idet Faglig Ledelse er en del af kravene for at opnå en ibrugtagningstilladelse. Denne udstedes imidlertid af CSM-teamet på baggrund af konkrete vurderinger i forhold til banenormernes sikkerhedskrav og en vurdering af de tilhørende farer, som der dæmmes op for.

## **Implementeringstrin**

Implementeringen, som kan understøtte standardisering af godkendelsesprocesser, kan samles på otte trin. Implementeringstrinene strækker sig fra etablering og kommunikation af den nye end-to-end proces til etablering af overblik over godkendelseskrav og

sikre en tættere samarbejdsrelation mellem programmet og Banedanmark. Implementeringstrinene er som vist herunder:

*Trin 1. Etablering af et sammenhængende og samlet ansvar for hele end-to-end processen.*

Etableringen skal sikre entydige roller og ansvar i test-fasen samt sikre en tilstrækkelig tydelig incitamentsstruktur fra design til kommissionering.

*Trin 2. Etablering af en ensartet proces- og aktivitetsbeskrivelse af en udrulning med tilhørende kvalitetsporte og -krav.*

Initiativet skal sikre, at alle projekter har en ensartet forståelse omkring proces, roller- og ansvar, faseovergange og tilhørende godkendelseskrav.

*Trin 3. Etablering af en entydig oversigt over godkendelser, roller og ansvar i Signalprogrammet samt i øvrige divisioner i Banedanmark samt normer og standarder for hvert område indenfor Faglig Ledelse.*

Projektet skal gennemføre en kortlægning af hvilke krav, involveringen af Faglig Ledelse skal dæmper op for og en beskrivelse af Banedanmarks ønskede løsningsmodel indenfor hvert område.

*Trin 4. Definere og indføre koncept for bundtning af installationsgodkendelser.*

Bundtning af godkendelserne kan forventes at reducere sagsbehandlingstiden med 43-86 pct.

*Trin 5. Indføre opstartsmøder mellem udrulningsteam og godkendelsesressourcer.*

Inddragelse og faglig sparring ved opstart af udrulninger mellem projekterne og Banedanmarks øvrige divisioner, for at styrke samarbejde ml. projekterne og sikre en bedre overdragelse til drift. Herunder iværksætte workshops omkring Faglig Ledelse, som inddrager projekter og leverandørerne i forhold til at identificere ændringer i forhold til tidligere udstedte godkendelser.

*Trin 6. Implementering af GORIMA-model<sup>79</sup>.*

Programmets GORIMA-model er allerede indskrevet i programmets nye risikostyringsstrategi og programmets nyeste værdigrundlag<sup>80</sup>. Modellen bør derfor også etableres som bedste praksis for kommunikationsmetode i forhold til godkendelsesprocesser med henblik på at opnå en bedre dialog og tættere kontakt.

*Trin 7. Koordinere bemandingsplaner i Kvalitet & Sikkerhed samt Faglig Ledelse med godkendelsesplaner.*

Styrke bemanning i Banedanmark Teknik til at kunne gennemføre Faglig Ledelse og risikoledeelse baseret på projekternes forventede antal ansøgninger pr. udrulning. Her forventes, på baggrund af interview med lederen for Faglig Ledelse, at ca. 15-20 personer fra Faglig Ledelse indenfor systemovertagelse på spor bør placeres i programmet i en kort periode for at sikre et effektivt samarbejde og en løbende oplæring af den modtagende organisation i de nye signalsystemer.

*Trin 8: Iværksætte integreret dataopsamling med målstyring på ansøgninger om godkendelser for både risikoledeelse og Faglig Ledelse.*

<sup>79</sup> GORIMA står for Go, Ring, Mail og beskriver bedste praksis for, hvilken rækkefølge kommunikationskanalerne bør anvendes.

<sup>80</sup> I programmets "guiding principles" står: "We practice an active style of dialogue (GORIMA) with respect for each others time".

For at sikre indsigt i den samlede sagsbehandlingstid og årsager til forsinkelser i processen, bør Signalprogrammet og Banedanmark i samarbejde sikre en stringent opsamling af data på sagsbehandlingstider (flow analyse), udestående/arbejdsbyrde, således at begge parter til enhver tid har overblik over antal ansøgninger og procestid samt flaskehalse. Flowanalyserne kan med fordel kobles til at sæt KPI'er, som viser godkendelsesprocent, arbejdsbyrde, sagstynge og lignende.

### Forventet resultat






Resultatet af en standardisering af godkendelsesprocesser i programmet kan bidrage til reserven ved hjælp af en direkte ressourcebesparelse fra tidsforbruget i godkendelsesprocesserne. Potentialet afhænger af i hvilket omfang programmet kan implementere bundtning af ansøgningerne og estimeres at varierer mellem 12 og 24 mio. kr.

Potentialet vist nedenfor omfatter potentialet ved bundtning af ansøgningerne, idet de forventede gevinster ved dette tiltag overlapper med samt overstiger gevinsterne ved at øge godkendelsesraten af ansøgningerne. Derfor bør programmet fokusere på at gennemføre bundtning af ansøgningerne men fortsat sikre en høj kvalitet i sagsbehandling ved at definere og kommunikere roller- og ansvar samt krav og specifikationer for godkendelserne.

I alt er omkostningsgrundlaget relateret til de 322,9 mio. kr. afsat til testaktiviteter under Engineering Management. Heraf er 21,8 mio. kr. brugt og der er således 301,1 mio. kr. der endnu ikke er brugt, jævnfør Tabel 10.11. Det skal dog pointeres, at det ikke vides i hvilket omfang forslaget vil imødegå en merudgift el-

ler reducere baseline idet det ikke vides i hvilket omfang optimering af godkendelsesprocesser er indregnet i Signalprogrammets baseline.

Tabel 10.11. Forventet bidrag til reetablering af reserve

	Mio. kr. (PL 2017)			
 Omkostningsgrundlag	301			
 Bidrag til reetablering af reserve	12	-	24	
 Investeringsbehov	0	-	0	
 Realiseringshorisont	6	-	18	Måneder
 Implementeringsrisiko	Begrænset			

Anm.: Beregningsgrundlaget er yderligere dokumenteret i Bilag B. 7.

Foruden et muligt direkte bidrag i form af en omkostningsreduktion til godkendelsesprocesser, er det vigtigt at medtage de indirekte og ikke-kvantificerbare gevinster.

Som tidligere beskrevet er den primære gevinst ved at sikre en standardiseret og veldefineret godkendelsesproces at projekterne kan reducere forsinkelser.

En reduktion i forsinkelser har en direkte effekt på programøkonomien, som på nuværende tidspunkt har en burn-rate på 57 mio. kr. pr. måned. Dertil kommer de eksterne omkostninger, som programmet påfører jernbanevirksomhederne.



## Investeringsbehov og realiseringshorisont

Implementeringen af de ovenfor nævnte initiativer bør igangsættes med det samme for at sikre fokus på at opnå de mulige gevinster. Endvidere vurderes det kritisk for programmet at etablere klarhed omkring godkendelsesprocesser og krav hurtigst muligt. Dette kan med fordel koordineres med Banedanmark Teknik i forhold til at overflytte ressourcer midlertidigt til programmet og dermed sikre øgt samarbejde og opkvalificering samtidig.

## Implementerbarhed

Inddragelse af leverandørerne i workshops omkring Faglig Ledelse kan udgøre en risiko for at leverandøren anser disse møder, som en mulighed for at rejse ændringer. Denne risiko behøver ikke være en forhindring for implementering eller at kunne opnå potentiålet. Dog er der en sammenhæng mellem samarbejdsrelationen til leverandørerne og muligheden for at opnå udbytte af disse workshops med leverandørerne.

## 10.6 Forbedret økonomistyring

Det er en klar forudsætning for at sikre styrbarhed og robusthed i gennemførelsen af den resterende del af Signalprogrammet at der skabes en øget standardisering af økonomistyringen og at styringen baseres på et styringsrelevant budget med mulighed for at koble fremdrift til fremdriftsaktivitet med det aktuelle ressourceforbrug og betalingsflow.

Følgende analyse og anbefalinger skal således ses som værende initiativer, der kan bidrage til, at Signalprogrammet løbende kan følge ressourceforbruget i sammenhæng med programmets aktiviteter og dermed vil kunne styre økonomien aktivt og tage højde

for risici og uforudsete hændelser undervejs i projektet. De fremadrettede initiativer vedrørende finansiell styringspraksis vil i sidste ende være afgørende for at sikre styring med Signalprogrammets budgetmæssige forhold frem mod færdiggørelse af Signalprogrammet i 2024.

Den bagvedliggende hypotese, som projektet har analyseret er at en styrkelse af programmets økonomistyring, herunder sammenhæng mellem leverancer og betalingsplan, programmets forudsætninger for og tilgang til udfærdigelse af prognoser samt opgørelse og fordeling af programmets forventede reserver vil sikre en mere agil og styringsrelevant tilgang til Signalprogrammets budgettering og dermed også sikre robustheden af programmets økonomi fremadrettet.

Analysen tager afsæt i kortlægningen af Signalprogrammets finansielle styring præsenteret ovenfor. Fra kortlægningen af den økonomiske situation og tilhørende styring blev der overordnet tegnet et billede af et program med en decentral og forskelligartet tilgang til styring og budgettering på tværs af de enkelte projekter samt en mangelfuld håndtering af risici og ændringsforslag. På baggrund af kortlægningen fremstår en manglende ensartethed i - og begrænset klarhed over - roller og ansvar i forbindelse med økonomifunktionen på tværs af de enkelte projekter.

Som led i kortlægningen af programmets økonomi blev det nuværende budget gennemgået og budgettets robusthed vurderet. Samlet set vurderes budgettet som værende mangelfuldt i en række henseender. Desuden er den bagvedliggende dokumentation for de enkelte poster i budgettet mangelfuld og af varierende kvalitet og format.

Givet det mangelfulde fundament for økonomisk styring i programmet, har den videre analyse således til formål at identificere en række forbedringstiltag, som i sidste ende skal kunne sikre programmets muligheder for den nødvendige finansielle styring i det forestående arbejde.

Analysens primære resultater peger i retning af seks konkrete problemstillinger, som vurderes værende kernen af Signalprogrammets styringsmæssige udfordringer:

1. Decentral styring af projekternes økonomi kombineret med begrænsede kompetencer og fraværende fokus på økonomien.
2. Uklar definition af roller og ansvar i forhold til den finansielle styring og planlægning.
3. Decentral, uensartet og mangelfuld håndtering af risici på tværs af projekterne, der ikke er koblet i budgetteringen og planlægningen i form af risikodrivere og følsomhedsanalyser.
4. Uklar kobling mellem fremdrifts- og aktivitetsplanlægningen og den finansielle styring, herunder brug af budgetteringsforudsætninger, der kan indgå i planlægningen samt den finansielle styring og opfølgning.
5. Fravær af styringsrelevant budget – hver projekt styrer økonomi på forskelligt grundlag og det er ikke muligt at etablere et løbende samlet overblik over programmets økonomi.
6. Begrænset mulighed for at følge projektets fremdrift i aktiviteter og økonomiske situation.

Forudsætningerne for finansiell styring varierer væsentligt på tværs af de enkelte projekter. Styringsdokumenter, budgetter, kompetencer, fokus, risikohåndtering samt roller og ansvar er alle faktorer, som er kritiske for en velfungerende økonomistyringspraksis

og er alle eksempler på faktorer som varierer markant på tværs af Signalprogrammets projekter.

I samtlige projekter har projektlederne det overordnede ansvar for økonomien, hvorfra de rapporterer ind til en central planlægningsenhed i Signalprogrammet. Det separate økonomiansvar ude i projekterne fordrer skarpt fokus på - og ansvarstagen for - styringen af budgetterne. Det er ikke det overordnede indtryk, at projektlederne ude i projekterne ikke har det nødvendige fokus på budgetterne, men i stedet i højere grad fokuserer på kvaliteten af leverancen. Det kræver en klar ansvarsfordeling og de tilhørende relevante kompetencer samt et skarpt fokus at håndtere den finansielle styring, hvorfor det vurderes at være problematisk for Signalprogrammets økonomistyring, at ansvaret er placeret separat i projekterne.

Vi anbefaler derfor:

- Et generelt kompetenceløft inden for styring.
- Rebudgettering i faseskiftet (efter EDL), som indarbejder risici og udestående leverancer.
- Frem til faseskiftet anbefales internt tilsyn fra Banedanmark Økonomi. Dette tilsyn skal tage højde for risici og bidrage til at kompetencerne opbygges. Et element i tilsynet bør være en væsentligt tættere kobling af Banedanmarks centrale økonomienhed og økonomistyringsopgaven i Signalprogrammet. Denne involvering bør ikke begrænses til fasen frem til EDL men indgå som en grundforudsætning for gennemførelsen af økonomistyringsopgaven i Signalprogrammet fremadrettet.
- Nyt sammenhængende økonomistyringskoncept/styringsværktøj. Optimalt vil det være at tage afsæt i et økonomistyringskoncept, som andre projekter i Banedanmark anvender. Væsentligt for

dem er det at koble omkostninger, leverancer og aktiviteter i dette system.

- En styrket systemunderstørelse der kan bringe data sammen.
- Arbejde hen imod en åben dialog og deling af økonomi med leverandørerne.

## Baggrund

Analysen er dels forankret i kortlægningen, dels i Deloitte's erfaringer fra og modeller for god økonomistyring i komplekse it-projekter og mega-projekter, dels interview med Signalprogrammet og Banedanmarks økonomiledelse.

Deloitte peger på styring af it-projekter som en særligt relevant referenceramme fordi Signalprogrammet i betydeligt omfang er et digitaliseringsprojekt og rummer omfattende it-leverancer i tillæg til de fysiske anlægsleverancer. Mega-projekter er projekter der, som opførelsen af nye Super-sygehuse og anskaffelse af nye kampfly, både har en størrelse og kompleksitet i sammenhæng med en voldsom politisk interesse og styringspåvirkning.

## Implementeringstrin

Etableringen af en forbedret styringsmodel, der kobler fremdrifts-, risiko- og finansiel styring bedre sammen er en forudsætning for, at Banedanmark kan opnå den fornødne indsigt i det faktiske budget.

Analysens resultater bekræfter, at der er behov for at sikre en bedre kobling mellem planlægningen, aktivitetsfremdriften og de finansielle konsekvenser deraf.

På tværs af projekterne er der behov for at få skabt en styringsmodel, der sikre den fornødne indsigt på alle niveauer og ikke mindst koble den faglige indsigt i

risici, changes, claims og fremdrift med de økonomiske konsekvenser.

Det er derfor en væsentlig forudsætning for implementeringen, at der skal etableres en økonomistyrings- og fremdriftsmodel, der formår at koble aktiviteter, fremdrift, risiko, changes, claims med den økonomiske styring i en model, der kan danne grundlaget for den løbende styring.

Fokus i opbygningen af en økonomistyringsmodel bør være følgende:

### *Trin 1. Styringsinformationer fastlægges*

Fastlæggelse af styringsbehov og -udfordringer på de forskellige niveauer i organisationen. På baggrund af de identificerede styringsbehov fastlægges de relevante styringsinformationer. Denne skal tænkes sammen med indsatserne om kontrakt- og risikostyring.

### *Trins 2. Fastlæggelse af styringskoncept, der kobler aktiviteter, fremdrift, risiko og økonomiske konsekvenser*

På baggrund af de kortlagte informationsbehov opbygges et styringskoncept. Styringskonceptet er en overordnet konceptuel opbygning af de informationer, der skal gå og fra de forskellige niveauer i styringskæden. Styringskonceptet skal understøtte en tættere kobling mellem aktiviteter, risici og økonomi samt en større entydighed i styringen mellem de forskellige projekter.

Deloitte bemærker, at Banedanmark med afsæt i reviewet har igangsat et arbejde med at forbedre økonomistyringen i programmet. Som en del af dette arbejde er Signalprogrammets økonomistyring flyttet fra programmet til en ny enhed i Banedanmark Økonomi. Dette indebærer, at de resterende funktioner i den

tidligere enhed for Finance og Planning nu er flyttet til en ny PMO-funktion (legal, planning, risikostyring) på programniveau.

*Trin 3. Fastlæggelse af roller og ansvar på tværs af programorganisationen og den centrale økonomifunktion.*

Med udgangspunkt i den konceptuelle styringsmodel skal der udarbejdes klare rolle- og ansvarsbeskrivelser for de forskellige aktører i styringsprocessen. Rolle- og ansvarsbeskrivelserne skal sikre, at aktørerne i styringsprocessen er klar over deres rolle og ansvar i processen med at sikre entydighed i styringen og koblingen af projektlederens og de centrale funktioners styringsbehov.

*Trin 4. Fastlæggelse af styringsprocesser til at understøtte en sammenhængende styringsmodel på tværs af Signalprogrammet og den centrale økonomifunktion.*

Styringsprocesserne definerer, hvem, hvornår og hvordan der skal planlægges, budgetteres og følges op inden for den økonomiske styring. Styringsprocesserne skal skabe en kobling mellem de definerede styrings- og informationsbehov samt de fastlagte roller og ansvar.

*Trin 5. Opbygning af en sammenhængende datamodel*

Med udgangspunkt i styringsbehovene og de informationer, der skal tilgå de enkelte niveauer, opbygges en datamodel. Datamodellen skal kvalificere en dataunderstøttelse af styringsbehovet og skabe sammenhængen mellem styringen hos projektlederen og de centrale funktioner.

*Trin 6. Fastlæggelse af budgetterings- og rapporteringskrav*

Med udgangspunkt i den ovenstående punkter skal informations- og styringsbehov, dataunderstøttelse, roller og ansvar samt styringsprocesserne udmøntes i en række budgetterings- og understøttende rapporteringskrav.

Disse rapporteringskrav skal i sidste ende understøtte kravene i ny anlægsbudgettering og andre centrale rapporteringskrav.

*Trin 7. Standardiseret systemunderstøttelse, værktøjer og vejledninger*

Når rapporterings- og budgetteringskravene er klare skal der foretages en vurdering af, hvilke værktøjer, der bedst muligt kan bruges til at understøtte de oplyste krav og kriterier.

På baggrund af vurderingen skal der igangsættes en implementering i de udvalgte værktøjer og systemer. Udover at implementere styringsmodellens principper i de rette værktøjer skal der udarbejdes vejledninger og beskrivelser, som kan understøtte en forandringsledelse i organisationen.

### **Forventet resultat**

En mere stringent og ensartet økonomistyring kan forvente at bidrage med både øget robusthed og indsigt i programstyringen.

Implementeringen af initiativerne, vil sikre en ensartet tilgang til styringen, klare rolle- og ansvarsbeskrivelser samt en bedre kobling mellem aktivitetsstyringen, risikostyringen og den økonomiske styring. Dette vil bidrage til en indsigt både for de enkelte projektledere, programledelsen og økonomifunktionen.

Implementering af initiativerne vil kunne understøtte den samlede organisation med at få et mere stringent

styringsværktøj til at understøtte styringsdialogen fra projektlederen, over planlægningsenheden til økonomifunktionen.

### **Investeringsbehov og realiseringshorisont**

Initiativerne omkring forbedring af den økonomiske styring, forventes at kræve yderligere investeringer. Deloitte vurderer, at en implementering af en ny styringsmodel vil kræve etableringen af en midlertidig implementeringsorganisation, som uafhængig af driften kan understøtte implementeringen. Skal implementeringen af styringsmodellen blive en succes skal der investeres ressourcer til det, som kan drive processen uafhængig af de driftsmæssige peaks.

Deloitte har afsat ekstra ressourcer til økonomistyring, svarende til 4 årsværk i programmets levetid. Dette er modregnet i det samlede potentiale.

Det vurderes derudover, at Banedanmark skal anvende øgede ressourcer i den fortsatte økonomistyring for bedst muligt at støtte projektledere og programledelse.

Det kan derudover blive nødvendigt at investere i nye systemer, der kan understøtte den fornødne styring og rapportering. Banedanmark råder over flere mulige værktøjer, der som supplement til det centrale økonomistyringssystem (SAP) kan understøtte økonomistyring. Det vurderes dog sandsynligt at der skal investeres i anskaffelse af et egentligt budgetsystem til håndtering af den samlede budgetstyringsopgave for programmet.

Forslagene skal gennemføres og implementeres samtidig med den nye rebudgettering.

### **Implementerbarhed**

En forbedret økonomistyringsmodel, der formår at skabe en bedre sammenhæng mellem den fremdrifts-, risiko-, kontrakt- og risikostyringen kan bidrage til at sikre en dyb og sammenhængende indsigt. Men det vil forudsætte ændringer hele vejen igennem styringskæden i den nuværende organisation.

En implementering af en ny økonomistyringsmodel vil dermed forudsætte, at projektledere og økonomifunktion skal gøre noget andet, end det, de gør i dag. Det vil derfor have en stor organisatorisk indflydelse at indføre en ny styringsmodel. Skal den nye styringsmodel blive en succes, så er den afgørende faktor for implementerbarheden, at organisationen er villig til at gøre tingene anderledes, end den gør i dag.

### **10.7 En mere stringent og ensartet kontraktstyring**

Kortlægningen viste, at den nuværende praksis omkring styring og håndhævelse af kontrakterne er meget uensartet på tværs af projekterne. Endvidere viste kortlægningen, at samarbejdsrelationen til leverandørerne varierer og i nogen tilfælde er under pres. Det må endvidere forventes at aktiviteterne på kontraktstyringsområdet stiger i forbindelse med at programmet nærmer sig bordsbelagte milepæle og at en øget fokusering på risikostyring vil etablere flere early-warnings, der skal håndteres i kontraktstyringsregi.

Deloitte har gennemført en analyse med fokus på den nuværende kontraktstyringspraksis i projekterne såvel som på programniveau, ligesom der er gennemført en kvalitativ analyse af projekternes samarbejdsrelation til leverandørerne. Som en central del af ana-

lysen, vurderes programmets og projekternes håndtering og brug af bod og bonus, som defineret i kontrakterne om levering af signaludstyr til fjernbanen, S-banen og togene. Formålet med denne analyse er at vurdere i hvilket omfang programmet udnytter kontrakternes mulighed for at anvende bod som en sanktion overfor leverandørerne, og i hvilket omfang den historiske håndtering af kontrakterne kan få indvirkning på den fremadrettede mulighed for at anvende bod/bonus.

Med afsæt i analyserne foreslås det, at de fire store projekter iværksætter konkrete initiativer for at opnå en højere kontraktmanagement disciplin og bedre samarbejdsrelation med leverandørerne. Signalprogrammet er for nuværende allerede i en proces omkring forbedring af kontraktstyringen, hvilket indebærer implementeringen af nogle af de tiltag som foreslås i dette afsnit (herunder anbefalingerne for proceshåndtering omkring bod, leverandørsamarbejde og involvering af contract managers ved gate overgange).

Fokus for analysen er programmets set up og håndtering af kontraktmanagement. På baggrund af analysen vurderes programmets anvendelse af bod og bonus på et overordnet niveau. Analysen tager ikke stilling til de enkelte bodssager.

## Baggrund

Kontraktstyring i programmet sker på to niveauer. Dels har programmet en central kontraktstyringsfunktion, dels har projekterne et ansvar for at varetage styringen af leverandørernes kontrakter decentralt. Organiseringen af kontraktstyring påhviler projekterne selv. Hvert projekt har etableret en kontraktholderfunktion, som er ansvarlig for kontraktstyringen af

projektets kontrakter, men rollebeskrivelsen af denne funktion er meget forskellig på tværs af projekterne.

På S-Bane projektet varetages kontraktholderrollen af projektlederen selv, idet projektet ønsker, at projektstyring og kontraktholder skal være stærkt integreret for at kunne styre projektets fremdrift effektivt.

For fjernbane Vest, Øst og Onboard projekterne er der en separat kontraktholder, som rapporterer til projektlederen.

Den centrale kontraktstyring har til opgave at fokusere på udførelse af en klart defineret proces for ændringskontrol: Alle kontraktændringer skal følge programmets change request proces og forslag til ændringer bringes fremad til et ændringsudvalg, Central Change Board (CCB), med inddragelse af programmets kontraktstyringsmanager for at sikre godkendelse.

Den koordinerende indsats i programmet skal medvirke til at sikre et komplet overblik og forstå den indvirkning, som ændringer af en kontrakt har på en eller flere af de andre projekters kontrakter.

Claims håndteres ligeledes som en del af denne proces, men som beskrevet i afsnit 10.8 om risikostyring er der ikke en stringent proces for at identificere risici, som potentielle kommende CR'er eller claims. CR-processen omhandler kun kommende ændringer og claims uden hensyn til eksisterende risikolister i projekterne.

På trods af den centrale kontraktstyringsfunktionens koordinerende rolle og styring af proces for kontraktændringer, viser analysen, at kontraktholderens praksis varierer meget på tværs af projekterne. Projekterne arbejder i siloer uden tværgående koordinering i det

daglige ligesom informations flowet imellem projekterne er begrænset til viden fra møderne i Central Change Board.

I vores kortlægning har vi observeret et meget varieret billede af måden hvorpå kontraktstyring sker over for leverandøren og derfor hvordan relationerne til leverandøren varetages.

Der knytter sig et sæt kendetegn til god kontraktstyring, som ligeledes understøtter en god og professionel relation med leverandører. Disse kendetegn kan beskrives som følger:

- Et tillidsfuldt samarbejde med en høj grad af gennemsigtighed.
- Sam-lokalisering, hvor kontraktholdere fra begge sider deler den samme bygning, hvilket muliggør et tæt samarbejde.
- Daglig kommunikation mellem kontraktholder og projektteam.
- Spejlet organisation; hvor leverandøren fastlægger den samme organisatoriske struktur som projektet.
- Teambuilding-aktiviteter, som understøtter den personlige relation og kontakt.
- Brug af en ekstern facilitator, redaktør, anmelder, som med jævne mellemrum deltager i møder og udvikler projektmedlemmerne.
- Implementering af kommunikation, arbejdsprincipper og procedurer, der bygger på en samarbejdsaftale, som effektueres allerede fra arbejdets påbegyndelse.
- Formulering af en kontrakt, som understøtter de rigtige incitamentsstrukturer i projektet.

Et sæt principper kan ligeledes formuleres for disciplineret kontraktstyring, som baseret på Deloitte's erfaringer er kendetegnet ved:

- En konsekvent opfølgning af opfyldelsen af kontraktlige forpligtelser, bestående af issuelister, tidlige advarsler ("early warnings") og ændringsanmodninger ("change requests").
- Periodisk oprydning i issuelister, tidlige advarsler og ændringsanmodninger ved faseskift for at undgå ophobning af betydelige forsinkelser af uløste punkter, for at sikre at projektet kan indgå i den næste fase og fortsat håndtere kontrakten.
- Undgå forsinkelser ved at følge "no-stop-arrangements" i kontrakten. Eksempelvis foreskriver kontrakten at leverandøren ikke kan standse udførelsen af projektet på grund af stridigheder (disputes) (jævnfør kontrakternes afsnit 27.4 "Obligations to continue work in case of dispute").
- Fair tilgang til aftaleindgåelse, ikke nødvendigvis afbalanceret og følgende 50/50-principper (uhenigtsmæssige kompromiser).
- En formalistisk anvendelse af processer og tilgang til definerede processer for eskalering af issues og claims.

Med afsæt i principperne for god kontraktstyring er projekternes kontraktstyring analyseret. I Figur 10.5 på næste side ses en vurdering af projekternes samarbejdsrelation og kontraktuelle disciplin overfor leverandørerne. Pilene viser, hvordan forholdet har udviklet sig.

S-bane projektets samarbejde med Siemens scorer højt på både samarbejde og kontraktuel disciplin. Dette kan primært henføres til at det faktum at Siemens har spejlet S-bane projektets organisering og

samtidig har projekt og leverandør siddet i samme lokale igennem hele forløbet. Begge dele har medført en tæt daglig kontakt mellem projekt og leverandør på flere niveauer af projektet. Endvidere har samlokalisering gjort det svært at have skjulte issues i forhold til den anden part. Hvilket har medført at alle issues har været vendt med en begrænset bekymring for skjulte hensyn hos begge parter.

Figur 10.5. Samarbejdsrelation og kontraktuel disciplin



Forbedring af samarbejdet med leverandører synes at være knyttet til det faktum, at projekternes tilgang til håndtering af åbne emner er strammet op i forhold til tidligere i programmet. Tidligere tillod flere af projekterne, at emner lå i alt for lang tid uden at blive behandlet i programmet eller vurderet i samarbejdet med leverandøren.

For at bygge videre på den positive udvikling har Deloitte opstillet kontrakt-specifikke forslag til forbedring af programmets kontraktstyring, jævnfør Tabel 10.13.

En central del af kontraktstyringen omhandler håndhævelsen af de kontraktlige forhold omkring mulighed for bod og bonus. Som beskrevet i afsnittet omkring kontrakterne (Kapitel 4) kan en manglende håndhævelse af bod/bonus-mulighederne i kontrakterne danne præcedens for projekterne fremadrettet og dermed betyde at rettighederne kan bortfalde.

For fjernbane Vest viser interview med kontraktholderen, at samarbejdet er i bedring. Senest har kontraktholderen indført en standardiseret proces for indrapportering og verifikation af leverancer fra leverandøren, som forudsætning for projekts godkendelse og dermed betaling til leverandøren. Samlet har den nu mere stringente og transparente tilgang til verifikation af leverancer medført en mere stringent styring af kontrakten og et bedre samarbejde med Thales. Bevægelsen afspejles i figuren, som viser en bedring på begge parametre for samarbejdet mellem leverandøren og fjernbane Vest.



Derfor har analysen undersøgt, i hvilket omfang programmet har efterlevet Kammeradvokatens anbefalinger omkring praksis for bodshåndtering, som beskrevet i Kammeradvokatens notat fra 2017 (jævnfør Bilag).

Analysen viser, at bod generelt er håndteret hensigtsmæssigt indtil nu og at der ikke er fundet allerede påløbet/udløst bod, som er bortfaldet, jævnfør Tabel 10.12.

Fjernbane Vest havde i 2016 en Change Request (CR118) som medførte en aftale om, at håndtere historiske planer og opgavemilepæle mod herefter at indgå i forhandling om planer og bodsmilepæle fremadrettet. Den næste kommende bodsmilepæl ligger efter planen i december 2017 og omhandler Final Acceptance på EDL-linjen.

For infrastrukturkontrakten fjernbane Øst blev bodsmilepæle for Final Acceptance for EDL ændret med CR 110, hvor den kommende bodsmilepæl for TMS blev flyttet til oktober 2017. Projektet har ikke tidligere passeret bodsmilepæle, hvorfor kontraktstyringen skal have fokus på den kommende bodsmilepæl og dokumentation for leverancer og tidsplaner.

Programmet har endvidere en åben Change Request på Onboard-kontrakten, som er kendetegnet ved, Banedanmarks krav om bod ( [redacted] mio. kr.) [redacted] [redacted] Kontraktens bestemmelser betyder imidlertid, at Banedanmark

ikke kan kræve erstatning for tab, der overstiger den maksimale bod<sup>81</sup>.

Derfor er det vigtigt, for Signalprogrammet at håndtere [redacted]

Tabel 10.12. Oversigt over bodsmilepæle.

Kontrakt	Tidligere bodsmilepæle	Anmodninger <sup>1</sup>	Næste bodsmilepæl
	Antal	Antal	Måned
Infrastruktur vest	Ingen	7	Dec. 2017
Infrastruktur øst	Ingen	2	Okt. 2017
S-bane	14	6	Jan. 2018
Onboard	Ingen	15	Jan. 2018

Kilde: Signalprogrammet.

For at sikre en effektiv og stringent kontraktstyring, hvor retten til bod ikke fortabes, vurderes det hensigtsmæssigt for programmet, at opstille en forretningsgang, som beskriver beslutningsprocessen fra håndtering af bodsspørgsmål, herunder beslutning om hvorvidt bod opkræves (helt eller delvist), indgår i forhandlinger om Change Requests, udskydes eller

forsømmelser vedrørende rådigheden hos nøgleressourcer. En nærmere beskrivelse findes i kommissorium vedr. Kammeradvokatens udarbejdelse af notat om specifikke problemstillinger i relation til Onboard-kontrakten (dateret 10. juli 2017).

<sup>81</sup> Banedanmarks krav om bod er udløst på baggrund af forsinkelser hos leverandøren. Forsinkelserne har medført, at kontraktens "critical milestones" er overskredet, hvormed Banedanmark kan opkræve bod på 100.000 kr. pr. kalenderdag forsinkelse. Dertil kommer krav vedrørende overskridelse af maksimal tidsgrænse for installation samt

håndteres på anden måde. Med udsigten til de kommende bodsmilepæle bør denne praksis etableres hurtigst muligt og dokumenteres til de efterfølgende ud-rulninger.

Foruden ovenstående principper for god kontraktstyring har analysen sat fokus på sammenhængen mellem kontrakt- og risikostyring. På baggrund af interview med risiko- og kontraktmanagere kan det konkluderes at sammenhængen er meget svag i hele programmet. Dette står ligeledes beskrevet fra et risikostyringsperspektiv i afsnit om risikostyring.

Analysens resultater understøtter at der bør være en stærkere forbindelse mellem de to discipliner, for at sikre en effektiv afbødning af risici, hvilket kan bidrage til at reducere forekomsten af issues og derefter "early warnings". Det ville også give et mere klart overblik over, projektets mulige fremtidige konfrontationer.

Af hensyn til at bevare den rette incitamentsstruktur i projekterne kan forpligtelsen til at registrere potentielle risici forankres hos risikomanageren i projekterne fremfor hos kontraktholderne. Dog skal kontraktholderne være fuldt informeret og bekendt med de risici, der ligger forude og som potentielt kan blive til issues. Samarbejdet skal sikre, at kontraktholderne kan bidrage med vurderingen af kontraktlige konsekvenser for hvert issue.

For at opnå øget gennemsigtighed vedrørende kontrakter og bedre kontraktstyring i programmet, er det vores vurdering, at kontraktstyringsrollen på programniveau med fordel kan gøres mere proaktiv i forhold til at sikre en tættere koordinering af kontraktstyring på tværs af alle projekter i programmet.

Deloitte bemærker, at Signalprogrammet sideløbende med Deloitte's analyse har oprettet en ny PMO organisation, som PMO skal sætte fokus på etablering af fælles procedurer indenfor kontraktstyring, en mere fælles forankring af kontraktstyringen og øget inddragelse af Legal i CR's.

## Implementeringstrin

Implementeringen af en mere stringent og ensartet kontraktstyring i programmet kræver en række konkrete tiltag for hvert af projekterne.

Analysens resultater understøtter at projekterne befinder sig på meget forskellige steder og implementeringstrinene beskrevet nedenfor tager derfor udgangspunkt i projekternes forskellige udgangspunkter

Tabel 10.13. Initiativer til implementering af stringent og ensartet kontraktstyring.

	Alstom Onboard	Alstom F-øst	Thales F-vest	Siemens S-tog

indenfor samarbejde og disciplineret styring af kontrakterne.

Derfor gælder det for samtlige projekter, at der skal sættes fokus på;

*Trin 1. Reducer den nuværende ophobning af Early Warnings og Change Requests.*

Den hidtidige praksis for kontraktstyring har medført at samtlige projekter har opbygget en lang række Early Warnings og Change Requests, som bør reduceres for at undgå ophobning og forældelse af krav. I de tilfælde hvor forholdet til leverandøren er under pres kan back-log håndteres i samarbejde med en konflikt mægler (conflict resolution board), der ikke er part i sagen.

*Trin 2. Igangsætte initiativerne listet i Tabel 10.13 for Onboard og fjernbane projekterne.*

Både samarbejdet med leverandørerne og kontraktdisciplinen varierer betydeligt på tværs af projekterne, hvorfor initiativerne i nogen grad er forskellige. Her henvises til de kontrakt-specifikke tiltag specificeret ovenfor.

*Trin 3. Samling af kontraktholderansvaret for fjernbaneprojekterne og Onboard centralt.*

Indholdet af fjernbane projekternes kontrakter er stort set ens ligesom den tekniske løsning bygger på en fælles teknisk standard. Sammenholdt med den varierende tilgang til kontraktstyring vurderes at kontraktstyringen af de to kontrakter bør samles. Endvidere bør Onboard-kontrakten ligeledes håndteres i samme centrale kontraktstyrings-enhed for at sikre en effektiv forretningspartnermodel med de tekniske projekter. Det

er i forbindelse hermed væsentligt at holde kontraktstyringen helt tæt på det enkelte projekt. Målet med en samling er således ikke at fjerne kontraktstyringen fra projekterne, men at sikre øget fokus, vidensdeling på tværs, mere ensartet praksis og en tættere kobling til de øvrige styringsdiscipliner.

*Trin 4. Etablering af forretningsgang, som beskriver beslutningsproces og håndtering af bodsspørgsmål.*

Projekterne står overfor de første bodsmilepæle, hvilket delvist kan tilskrives at tidligere bodsmilepæle er flyttet efter aftaler med leverandørerne. Den nye kontraktstyringsstrategi bør derfor omfatte en klar beskrivelse af proces for håndtering af bodsspørgsmål herunder beslutning om hvorvidt bod opkræves (helt eller delvist), indgår i forhandlinger om Change Requests, udskydes eller håndteres. Implementeringen bør ske snarest i forhold til at kunne imødekomme de fremtidige bodsmilepæle.

### **Forventet resultat**

En mere stringent og ensartet kontraktstyring kan forvente at bidrage med både øget robusthed og styrbarhed i den fremadrettede programstyring.

Implementeringen af initiativerne, som sikrer et bedre samarbejde kan medvirke til at skabe en bedre løbende dialog imellem programmet og leverandørerne og dermed øget styrbarhed.

Implementering af initiativerne angående mere stringente kontrakt- og forvaltningsprocedurer kan medvirke til at få programmet til at fremstå som et mere homogent program og dermed bidrage til øget robusthed i programstyringen fremover.

## Investeringsbehov og realiseringshorisont

Initiativerne omkring forbedring af samarbejde, forventes ikke at kræve større investeringer. Deloitte vurderer, at det nuværende ressourceforbrug på kontraktstyring bør udvides i en periode i forbindelse med etablering af ny praksis ligesom det skal sikres, at der er tilstrækkeligt ressourcer til at håndtere en øget aktivitet i forbindelse med at de større bodsbehæftede milepæle rykker nærmere og mængden af claims stiger.

## Implementerbarhed

En fælles kontraktstyringsenhed, der sætter fokus på vidensdeling og etablering af ensartet praksis kombineret med en tæt forankring af den enkelte kontraktholder i det enkelte projekt. Vurderes at kunne implementeres på den korte bane.

Tilsvarende vurderer Deloitte at implementeringen af en ny standard for håndtering af bod/bonus-spørgsmål bør ske hurtigst muligt og efterprøves på de kommende bodsmilepæle i projekterne.

Det anbefales, at

## 10.8 Ensartet risikostyring

Kortlægningen af den nuværende risikostyring i programmet viser, at der har været varierende tilgang til

risikostyringen frem til 2017, hvor der er sat fornyet fokus på risikostyring som disciplin.

Det fornyede fokus er endnu ikke udmøntet i et implementeret koncept og den risikostyring Deloitte har kunne analysere er således karakteriseret ved at der ikke anvendes en standardiseret proces til at identificere, registrere og håndtere risici. Processen er udarbejdet, men har været suspenderet i en periode i 2016, hvilket har medført nogen grad af mangel på systematik.

Den nuværende praksis for risikostyring i er i høj grad baseret på skøn og omfatter kun i ringe grad at foretages vurdering af potentielle omkostninger for programmet forårsaget af risici.

Den nye risikostyringsstrategi, som netop er blevet godkendt i sommeren 2017, vurderes af Deloitte at være et omfattende og komplet koncept, som skitserer de fremtidige tilgange til og gennemførelse af risikostyringen i programmet.

Det nye strategidokument giver dog meget lidt vejledning i forhold til vurdering af sandsynligheden for en risiko. Der er forklaringer, som kan hjælpe risikoejere til at vurdere sandsynligheden, men strategien beskriver ikke hvordan sandsynligheden estimeres og fastsættes.

Endvidere introduceres en række begreber, såsom punktlighed, hvilket dog ikke følges af en konkret vejledning om, hvordan man vurderer tabet af punktlighed ved en enkelt risiko.

Samlet vurderes det at den nye strategi for risikostyring vil kunne løfte projekternes evne til at risikostyre. Her bemærkes særligt, at strategien beskriver nytten og fordelene ved risikostyring, ligesom den beskriver

fremtidige roller og ansvar på alle programmets ledelsesniveauer.

Det har været nævnt over for Deloitte, at den nuværende risikostyring kun har været gennemført og opfattet som en pålagt administrativ opgave og ikke et ledelsesværktøj. Nogle risikoejere har derfor fundet det svært at acceptere manglen på synlige fordele.

Baseret på den foreliggende analyse og de gennemførte interview vurderes det, at succes af den nye strategi for risikostyringen afhænger meget af den forandringsledelse der gennemføres overfor projektlejere og projektdeltagere. Det er et kulturelt såvel som et procedurispørgsmål at sikre en mere effektiv og robust risikostyring i programmet fremover.

Det vurderes derfor, at der ligger en stor indsats i forankring af risikostyringskonceptet på alle niveauer af organisationen, således at det sikres, at opgaven tages alvorligt og fordelen ved anvendelse og effekt kommunikeres.

På projektniveau har risikomanagerne været anvendt til at udvikle deres egne risikostyringsaktiviteter mere eller mindre i et silo-orienteret projektmiljø. Men den nye fælles metode og indsættelse af nye risikomanagere i programmet vurderes at fremme en mere standardiseret tilgang og give mere støtte til projekternes risikomanagere.

Men en integreret og tilpasset risikostyring skal fokusere på mere end processer. Det er derfor vigtigt at se på risici fra et jernbanesystem perspektiv, udfordre individuelle projektrisici med hensyn til deres indvirkning på leveringen af et fungerende system. Dette vil være en ny udfordring for risikomanagerne i programmet. Dette handler ikke kun om en fungerende installation af udstyr, men om at sætte togforbindelser i

drift på et givet tidspunkt. Ligeledes bør der være øget fokus på de risici, programmet udgør for Banedanmarks øvrige divisioner eller de risici Banedanmarks øvrige divisioner udgør for programmet, særligt når programmet går ind i udrulningsfasen hvor integrationen mellem Banedanmarks øvrige divisioner og program stiger.

For at lykkes med risikostyringen kræver det også at leverandørerne bidrager aktivt til risikostyringen. På trods af den manglende koordinering af risikostyringen i programmet, kunne og burde leverandøren have bidraget aktivt, idet de er kontraktligt forpligtet til aktivt at styre risici. Kortlægning og analysen peger på at leverandørerne ikke til fulde har bidraget til den eksisterende risikostyring, og at der inden for rammen af kontrakterne er grundlag for at afkræve en øget indsats i forhold til at bidrage til en fuld forståelse af programmets risikobillede.

I forhold til ressourceforbruget i projekterne, viser analysen, at risikomanagerne i projekterne har dedikeret begrænset tid til risikostyring og mere tid til andre aktiviteter og forpligtelser. Ressourceforbrug og -behov indgår ikke som en del af risikostyringsstrategien, men det kan overvejes i højere grad at dedikere ressourcer til opgaven i projekterne for at gennemføre konceptet og øge kvaliteten af risikostyringen fremover. Da risikostyringen jævnfør afsnittet om styrket kontraktstyring, forventes at bidrage mere struktureret og i et større omfang til kontraktstyring bør det ligeledes sikres, at der er tilstrækkelige ressourcer til at risici kan omsættes til early warnings og indgå i en aktiv kontraktstyring.

## Baggrund

Analysen baseres på en række interview med projekternes risikomanagere. Udsagn fra interviewene viser at processen for identifikation og styring af risici varierer fra en velstruktureret strategi, herunder workshops og afholdelse af bilaterale møder, til at projektleder og risikomanager definerer projektets risici på egen hånd.

Dermed har hvert projekt en meget forskellig detaljeringsgrad i fastlæggelsen af risici, og antallet af risici, som administreres i risikoregistret, varierer derfor betydeligt - fra 130 ned til 7 prioriterede risici.

Dog skal det bemærkes, at programmet har iværksat en proces for oprydning med henblik på at reducere antallet af risici og undgå at risikostyringen omhandler daglige spørgsmål.

Efter programledelsen i 2017 har defineret "end-to-end"-ansvar for projektledere, er der skabt usikkerhed omkring risikostyringsopgaven i projekterne. Alle risici, der påvirker et projekt bør tages i betragtning, men den manglende implementering og forståelse af end-to-end ansvaret betyder, at risikomanagerne ikke nødvendigvis forstår de risici, der er defineret af andre dele af organisationen. Eksempelvis er det uklart for projekterne om Operations har sin egen risikomanager.

Hertil kommer, at leverandørens risici håndteres særskilt. Analysen viser, at i nogle tilfælde opfylder leverandører ikke deres kontraktlige forpligtelse til at gennemføre en aktiv risikostyring og har ikke opdateret deres risici siden 2016. Begrebet "delt risici" har ikke været implementeret men snarere ført til usikkerhed om pålidelighed omkring de registrerede risici.

I nogle tilfælde er der en skelnen mellem fortrolige og ikke-fortrolige risici mellem leverandør og projekt, hvilket medfører, at ikke alle risici deles med programmet tilstrækkeligt tidligt. Der er imidlertid også identificeret et tilfælde, hvor denne sondring findes, og forbindelsen med leverandøren synes at tillade en mere komplet logføring af risici samt håndtering heraf.

På grund af eksisterende kontraktlige ordninger er leverandøren ikke ansporet til at skabe fuld åbenhed om deres risici. I nogle tilfælde førte drøftelser mellem risikomanagere og leverandører til debatter om administration af krav fremfor håndtering af risici.

Vurderingen af omkostninger følger ikke en standardiseret approach. Dels fastsættes forventede omkostninger ikke på alle registrerede risici. Såfremt risikoejeren har estimeret en kvantitativ effekt anvendes som oftest et eksternt Excel-ark til at beregne de yderligere omkostninger, som skyldes tidsoverskridelser eller andre omkostningsdrivere. Beregningerne kan ikke vedhæftes og indgå i RamRisk, hvorfor risikoejeren er pålagt at vedligeholde og opdatere de kvantitative effekter i en særskilt proces udenfor systemet.

Dette medfører, at riskmanagerne på projekterne ikke har mulighed for at konsolidere omkostninger (af risici og risikobegrænsende foranstaltninger). Dermed kan der heller ikke etableres et fuldstændigt billede af de finansielle trusler, som projekterne og programmet står overfor.

Analysen kan konkludere, at programmet endnu ikke har sat fokus på denne udfordring, men at der frem til nu kun har været fokus på change requests (når risici bliver virkeliggjort).

Metodisk har der ligeledes været en meget forskellig tilgang til vurdering af sandsynligheden. Analysen viser, at der ikke eksisterer en standardiseret metode eller vejledning til at vurdere sandsynligheden for en risiko. Sandsynligheden har været baseret på risikoejerens skøn.

Opfølgning på risici og aktiviteter, der skal imødegå eller reducere risici håndteres meget forskelligt. I nogle tilfælde er der månedlige møder for at diskutere udviklingen af risici, i andre tilfælde er der ingen opfølgning. Der synes at være en manglende konsekvens og omkostningerne ved afbødning er ikke fuldt beregnet. Dette påvirker evnen til at koble risiko- og finansiel styring i programmet.

Konsekvenser af tids- og budgetoverskridelser gennem risici og afbødning indarbejdes ikke i projekternes planlægning og budget. Derfor mangler programmet overblik over den samlede virkning af risici på programmet og for de involverede øvrige parter, herunder både leverandørerne, øvrige divisioner i Bane Danmark og jernbanevirksomhederne.

Projekterne tilbydes ingen uddannelse eller risikoworkshops fra programmets risikomanagere og det er derfor op til den enkelte projektleder at engagere sig med risikoledere og -ejere, hvilket kan medvirke til at begrænse muligheden for at koordinere på tværs af projekterne.

Alle risikoledere har forskellige opgaver (f.eks. planlægning, kvalitetsstyring) ud over deres risiko management aktiviteter. Mængden af ressource dedikeret til risikostyring varierer mellem et par timer pr uge til maksimalt 10 procent af et årsværk, hvilket langt fra

forslår i forhold til Deloittes erfaringer fra store it-projekter og offentlige Mega-projekter, hvor risikostyring typisk trækker fulde ressourcer.

## Implementeringstrin

*Trin 1. Ensartet metode til identifikation og registrering af risici*

Etablere en standardiseret proces på tværs af alle projekter, der aktiverer en robust og fit-for-purpose (detaljeringsgrad) identifikation og registrering af risici.

Herunder sikre, at leverandørerne spiller en aktiv rolle i risikostyring (i henhold til aftalevilkårene) og at risici potentielt forårsaget af leverandører afspejles fuldt ud i risikoregisteret, uanset om de er gensidigt aftalte eller ikke indforstået og i sidste ende kan resultere i krav).

*Trin 2. Etablering af fælles metode til vurderingen af konsekvenser og sandsynlighed.*

Give risikoejere begrebsmæssige vejledning og uddannelse og risikomanagere fundament til at sikre en ensartet og mere objektive metode til at anslå risici, forbundne omkostninger og deres sandsynlighed.

*Trin 3. Indfør planlægning af mitigerende handlinger.*

Sikre en kontinuerlig opfølgning på risikobegrænsende foranstaltninger. Dette kræver opfølgning af risikomanagere med stærk støtte fra projektledere til at sikre gennemførelse.

*Trin 4. Mere fælles rapportering og kommunikation.*

Lette dialogen mellem risikomanagere og -ejere på tværs af projekter til bedre at forstå fælles risici og finde en mere fælles tilgang til risikovurdering.



Herunder en konsolidering af alle risici fra forskellige perspektiver (projektrisici og programrisici) for at skabe et overblik over situationen.

Sikre at relevante risici er meddelt overfor kontrakt-holdere, og at kontraktholderne er opmærksomme på kommende sager, for at understøtte eventuelle krav.

#### *Trin 5. Bedre softwaresupport*

Indføre et risikostyringsværktøj, der i højere grad understøtter processen, vurdering af risici og integrerer resultaterne i budget og tidsplan. Det behøver ikke være et nyt værktøj, men integrationen mellem de værktøjer der er i anvendelse på de forskellige områder skal sikres.

#### *Trin 6. Optimering af rammebetingelser*

Øgt ledelsesfokus på risikostyring, der tydeliggør fordelene ved tilgangen for den enkelte risikoejer, projektet og programmet.

Endvidere vurderes at programmet bør tilbyde uddannelse til risikoejere med henblik på at forklare konceptet, proces, værktøjer, metoder og fordele.

Desuden bør der sikres en hensigtsmæssig anvendelse af ressourcer. Den nuværende 10 procent per risikomanager er for lidt både i forhold til det løft der skal styrke risikostyringen og i forhold til program-mets kompleksitet og størrelse.

#### **Forventet resultat**

Etableringen af ensartede processer indenfor risikostyring er en forudsætning for at der kan ske en integration til kontraktstyringen og den finansielle styring i programmet.

Såfremt programmet formår at koble disse discipliner vil udmøntningen af reserven kunne kobles med risici i programmet.

Implementeringen af en mere ensartet risikostyring vil bidrage til øget robusthed i programmet og projekterne.

#### **Investeringsbehov og realiseringshorisont**

Initiativerne forventes ikke at kræve yderligere investeringer idet programmet allerede har ansat to ekstra risikomanagere på programniveau, som har ansvaret for implementeringen af den nye strategi.

Forlaget om at øge tidsforbruget i projekterne forventes at kunne imødekommes, ved at prioritere de nuværende ressourcer tid bedre og eventuelt reducere omfanget af andre opgaver. Der skal således sættes fokus på, at projekternes risikomanagere bruger den forudsatte tid på risikostyringsopgaven.

#### **Implementerbarhed**

Programmets arbejde med implementering af den nye risikostyringsstrategi er allerede begyndt. Som en del af denne proces vurderes ovenstående implementeringstrin at kunne bidrage til at sikre en effektiv integration af risikostyring som styringsværktøj i programmet såvel som i projekterne og i samarbejdet med leverandørerne.

#### **10.9 Implementering og gevinstrealisering**

Potentialerne beskrevet i nærværende kapitel omhandler forenkling af programstyringen.

## Tiltagens indbyrdes afhængighed

Gevinstrealisering for risiko- og kontraktstyring vil primært kunne måles kvalitativt i øget robusthed og styrbarhed i programmet. Dog vil initiativet for forbedret kontraktstyring forudsætte udgifter til et øget ressourceforbrug<sup>82</sup>.

Initiativerne relateret til forbedret økonomistyring vil bidrage til reserven ved at samle den nuværende reserve placeret hos projekterne i en central programreserve.

Forslaget omkring reduktion i ledelsesniveauer og forslagene til en ændret bemanning af udrulningsstrækningerne kan umiddelbart implementeres under hensyn til nødvendige kompetenceprofiler for udrulningerne. Potentialet, som kan overføres til reserven vil afhænge af den valgte metode til bemanning af udrulningerne. Dertil kommer de potentialer en fuldstændig gennemgang af programorganisering i forbindelse med tilrettelæggelse af programmet efter EDL vil vise. Her forventes at kunne realiseres yderligere et potentiale ved nedlæggelse af funktioner og udfasning af roller.

Forslagene om hjemtagning af konsulentopgaver bør påbegyndes snarest muligt, men med afsæt i en klar forståelse af de fremtidige kompetence- og ressourcebehov. Der skal således startes med roller med mindre kritisk projektkompetence inden mere specialiserede opgaver og kompetenceprofiler hjemtages. Tidshorizonten for realiseringen af et potentiale, som kan

placeres i reserven, vil variere afhængigt af den tilgang som vælges.

Som beskrevet ovenfor, viser interview med Banedanmark at specielt hjemtagning af generalisternes opgaver med fordel kan påbegyndes idet det forventes at tage ■ måneder til konvertering af omkring ■ PMO-ressourcer.

For øvrige tekniske stillinger i programmet kan realiseringen af potentialet forventes af afhænge af en kortlægning af den nuværende opgavevaretagelse i disse roller. Idet der ikke på nuværende tidspunkt foreligger rollebeskrivelser for konsulenterne, vil realiseringen af de beregnede potentialer afhænge af resultaterne af en sådan kortlægning.

De manglende rolle- og opgavebeskrivelser medfører dels at potentialets størrelse er behæftet med stor usikkerhed, dels at tidshorizonten for hjemtagning af opgaverne og placering af midler i reserven også vil være behæftet med stor usikkerhed.

Initiativerne vedrørende reorganisering bygger på en række designprincipper og hensyn, hvilket forudsætter en grundig analyse af den eksisterende organisering for så vidt angår funktioner, roller og ressourceniveau. Det forventes, at analysen vil afdække ressourcer, der på ganske kort sigt kan udspares fra programmet, mens realisering af et større potentiale skal hentes i forbindelse med designet af den fremtidige udrulnings-orienterede organisering.

---

<sup>82</sup> Det er estimeret en øget bemanning på to årsværk for kontraktstyring programmets resterende levetid, som er modregnet i det samlede potentiale, jævnfør Tabel 10.7. De to årsværk for risikostyring er allerede inkluderet i budgettet.

## Tiltagens eksterne afhængigheder

Deloitte's forslag og tiltag er, i forhold til eksterne afhængigheder, primært afhængige af samarbejdsrelationen med leverandørerne og at denne forbedres samtidig med, at en mere stringent risiko- og kontraktstyring implementeres.

Dertil kommer at potentialerne estimeret ved bundtning af ansøgninger har afhængigheder til Banedanmarks enheder i Kvalitet og Sikkerhed og Faglig Ledelse samt til Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen i forhold til at kunne sikre en effektiv sagsgang i ansøgningsprocesserne.

## Risici og konsekvenser

Ændringer i organisation og kompetencesammensætning medfører altid betydelige risici, herunder er der stor sandsynlighed for at en ændring i organisationen, i en periode, vil medføre reduceret effektivitet. Det er således vigtigt at de tiltag der vedrører organiseringen af programmet, herunder særligt reduktion af ledelseslag, reorganisering af programorganisationen, hjemtagning af konsulentopgaver samt centralisering af styringsopgaver, gennemføres med et skarpt blik rettet mod programmets ledelseskraft og evne til fortsat at gennemføre opgaveløsningen som planlagt.

Forslagene til forenklet programstyring indeholder risici, som kan påvirke potentialerne og dermed størrelsen af gevinsten, der kan placeres i reserven.

Forslagene omkring hjemtagning af opgaver fra konsulenter vurderes at omfatte de største usikkerheder blandt de opregnede potentialer. Potentialernes størrelse vil afhænge af Signalprogrammets mulighed for at konvertere en række specialister til statslige kontrakter.

Baseret på interview med Moderniseringsstyrelsen erfarer Deloitte, at Banedanmark har mulighed for at ansætte konsulenter med mulighed for varigt vederlag, engangsvederlag eller i udvalgte tilfælde på åremålsbetaling. Anvendelsen af lønniveauer til konsulenter, som ligger over chefniveauerne i Banedanmark kan tillades såfremt baggrunden for det konkrete lønniveau for konsulenten kan dokumenteres. Dokumentation for en højere løn skal begrunde, hvilken rolle den enkelte medarbejder skal varetage, samt tydeliggøre hvordan specialistens kompetencer adskiller sig fra tilsvarende stillinger i Banedanmark.

Idet Signalprogrammet omfatter installation af et i Danmark nyt ERTMS-system på fjernbanenettet er der behov for at finde medarbejdere, som har erfaring fra lignende projekter, eksempelvis fra andre europæiske lande. Der kan derfor være et behov for at identificere ressourcer, hvor Signalprogrammet med fordel kan gøre brug af Forskerordningen.

# 11 Optimering af snitflader

Fortsat optimering af programmets snitflader vil kunne bidrage til at øge programmets styrbarhed og robusthed.

## 11.1 Indramning af tema

Signalprogrammet indebærer en udskiftning af et centralt element i den danske jernbaneinfrastruktur. Programmet har derfor snitflader og afhængigheder internt mod Banedanmarks øvrige divisioner og eksternt mod en række forskellige aktører.

### Interne snitflader

Signalprogrammet er oprettet som et selvstændigt direktørområde i Banedanmark. Programmets interne snitflader til Banedanmarks øvrige divisioner vedrører samarbejde om håndtering af godkendelsesprocesser med henblik på at opnå system-, test- og installationsgodkendelser.<sup>83</sup>

Endvidere er opgaver vedrørende etablering af passiv FTN, GSM-R og dekommissionering overført til Banedanmarks Teknik-division. Disse opgaver er overført for at udnytte synergieffekter, sikre at opgaverne

løses hvor kompetencerne allerede forefindes og for at undgå opbygning af parallelenheder.

På sigt vil Banedanmarks Teknik-division skulle varetage driften af de enkelte strækninger i takt med at udrulningerne på henholdsvis S-banen og fjernbanen færdiggøres og strækningerne kan idriftsættes. Ansvaret for signalsystemet overdrages således løbende til Banedanmarks Teknik-division. Signalprogrammet koordinerer derfor uddannelse af personel i Banedanmarks øvrige divisioner parallelt med installation af udstyr og gennemførelse af tests. Hertil kommer planlægning af den forestående transition til den nye signalløsning.<sup>84</sup>

### Eksterne snitflader

Eksternt har programmet snitflader til programmets leverandører, herunder særligt Thales/Strukton, Alstom, Siemens og JV-konsortiet ledet af Rambøll samt

nomi og HR i Banedanmarks øvrige divisioner vedrørende eksempelvis rapportering og rekruttering. Disse er behandlet nærmere i kapitlet omhandlede programorganisationen.

<sup>83</sup> Denne snitflade er nærmere behandlet i kapitlet vedrørende programorganisationen.

<sup>84</sup> Idet Signalprogrammet er en del af Banedanmark har programmet også naturlige snitflader af administrativ karakter i forhold til øko-

en række leverandører med ansvar for mindre kontrakter.<sup>85</sup>

Hertil kommer jernbanevirksomhederne, der skal transportere passagerer og gods på banenettet, og hvis materiel skal have installeret ombordudstyr for, at det kan benytte det nye signalsystem. Tilsvarende skal jernbanevirksomhedernes personel – primært lokoførere – uddannes i anvendelse af det nye system. Udover jernbanevirksomhederne skal programmet endvidere håndtere, at en række mindre aktører som eksempelvis ejere af vedligeholdelsesmateriel, veterantog, mv. kan anvende den nye signalløsning.

Endeligt har programmet snitflader til en række større fornyelsesprojekter på jernbanen, herunder særligt elektrificeringsprogrammet, indkøb af nye tog til DSB og sporfornyelsesprogrammet.<sup>86</sup>

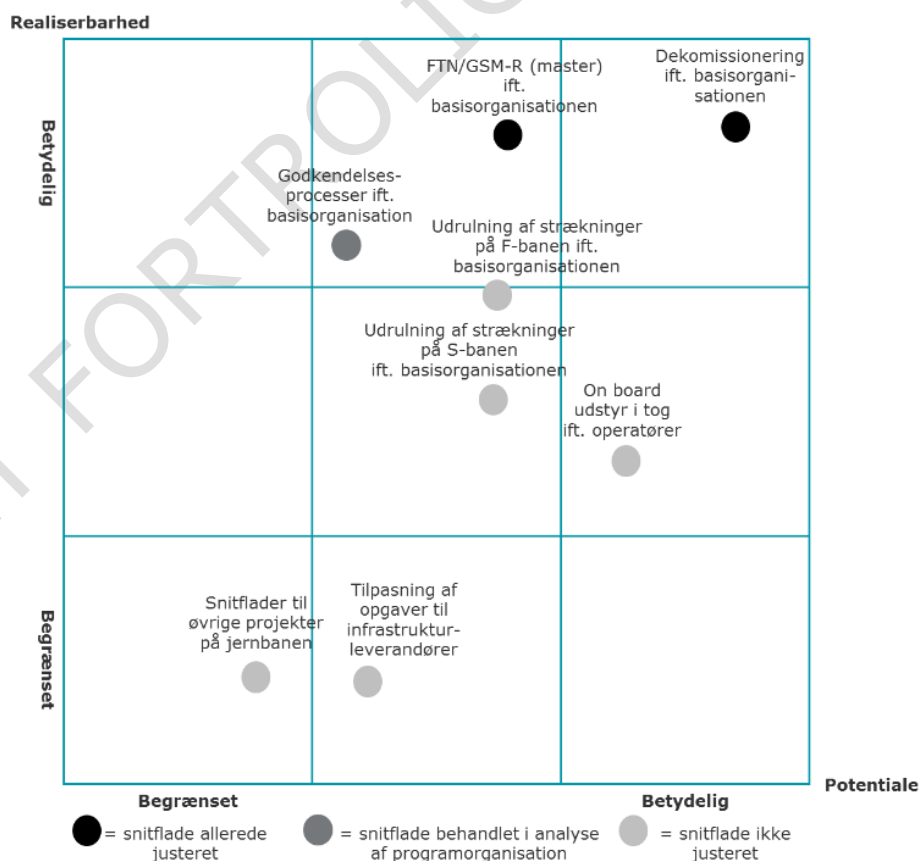
Omfanget af snitflader afspejler programmets kompleksitet, og at signalsystemet er et centralt omdrejningspunkt i jernbaneinfrastrukturen.

## Vurdering af snitflader

Som led i det eksterne review er det centralt at vurdere, om justering af disse snitflader kan anvendes som løftestang for at øge programmets styrbarhed, tilføre øget robusthed eller optimere opgavevaretagelsen.

Deloitte har med afsæt i disse principper analyseret programmets snitflader og vurderet tilpasningsmulighederne.

Figur 11.1. Vurdering af programmets snitflader.



Analysen er gennemført ved at foretage en kvalitativ vurdering af mulighederne for ved tilpasning af de nuværende snitflader mellem programmet og andre ak-

<sup>85</sup> Disse snitflader er behandlet nærmere i kapitlet omkring programorganisationen.

<sup>86</sup> Programmet har også en snitflade til Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen der er den danske myndighed for jernbanesikkerhed. Denne snitflade er behandlet nærmere i kapitlet om programorganisationen.

tører at realisere et potentiale i form af øget robusthed, øget styrbarhed eller optimeringer på den ene side.

På den anden side er mulighederne for justeringer af snitflader i henhold til eksempelvis kontraktuelle, politiske og organisatoriske bindinger vurderet med henblik på at synliggøre om en tilpasning af snitfladen er realiserbar.

Analysen peger på, at Signalprogrammet og Banedanmark har taget initiativer, der understøtter realisering af de største potentialer ved justering af snitfladerne, herunder vedrørende FTN/GSM-R og dekommissionering, jævnfør Figur 11.1.

I analysen af programorganisationen er potentialet ved at tilpasse snitfladen vedrørende godkendelsesprocesser i forhold til Banedanmarks øvrige divisioner analyseret.

For snitfladerne i forhold til øvrige projekter på jernbanen og tilpasning af opgavesplittet mellem Banedanmark og leverandører gælder at kontraktuelle eller politiske aftalemæssige bindinger sætter hindringer, der begrænser mulighederne for inden for programmets nuværende levetid at foretage større tilpasninger, eller at gevinsterne på nuværende tidspunkt i projektet forventes at være begrænsede.

Tilpasning af tre snitflader er vurderet til at indeholde relativt store potentialer, men med varierende mulighed for realisering af eventuelle fremadrettede optimeringer af snitfladerne. Disse snitflader er:

- Ibrugtagning af strækninger på S-banen
- Ibrugtagning af strækninger på fjernbanen
- Varetagelse af installationen af ombordudstyr i tog

I det følgende præsenteres forslag og potentialer ved tilpasning af disse snitflader, blandt andet i forhold til at opnå øget robusthed, øget styrbarhed eller realisere optimeringer.

## Udrulning af strækninger på S-banen

S-baneprojektet er siden de analyser, der gik forud for etableringen af programmet, blevet betragtet som en integreret del af Signalprogrammet organisatorisk såvel som finansielt.

Internt i programmet udgør S-baneprojektet imidlertid en relativt isoleret enhed, der på nuværende tidspunkt har få snitflader til den resterende programorganisation. Der er dog en række funktioner i Operations som S-banen trækker på, særligt i forhold til uddannelse, kommissionering, test og godkendelse.

S-baneprojektet er sammenlignet med fjernbaneprojekterne mere fremskredent. Dette indebærer, at erfaringer S-baneprojektet har opnået om gennemførelse af Early Deployment og omstilling af organisationen fra udvikling til udrulning vil være nyttige at overdrage til de to infrastrukturprojekter på fjernbanen og on board projektet.

S-baneprojektet er imidlertid samtidigt det første projekt, der overdrager et nyt signalsystem til Banedanmarks Teknik-division, hvilket sker løbende i forbindelse med ibrugtagningen af de enkelte strækninger på S-banen.

Denne overdragelse er central for den transition, der skal ske i Banedanmarks teknikdivision i forbindelse med, at denne skal overgå til at vedligeholde bane-nettet med udgangspunkt i en ny teknologi samt med vedligehold varetaget af en ekstern leverandør. Over-

dragelsen af de første strækninger fra S-baneprojektet til Teknik vil således være banebryder for denne omstilling. På nuværende tidspunkt er overførsel af den første strækning gennemført.

Overordnet set står programmet endvidere overfor væsentlige risici på fjernbaneprojekterne og onboard-projektet, hvor særligt installation af ombordudstyr i tog og tætpakkede udrulningsplaner kan indebære forsinkelser og fordyrelser af programmet. Håndtering af disse risici forventes fremadrettet at kræve et øget ledelsesfokus.

### **Forslag: Placering af S-baneprojektet uden for Signalprogrammet**

Med henblik på at kunne øge ledelsesfokus på fjernbane og onboard projekterne og reducere programorganisationens kompleksitet foreslås det, at Signalprogrammet og Banedanmark forbereder en fremtidig placering af S-bane projektet uden for programmet.

Et centralt element heri vil være at træffe beslutning om, hvornår det vil være det rette tidspunkt at flytte S-baneprojektet ud af programorganisationen, samt hvor S-bane projektet fremadrettet skal organisatorisk forankres.

Programmets primære fordele ved at have S-baneprojektet organisatorisk integreret i programmet er den læring og de erfaringer S-baneprojektet kan overdrage til fjernbaneprojekterne og onboard-projektet vedrørende omstilling fra Early Deployment til udrulning samt håndtering af godkendelses- og testprocesser. Disse erfaringer vil for de øvrige projekter særligt være relevante at trække på under færdiggørelse af Early Deployment linjerne på fjernbanen, der i hen-

hold til de nuværende udrulningsplaner forventes færdiggjort ved udgangen af 2018, hvorefter projekterne vil skulle gennemføre 3-5 udrulninger per år.

Skal S-bane projektet nå at påvirke transitionen af Banedanmarks Teknikdivision væsentlig inden Signalprogrammet på fjernbanen fra 2020 i henhold til de nuværende udrulningsplaner skal påbegynde overdragelse af 3-5 linjer årligt til drift i Teknikdivisionen vil det indebære, at S-baneprojektet skal placeres tættere på teknikdivisionen ikke senere end starten af 2019.

### **Baggrund**

S-baneprojektet har på nuværende tidspunkt en række indholdsmæssige karakteristika, der adskiller sig fra det øvrige program:

- CBTC-løsningen består af et standard bybanesystem, der er isoleret fra den nye signalløsning fjernbanen. Dette indebærer, at løsningen ikke har afhængigheder i forhold til andre større fornyelsesprojekter på fjernbanenettet, herunder for eksempel elektrificeringsprogrammet eller ibrugtagningen af fremtidens tog.
- CBTC-løsningen er en standardløsning og består af en tilpasning af et standardsystem til lokale forhold. Udrulningen på fjernbanen vedrører udvikling af en ny løsning til en europæisk standard.
- S-baneprojektet anvender én og samme leverandør til levering af infrastruktur og installation af ombordudstyr i tog modsat arbejdsdelingen på fjernbanesystemet, hvor opgaven er delt mellem leverandører af signaludstyr til infrastrukturen og ombordudstyr.

- S-baneprojektet anvender en separat udrulningsplan med forskudte deadlines i forhold til fjernbaneprojekterne og kan gennemføres uafhængigt af fjernbaneprojekterne.
- S-baneprojektet varetager i høj grad selv økonomistyring, kontraktstyring, risikostyring samt håndtering af godkendelsesprocesser og tests med begrænset involvering af den resterende programorganisation.
- S-bane projektet forventer relativt begrænsede overskridelser af budget og tidsplan og har en god kontraktstyringspraksis.<sup>87</sup>

Den nuværende indplacering af S-baneprojektet i programmet indebærer imidlertid, at programmets ledelse udover fjernbaneprojekterne skal forholde sig til en særskilt udrulningsplan og budget for S-banen med alt, hvad det indebærer af kompleksitet i forhold til håndtering af ændringsanmodninger, planlægning, økonomistyring, bemandingsovervejelser og risikostyring.

Indplaceringen af S-baneprojektet i programorganisationen bidrager således til at øge programmets samlede kompleksitet og skal på lige fod med fjernbaneprojekterne have ledelsesfokus.

Banedanmarks Teknikdivision skal parallelt med Signalprogrammet opbygge kapacitet til at modtage strækninger og varetage den fremadrettede drift af strækningerne sideløbende med Signalprogrammets overdragelse af strækninger til Banedanmarks Teknik-

division. Overdragelsen forventes i henhold til S-baneprojektets nuværende planer at ske fra 2018 til 2021 med 1-2 strækning om året.

Opbygning af denne kapacitet indebærer at få fastlagt processer for modtagelse af strækningerne og omstille organisationen til drift af den nye signalløsning, der er baseret på en ny teknologi set i forhold til det nuværende signalsystem.

På nuværende tidspunkt forefindes allerede fastlagte processer og procedurer for overdragelse af projekter fra Banedanmarks Anlægsdivision, der årligt gennemfører ca. 300 projekter. Tilsvarende processer vil skulle opbygges for overdragelse af strækninger fra Signalprogrammet til Teknik. Overdragelserne fra Signalprogrammet vurderes dog at indebære en øget kompleksitet, idet den teknologi, der fremadrettet skal anvendes i driften af hele banenettet er væsentligt anderledes fra den nuværende.<sup>88</sup> På nuværende tidspunkt er én strækning overdraget til drift i teknik.

### Implementeringstrin

En styrkelse af samspillet mellem S-baneprojektet og Teknik kan ske i to faser:

Første fase:

*Trin 1. Etablering af processer for overdragelse af viden fra S-baneprojekt til øvrige projekter i Signalprogrammet.* Samarbejdet og erfaringsudvekslingen mellem S-baneprojektet, de to fjernbaneprojekter og onboard-projektet er for nuværende begrænset. Skal Signalprogrammet opnå gevinster ved overdragelse af viden vedrørende godkendelsesprocesser og tests

---

<sup>87</sup> For analyse af programmets kontraktstyringspraksis se kapitlet vedrørende forenklet programstyring.

<sup>88</sup> For beskrivelse af forskellene mellem den nuværende signalløsning og den fremtidige se kapitlet om den tekniske løsning.



samt omstilling fra Early Deployment til udrulning fra S-baneprojektet til de øvrige infrastrukturprojekter, skal der etableres formelle processer, der understøtter denne overdragelse, således at de nuværende tendenser til silificering i projekterne overkommes.

*Trin 2. Etablering af processer og beslutningsporte for overdragelse af strækninger til drift i teknik.*

Signalprogrammet har på nuværende tidspunkt overdraget driften af én strækning til teknik. S-baneprojektet er det første projekt, der har gennemført denne proces. Signalprogrammet har med den seneste organisationsændring i programmet sat øget fokus på samarbejdet med teknikdivisionen i forbindelse med overgang til drift. Konkrete overdragelsesprocesser og beslutningsporte skal imidlertid etabes i S-baneprojektet og Teknikdivisionen for at understøtte en effektiv overgang til drift.

*Trin 3: Styrket samspil mellem S-baneprojektet og Banedanmark Teknik.*

Både på ledelses- og medarbejderniveau etableres en formaliseret tæt løbende dialog. Dette skal understøtte, at personale, der i løbet af programmet har opbygget særligt indsigt og kompetencer i forhold til det nye bybanesystem, har mulighed for naturligt at glide ind i Teknik, der har ansvar for den fremadrettede drift. Idet S-baneprojektet på lige fod med øvrige dele af Signalprogrammet bemandingsmæssigt har en høj konsulentandel forudsætter en sådan videreførelse af kompetencer implementering af forslaget om hjemtagning af konsulentopgaver.

Anden fase:

*Trin 4. Fastlæggelse af ny organisatorisk placering og governancesetup for S-baneprojektet tæt på teknik.*

Den konkrete placering af S-baneprojektet uden for

Signalprogrammet skal fastlægges. Indplacering skal tage højde for den nuværende opgavebelastning og kompetencer i Banedanmarks forskellige enheder. I det Teknikdivisionens primære kompetencer er bygget op omkring drift af banenettet kan en direkte organisatorisk indplacering af en projektenhed som S-baneprojektet i Teknikdivisionen indebære væsentlige styringsrelaterede projektrisici.

S-baneprojektet kan alternativt indplaceres i Banedanmarks Anlægsdivision, der hvert år overdrager adskillige projekter til Teknik og derfor har opbygget erfaring hermed. De omfangsrige investeringer i banenettet i disse år indebærer imidlertid, at Anlægsdivisionens opgaveportefølje i forvejen indeholder en række større baneprojekter, herunder blandt andet højhastighedsbanen København-Ringsted, Elektrificeringsprogrammet og hastighedsopgraderinger.

Dette kan tale for at S-banen ikke indplaceres direkte under en division i Banedanmark, men i stedet etableres som en selvstændig enhed med en styregruppe, der som minimum består af topledere fra projektet selv og Banedanmarks Teknikdivision.

*Trin 5. Udskilning af S-baneprojektets medarbejdere og økonomi fra Signalprogrammet.*

Udskilningen af S-baneprojektets nuværende budget inklusiv udgifter til håndtering og mitigering af risici vil skabe øget transparens om projektets isolerede udgifter og forventede træk på reserver.

I forhold til udskilning af medarbejdere fra Signalprogrammet vil det udover S-baneprojektets nuværende projektmedarbejdere være relevante at overføre enkelte medarbejdere fra Operations Management, der fremadrettet kan bidrage i forbindelse med tests og godkendelsesprocesser.






**Forventet resultat**

Implementeringen af forslaget forventes primært at bidrage til at øge programmets styrbarhed og robusthed.

Overførsel af S-baneprojektet til en placering tættere på Teknikdivisionen vil for Signalprogrammet betyde, at programledelsen i Signalprogrammet kan øge fokus på projekterne på fjernbanen, der lige nu står over for de største forventede forsinkelser og har centrale afhængigheder til kommende baneprojekter, herunder Elektrificeringsprogrammet og indkøb af nye tog til DSB. Signalprogrammet vil endvidere fremadrettet alene skulle forholde sig til én tidsplan.

Placeringen af S-baneprojektet tættere på Teknikdivisionen forventes endvidere at bidrage til at øge Signalprogrammets robusthed, idet S-baneprojektet kan være banebryder for den omstilling, der skal ske af Teknikdivisionen og hermed bidrage til at minimere risiko fejl eller udfald i driften ved kommende overdragelser af strækninger på fjernbanen.

*Tablet 11.1 Forventet bidrag til reetablering af reserve*

	Mio. kr. (PL 2017)
 Omkostningsgrundlag	2.176
 Bidrag til reetablering af reserve	-
 Investeringsbehov	-
 Realiseringshorisont	14 måneder
 Implementeringsrisiko	Begrænset

Anm.: Omkostningsgrundlaget tager udgangspunkt i projekt- og personaleomkostningerne præsenteres i kapitlet om programmets økonomi.

**Investeringsbehov og realiseringshorisont**

Forslaget kan indebære begrænsede meromkostninger relateret til flytning i forbindelse med samplacering af medarbejdere samt eventuelt ansættelse af lederressource, der kan forestå rollen som programchef for projektet og repræsentere projektet i projektets styregruppe, bistå projektlederen med at sætte den overordnede retning for projektet, varetage snitflader til centrale aktører som for eksempel DSB samt forestå forhandlinger med leverandør ved større ændringer.

Placeringen af S-bane projektet foreslås med afsæt i projektets nuværende planer effektueret omkring årsskiftet 2018-2019.

## Implementerbarhed

Placeringen af S-bane-projektet uden for programmet kan gennemføres som en intern organisationsændring i Banedanmark.

Centrale risici forbundet med placering af S-baneprojektet uden for programmet kan være at adskillelse af projektet fra det øvrige program indebærer, at erfaringer og læring fra S-baneprojektets håndtering af Early Deployment og omstilling til udrulning ikke overføres til de tre store fjernbane projekter. Dette er i forslaget søgt håndteret ved at fastholde S-baneprojektet i programorganisationen frem til udgangen af 2018.

Styringen af S-bane projektet vil også fremadrettet kræve topledelsesfokus. Placeringen af projektet i en anden division uden for programmet kan indebære risiko for, at projektet ikke får tilstrækkeligt ledelsesfokus, idet projektet i disse divisioner kan gå hen og blive en ny opgave i en allerede stor opgaveportefølje. Denne risiko er i forslaget søgt omgået ved at udstyre projektet med en programchef over projektledere, der kan give projektet fuldt fokus under udrulning og overgang fra udrulning til drift.

### 11.2 Udrulning af strækninger på fjernbanen

Fjernbanens udrulningsplan er som illustreret i kapitlet vedrørende programafvikling forskudt i forhold til udrulningen på S-banen, hvilket følger af de kontrakter med tilhørende tidsplaner, der er indgået med leverandørerne.

For nuværende planlægges strækningerne overdraget fra programmet til Banedanmarks Teknikdivision, når

APIS er opnået og kommissionering af strækningerne efterfølgende iværksættes.

Herefter gennemføres site commissioning afsluttende med reliability demonstration test. Sidstnævnte gennemføres efter idriftsættelse.

Signalprogrammet planlægger for nuværende med, at alle strækninger følger dette skæringstidspunkt for overdragelse af strækninger til Teknik.

Som præsenteret i kapitlet vedrørende optimeret udrulning kan et alternativ til den nuværende udrulningsplan være at aflyse en række strækninger med henblik på at skabe øget robusthed. Disse strækninger er i vest:

- RO8: Thisted-Struer
- RO5: Struer-Langå
- RO7: Skanderborg-Skjern
- RO6: Esbjerg-Holstebro
- RO11: Bramming-Tønder
- RO10: Tinglev-Sønderborg

I øst er der alene tale om én strækning:

- RO10: Odense-Svendborg

Aflyses disse strækninger vil Signalprogrammet fortsat varetage udrulning på alle hovedstrækninger og en række øvrige strækninger svarende til 19 strækninger i alt med forventet afslutningstidspunkt i 2023.

Idet det eksisterende signaludstyr med tiden vil skulle udskiftes vil der i fremtiden skulle installeres nyt signaludstyr efter ERTMS-standard på de strækninger, der aflyses. Som præsenteret i kapitlet vedrørende optimeret udrulning kan dette overvejes påbegyndt i 2030 eller alt afhængigt af, hvornår der observeres

væsentlige stigninger i antallet af fejl på de eksisterende signaludstyr.

En afgørende faktor for forslaget implementerbarhed er at det eksisterende udstyr på de udvalgte strækninger kan vedligeholdes, levetidsforlænges eller udskiftes med midlertidige løsninger i perioden.

I tilfælde af aflysning forventes således, at der vil gå 3-4 år fra afslutning af den sidste udrulning i 2023 til installation påbegyndes på de aflyste strækninger.

I denne periode vil det ud fra en ressourcemæssig betragtning ikke give mening at opretholde en programorganisation specifikt møntet på Signalprogrammet.

### **Forslag: Eventuelle udskudte strækninger udrulles af Banedanmarks Anlægsdivision**

For at understøtte en effektiv ressourcudnyttelse, og opbygning af kompetencer i Banedanmarks øvrige divisioner foreslås det, at der i tilfælde af eventuel aflysning af strækninger træffes beslutning om at lukke Signalprogrammet efter den sidste udrulning i 2023.

Udrulning af udskudte strækninger gennemføres i fremtiden af Banedanmarks Anlægsdivision, der som tidligere beskrevet i dette kapitel fungerer som Banedanmarks bygherreenhed.

Udrulningen af udskudte strækninger vil skulle gennemføres efter, at det nye signalsystem har været i drift i flere år. Dette indebærer, at driftsorganisationen Banedanmark Teknik på dette tidspunkt har flere års erfaring med drift af det nye signalsystem og den tilhørende Traffic Management-løsning.

Fokus for udrulningen på de udskudte strækninger vil derfor være at sikre robuste tidsplaner og omkost-

ningseffektive løsninger i forhold til eksempelvis overkørselsanlæg og dekommissionering. Udviklingselementet i udrulningerne vil være væsentligt reduceret sammenlignet med de udrulninger Signalprogrammet skal gennemføre frem mod 2023. Der vil dog skulle ske nyudbud og man vil være afhængig af at de resterende strækninger skal indpasses i det system som er leveret tidligere.

Mellem Anlægsdivisionen og Teknikdivisionen forefindes allerede fastlagte processer og procedurer for overdragelse af anlægsprojekter. Anlægsdivisionen har endvidere omfattende erfaring med at gennemføre anlægsprojekter på jernbanen.

Anlægsdivisionen fremstår endvidere som en potentiel aftagerorganisation for projektmedarbejdere i Signalprogrammet, der ikke ønsker at følge med over i driftsopgaver i Banedanmarks Teknikdivision, når Signalprogrammet afsluttes i 2023.

### **Baggrund**

Signalprogrammets nuværende driftsorganisation er dimensioneret til at forestå udrulning af samlet set 26 strækninger på tværs af Danmark frem mod 2023. Programorganisationen er planlagt til at lukke endeligt i 2024.

Den nuværende udrulningsplan indeholder som beskrevet i kapitlerne vedrørende programafvikling og optimeret udrulning risiko for forsinkelser, herunder blandt andet som følge af mange parallelle udrulninger i både Øst- og Vestdanmark og udfordringer med håndtering af godkendelses- og testprocesser.

Med henblik på at skabe øget robusthed i tidsplanen er der i kapitlet om optimeret udrulning stillet forslag

til ændringer i udrulningsplanen, der indebærer at antallet af udrulninger reduceres til 19.

Implementeres disse ændringer skal der tages stilling til programorganisationens levetid og fremtidig forankring af udrulningen af det nye signalsystem på de udskudte strækninger.

## Implementeringstrin

Initieres en aflysning af strækninger kan forslaget gennemføres i seks trin:

*Trin 1: Fastlæg fremadrettede bemandede af tilbageværende udrulninger.* Ved en eventuel aflysning af strækninger foreslås det, at Signalprogrammet indledningsvist gennemgår de nuværende udrulningsbemandinger for at fastlægge det samlede fremadrettede årsværksbehov forbundet med udrulninger. Et udgangspunkt for dette arbejde er de eksisterende udrulningsbemandinger for de to fjernbaneprojekter.

*Trin 2: Vurder kompetencer blandt medarbejdere involveret i udrulninger.* I de nuværende udrulningsplaner deltager hver medarbejder på flere udrulninger. Når en udrulning afsluttes overgår den enkelte medarbejder til den næste udrulning indtil alle udrulninger er gennemført. Skal den samlede udrulningsbemanding reduceres som følge af en aflysning af strækninger vil det være relevant at vurdere kompetencesammensætningen på tværs af den samlede udrulningsbemanding med henblik på at sikre den bedst mulige kompetencesammensætning i forhold til de udrulninger, der gennemføres før år 2023. Som led heri vil det være relevant at sikre, at det så vidt muligt er konsulenter, der udgår af udrulningsbemandingen og i mindre omfang Banedanmarkansatte, der kan være centrale for den videre drift eller alternativt

bidrage til andre projekter i Banedanmark, når Signalprogrammet er afsluttet.

*Trin 3: Foretag justeringer af udrulningsbemandingen.* Når bemanning og kompetencesammensætningen er fastlagt kan bemandingen af programmet justeres og det følgende mindreforbrug overføres til programreserven, jævnfør kapitlet om optimeret udrulning.

*Trin 4: Analyse af materieltilstande og levetid på de udskudte strækninger.* Der skal ske en detaljeret kortlægning af det berørte udstyr og dets konkrete tilstand. Der skal opstilles risikobilleder for funktionsnedbrud og totalnedbrud i perioden. Der skal endvidere ses på de øvrige strækninger og muligheden for kanalisering af kritiske reservedele til udskudte strækninger. Ligeledes bør der være en kortlægning af eventuelle kritiske kompetencer i teknik med henblik på at sikre levetidsforlængelse og funktionsduelighed af udstyret.

*Trin 5: Fastlæg karriereveje for Banedanmarkansatte udrulningsmedarbejdere.* Banedanmarkansat personale, der indgår i udrulningsbemandingen, kan i forbindelse med gennemførelse af udrulningerne opnå en dyb indsigt i den nye signalløsning eller opbygge test- og sikkerhedsrelaterede kompetencer, der kan være centrale i en fremtidig driftssituation eller kan anvendes på andre Banedanmark projekter. Denne indsigt vil tillige være relevant i en eventuel fremtidig situation, hvor det nye signalsystem udrulles på udskudte strækninger. Med henblik på at understøtte, at disse kompetencer fastholdes i Banedanmark foreslås det, at Banedanmark fastlægger karriereveje for denne gruppe af medarbejdere og eventuelt fastholdelsesprogrammer, således at Banedanmark så vidt muligt undgår en omfangsrig konsulentbemanding i forbindelse med disse opgaver.

*Trin 6: Fastlæg tidspunkt for beslutning om udrulning af ERTMS på udskudte strækninger.* Aflyses udrulning af ERTMS på en række strækninger skal der i en periode køres videre på det nuværende signaludstyr, herunder med de risici dette indebærer i forhold udviklingen i antallet af signalfejl, regularitet, mv. Udrulning af signaludstyr på disse strækninger vil forventeligt skulle gennemføres i regi af et nyt udbud med en flerårig udrulningsplan. Alt afhængigt af den konkrete plan for dette arbejde vil der forventeligt skulle træffes beslutning om udrulning på de udskudte strækninger 5-6 år før strækningerne ibrugtages. Den relativt lange periode fra beslutning til ibrugtagning taget i betragtning foreslås det, at der allerede i forbindelse med beslutning om aflysning af strækninger fastlægges en fremtidig milepæl for præsentation af beslutningsoplæg vedrørende udrulning af ERTMS på udskudte strækninger. Det foreslås endvidere, at den organisatoriske forankring af dette arbejde internt i Banedanmark indskrives i beslutningsoplægget.

### **Forventet resultat**

Forslaget skal understøtte, at der i tilfælde af aflysning af strækninger sættes en klar skæringsdato for det nuværende signalprogram, og at en eventuelt fremtidig udrulning af ERTMS gennemføres som en del af Banedanmarks almindelige større forbedringsarbejder på jernbanen i stedet for i et særskilt program.

Forslaget bidrager til at øge programmets styrbarhed, idet der sættes faste rammer for programmets afslutning. Hertil kommer forventeligt synergieffekter ved at fremtidige udrulninger varetages af den division i Banedanmark, der har størst erfaring med anlægsarbejder og overdragelse af disse til Teknik.

### **Investeringsbehov og realiseringshorisont**

Fremtidig udrulning på eventuelt udskudte strækninger vil som beskrevet i kapitlet vedrørende optimeret udrulning være forbundet med væsentlige investeringer i materiel. Tilsvarende vil der skulle afsættes personale til planlægning, gennemførelse af udbud, udrulning, mv. Derudover øges investeringsbehovet for vedligehold af eksisterende anlæg, som i visse tilfælde vil være vanskelige at levetidsforlænge yderligere, hvilket også var den primære årsag bag beslutningen om totaludskiftning af signalsystemet.

Eventuel aflysning af strækninger skal, som beskrevet i kapitlet om optimal udrulning gennemføres ca. 3½ år før den enkelte strækningss kommissioneringsdato, hvis det skal ske inden leverandørerne påbegynder arbejde på strækningen. Idet der forventeligt går 5-6 år fra en eventuel beslutning om udrulning af ERTMS på udskudte strækninger til ibrugtagning foreslås det, at der allerede ved beslutning om aflysning af strækninger fastlægges milepæle for forelæggelse af beslutningsoplæg for udrulning af ERTMS på udskudte strækninger.

### **Implementerbarhed**

Forslaget om overdragelse af udrulningsopgaver til Banedanmarks anlægsdivision i tilfælde af aflysning af strækninger kan gennemføres inden for rammerne af Banedanmarks organisation uden ekstern accept.

Centrale risici forbundet med overdragelse af opgaverne er, at nøglepersonel fra allerede gennemførte udrulninger ikke står til rådighed for udrulning på de udskudte strækninger. Denne risiko er søgt mitigeret i ovenstående forslag til implementeringstrin, hvor der

lægges op til, at Banedanmark udarbejder karriere-veje- og fastholdelsesinitiativer for Banedanmarkansatte, der har deltaget i udrulninger.

Der vurderes også at være en risiko forbundet med at det udstyr, der står på de udskudte strækninger mister sin funktionalitet frem mod 2030, hvorfor der vil være behov for planlægning af og investeringer i midlertidige løsninger.

### 11.3 Varetagelse af installation af ombordudstyr i tog

For at sikre mængderabat til alle jernbanevirksomheder, der driver trafik i Danmark, udbød Banedanmark oprindeligt sammen med 42 medordregivere en rammekontrakt om levering af ETCS-ombordudstyr i tog, som anvendes i Danmark. Hvis jernbanevirksomhederne ville købe udstyr, installationsarbejde mv. inden for denne ramme, skulle de indgå en direkte kontrakt med leverandøren herom.

Denne model gælder stadig for f.eks. jernbanegods-virksomheder og entreprenører.

Senere er der imidlertid blevet valgt en model, hvor Banedanmark (Signalprogrammet) har indgået kontrakt med Alstom om installation af udstyr i de af jernbanevirksomhedernes tog, som anvendes til offentlig servicetrafik. Denne kontraktuelle opsætning betyder, at Banedanmark, i kontrakten med Alstom, har indgået aftaler om antallet af tog jernbanevirksomhederne skal stille til rådighed for, at Alstom kan overholde sin nuværende plan for installation af ombordudstyr og jernbanevirksomhederne på samme tid fortsat kan opretholde drift.

Den nuværende model for installation af ombordudstyr i tog fordrer en tæt dialog mellem Signalprogrammet og jernbanevirksomhederne, idet Signalprogrammet betaler for installationerne, mens jernbanevirksomhederne skal gennemgå Alstoms installationsarbejde, når dette er færdiggjort, hvorefter Banedanmark formelt godkender dette.

Incitamentsstrukturerne i den nuværende model følger således ikke en traditionel bestiller/udfører-model, jævnfør Tabel 11.2 og Figur 11.2

Den centrale forskel er, at det er jernbanevirksomhederne, der fastlægger, hvor mange tog, der skal installeres ombordudstyr i samt vurdere kvaliteten af Alstoms installationer, mens det er Banedanmark, der er kontraktholder på kontrakten med Alstom og godkender og betaler for installationerne. Den traditionelle bestillerrolle er således delt på to forskellige organisatoriske enheder.

I det belgiske program for udrulning af ERTMS er anvendt en anden model, hvor installationsopgaven er fastlagt i en kontrakt mellem leverandører og jernbanevirksomheder, således at bestillerfunktionen alene ligger hos jernbanevirksomheden.

Jernbanevirksomhederne har i Belgien ansvar for at installationer af ombordudstyr i tog lever op til de fastlagte kvalitetskrav, samt at der i forbindelse med installationsarbejder ikke tages flere tog ud af drift end, at det fortsat er muligt at opretholde normal drift.

I den belgiske model er således åbnet op for et tættere samarbejde mellem leverandør og jernbanevirksomhed om planlægning og gennemførelse af installationerne.

Set i forhold til den belgiske model skaber den danske model en øget kompleksitet, idet Banedanmark (Signalprogrammet) er indskudt som koordinator mellem leverandør og jernbanevirksomhed uden at have dybdegående kendskab til det rullende materiel eller jernbanevirksomhedernes kapacitets- og driftsplaner.

Denne arbejdsdeling vurderes særligt at tilføre kompleksitet, hvis de nuværende planer for installation af ombordudstyr i tog ikke er mulige at overholde for leverandøren, jævnfør de risici der relaterer sig til de nuværende planer for installation af ombordudstyr i tog i kapitel 3 om programmets afvikling og kapitel 9 optimeret udrulning.

## Forslag

Med henblik på at nedbringe kompleksiteten i den nuværende model for installation af ombordudstyr i tog foreslås det, at mulighederne for etablering af en mere entydig bestiller/udfører-model mellem jernbanevirksomheder og leverandøren af ombordudstyr i tog afdækkes.

Det foreslås endvidere, at det som led i dette afdækkes om et tættere samarbejde mellem leverandør og jernbanevirksomheder kan bidrage til at mitigere risici forbundet med de nuværende tidsplaner for installation af ombordudstyr i tog, herunder understøtte at eventuelle forsinkelser begrænses.

## Baggrund

Banedanmark (Signalprogrammet) indgik oprindeligt aftale med Alstom om installation af ombordudstyr i 523 tog svarende til det antal tog jernbanevirksomhederne på de strækninger, der udstyres med ETCS, på daværende tidspunkt fandt nødvendigt for at kunne

opretholde passagertogdriften. Antallet af tog er efterfølgende, i dialog med jernbanevirksomhederne, justeret til 489 tog i forbindelse med at disse har revurderet deres behov.

Aftalen dækker levering af ombordudstyret, installation af udstyret samt efterfølgende vedligehold af udstyret.

Forud for aftaleindgåelsen blev overvejet forskellige konstellationer for samarbejdsmodellen omkring installation af ombordudstyr i tog. Dette skal ses i sammenhæng med, at Banedanmark som hovedansvarlig for jernbaneinfrastrukturen naturligt er kontraktholder på de dele af den nye signalløsning, der skal installeres på selve banen.

Idet signalerne i den nye ETCS-løsning placeres ombord på togene, som traditionelt har været jernbanevirksomhedernes ansvarsområde, og ikke som i den nuværende løsning ved sporet, var der forud for aftaleindgåelse behov for at træffe beslutning om placering af kontraktholderansvaret for opgaven vedrørende levering, installation og drift af ombordudstyr.

Med afsæt i et analysearbejde blev det under hensyn til afvejning af økonomiske forhold og et ønske om så vidt muligt at samle risici relateret til programmet besluttet at placere kontraktholderansvaret hos Banedanmark (Signalprogrammet).

For jernbanevirksomhederne er installation af ombordudstyr i tog centralt, idet det er en forudsætning for at deres tog kan fungere på en strækning, når den nye ETCS-løsning er udrullet og dermed at jernbanevirksomhederne kan videreføre togdriften.

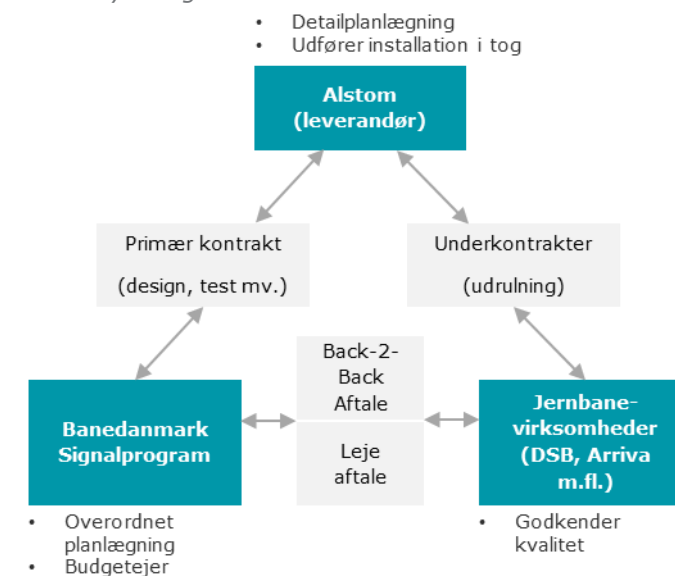
Samtidigt påvirker installationen af ombordudstyr flere dele af jernbanevirksomhedernes organisation,

Tabel 11.2. Rollefordeling i traditionel bestiller/udfører-model.

Bestiller	Udfører
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overordnet planlægning</li> <li>• Budgetejer</li> <li>• Godkender kvalitet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detailplanlægning</li> <li>• Sikre at opgaven udføres</li> </ul>

Kilde: Deloitte.

Figur 11.2. Rollefordeling i model for installation af ombordudstyr i tog.



Kilde: Deloitte.



idet jernbanevirksomhedernes lokoførere skal være uddannet til at anvende det nye udstyr efter dette er installeret i togene. Under selve installationsopgaven skal jernbanevirksomhederne endvidere planlægge omkring leverandørens tidsplaner sådan, at omfanget af toge, der tages ud af drift under installationerne, ikke påvirker togdriften.

At installationen af ombordudstyr i tog er central for jernbanevirksomhedernes virksomhed forudsætter i den nuværende model for installation af ombordudstyr, at Banedanmark som kontraktholder varetager jernbanevirksomhedernes interesser over for leverandøren, men samtidigt balancerer disse behov mod de budget- og tidsmæssige rammer, der er fastlagt for Signalprogrammet.

Dette skaber naturligt modsatrettede interesser mellem Banedanmark og jernbanevirksomhederne, idet jernbanevirksomhederne har incitament til at håndhæve, at leverandøren leverer installationer af høj kvalitet til og kan leve op til krav om effektiv drift. Banedanmark har imidlertid det budgetmæssige ansvar og skal således dække udgifter forbundet med eventuelle forsinkelser eller alternativt stille krav om bod over for leverandøren, hvor særligt sidstnævnte kan forsinke udrulningen af den nye signalløsning.

I Belgien er ovenstående udfordringer søgt håndteret ved at lade leverandøren af ombordudstyr og jernbanevirksomhederne indgå individuelle kontrakter om installation af ombordudstyr, således at ejerskab for budget og ansvar for godkendelse af installationer er samlet et sted.

## Implementeringstrin

Afdækning af potentialet og muligheder vil indebære gennemførelse af tre centrale analyser, der efterfølgende konsolideres i et samlet beslutningsoplæg.

*Analyse af kontraktlige rammer.* Hovedkontrakten om levering af ombordudstyr til tog er indgået mellem Banedanmark og Alstom. Hertil kommer, at der mellem jernbanevirksomheder og Alstom er indgået underkontrakter om de konkrete installationer. Indledningsvist skal afdækkes om disse kontrakter indeholder løftestænger i form af ændrings- eller opsigelsesmuligheder, der kan anvendes til at ændre rollefordelingen mellem leverandør, Banedanmark og jernbanevirksomheder.

*Analyse af fremadrettet risikobillede.* Etablering af en mere entydig bestiller/udfører-model indebærer også ændringer i fordelingen af risici mellem særligt Banedanmark og jernbanevirksomheder. Den fremadrettede fordeling af risici på tværs af leverandører, herunder særligt risici forbundet med eventuelle forsinkelser i tidsplanerne for installation af ombordudstyr. Som led heri skal opstilles forslag til mitigerende af risici, således at det på tværs af Banedanmark og jernbanevirksomheder er tydeligt, hvilke initiativer der skal iværksættes for at håndtere disse. Det skal endvidere analyseres om processen vedrørende justering af nuværende eller eventuel opsigelse og indgåelse af nye kontrakter indebærer risici for forsinkelser af tidsplanerne for installation af ombordudstyr. Endeligt kan en overdragelse af installationsansvaret til jernbanevirksomhederne i praksis indebære, at tidspunkterne for ibrugtagning af ERTMS udrustede strækninger i praksis fastlægges mellem leverandøren og jernbanevirksomhederne. Samspelet mellem dette forhold

og Signalprogrammets udrulningsplan vil tilsvarende skulle analyseres.

*Analyse af økonomiske konsekvenser.* En central bevæggrund for den nuværende model for installation af ombordudstyr er, at [REDACTED]

[REDACTED] I den nuværende model, hvor Banedanmark forestår indkøbet af installationerne, [REDACTED]

[REDACTED] Det skal med dette afsæt analyseres, i hvilket omfang [REDACTED]

*Udarbejdelse af beslutningsoplæg.* Ovenstående analyser skal danne udgangspunkt for udarbejdelse af et samlet beslutningsoplæg, der beskriver muligheder samt økonomiske og afledte konsekvenser ved implementering af tiltaget.

### **Forventet resultat**

Hvorvidt forslaget er hensigtsmæssigt at gennemføre vil afhænge af udfaldet af ovenstående analyser.

Er udfaldet af disse analyser, at det er hensigtsmæssigt at gennemføre forslaget, forventes forslaget at bidrage til en lavere kompleksitet i programmet, hurtigere beslutningsprocesser samt optimerede planer for udrulning af ombordudstyr, som følge af et tættere samarbejde mellem leverandør og jernbanevirksomheder om installation af ombordudstyr.

### **Investeringsbehov og realiseringshorisont**

Analysearbejdet og udarbejdelse af beslutningsoplægget forventes at kunne gennemføres inden for en tre

måneders tidshorisont, forudsat at der afsættes dedikerede ressourcer hertil.

### **Implementerbarhed**

Analysearbejdet og udarbejdelse af beslutningsoplægget kan igangsættes med det samme.

Hvorvidt etablering af en mere entydig bestiller/udfører model mellem jernbanevirksomheder og leverandøren af ombordudstyr er implementerbart vil afhænge af analyserne beskrevet i afsnittet om implementeringstrin.

## 11.4 Implementering og gevinstrealisering

De tre forslag har hver især forskellige afhængigheder til programmets overordnede tidsplan eller andre forslag opstillet i denne rapport.

Forslaget om placering af S-baneprojektet uden for programmet skal times i forhold til programmets overordnede tidsplan, idet det er centralt, at S-baneprojektet får videregivet erfaring og læring til fjernbaneprojekterne. Når fjernbaneprojekterne har overstået Early Deployment er det imidlertid centralt, at S-Baneprojektet bidrager til at understøtte en transition i Banedanmarks øvrige divisioner før fjernbaneprojekterne, når frem til de perioder i tidsplanen, hvor der gennemføres 5-6 udrulninger samtidigt. Endeligt er det centralt, at ledelsesfokus i denne fase af programmet er på udrulningerne på fjernbanen, der har størst kompleksitet, og er særligt kritisk i forhold til at undgå, at Signalprogrammet kommer til at påvirke udrulningen af andre jernbaneprogrammer, jævnfør kapitlet om forenklet programstyring. Timingen af

overførslen af S-baneprojektet fra programorganisationen til Banedanmarks øvrige divisioner er derfor centralt for, at de gevinster forslaget indebærer realiseres.

Forslaget om at overføre ansvaret for implementering af eventuelle udskudte strækninger til Banedanmarks driftsorganisation vil være relevant at gennemføre i det tilfælde, at der træffes beslutning om at aflyse udrulning af ERTMS på visse strækningerne. Forslaget skal sikre, at der fastlægges en entydig tidsramme og opgaveportefølje for Signalprogrammet, som der kan styres efter i programmets resterende levetid. Realisering af disse gevinster vil dog kun være muligt i det omfang, der træffes beslutning om at aflyse strækninger.

Forslaget om afdækning af mulighederne for etablering af en mere entydig bestiller/udfører model mellem jernbanevirksomheder og leverandøren af ombordudstyr i tog kan gennemføres uafhængigt af øvrige forslag. Centralt for gennemførelse af analysearbejdet er imidlertid, at dette afsluttes inden leverandøren af installationerne når forbi installation i det første tog af en serie, idet realisering af gevinsterne ved en mere entydig bestiller/udfører model reduceres løbende i takt med antallet af tog, der installeres ombordudstyr i under den nuværende model.

## 11.5 Risici og konsekvenser

Forslagene i dette kapitel har overordnet set til formål at anvende tilpasning af programmets snitflader som løftestang for at tilføre øget robusthed og styrbarhed til programmet.

Implementering af organisatoriske ændringer i en programorganisation som beskrevet oven for indebærer risici for videnstab, midlertidig produktivtetsnedgang og begrænset eksekveringsevne i overgange fra den nuværende til den nye organisering.

Signalprogrammet og Banedanmark står imidlertid overfor centrale udfordringer, idet programmet i dag har en bred og kompleks opgaveportefølje, hvor af særligt de nuværende planer for afvikling af fjernbaneprojekterne er behæftet med væsentlige risici.

Hertil kommer, at den fremtidige driftsorganisation i Banedanmarks øvrige divisioner skal omstilles fra at være en primært udførende organisation til i højere grad at være en kontraktthaver og indkøbsorganisation. Denne transition kan understøttes ved tilførsel af viden om det nye signalsystem samt overførsel af kompetencer fra programmet til Banedanmarks Teknikdivision.

Overførsel af S-baneprojektet til Banedanmarks øvrige divisioner, overførsel af ansvaret for eventuelle udskudte strækninger til Anlæg samt afdækning af muligheder for at etablere en mere entydig bestiller/udfører model mellem jernbanevirksomheder og leverandøren af ombordudstyr kan bidrage til at afhjælpe disse udfordringer og kan derfor i denne sammenhæng betragtes som risikomitigerende tiltag.

# 12 Smidig transition til udrulning

Signalprogrammet står over for en faseovergang, der kræver en omstilling i programorganisationen og i Banedanmarks Teknikdivision.

## 12.1 Afgrænsning

Signalprogrammet står på fjernbanen i en kritisk overgang fra test og godkendelse af leverandørernes løsninger på Early Deployment-strækningerne til løbende udrulning på de følgende strækninger. Det er som led i denne overgang, at programmet skal have vished for, at de signalløsninger leverandørerne udarbejder fungerer og kan udrulles effektivt i henhold til de foreslåede tidsplaner.

Ved denne faseovergang er der derfor en række kritiske hensyn programmet skal være særligt opmærksom på:

- Opnå vished for at de tekniske løsninger, som leverandørerne af infrastrukturudstyr og ombordudstyr på fjernbanen leverer, fungerer.
- Udrydde så mange fejl relateret til de tekniske løsninger som muligt, sådan at disse ikke videreføres under de følgende udrulninger og indebærer flere efterfølgende opretninger end højst nødvendigt.

- Omstille programorganisationen fra udviklings- til udrulningsfasen.
- Sikre at modtagerorganisationen i Banedanmarks Teknikdivision er parat til at modtage strækninger og forestå den fremadrettede drift, når strækningerne kommissioneres.

På S-banen er Signalprogrammet allerede langt i denne faseovergang og er nu i fuld gang med de følgende udrulninger. Internt i programmet er S-baneprojektet derfor frontløber på eksekveringen af denne faseovergang. S-baneprojektet har imidlertid en lavere kompleksitet sammenlignet med fjernbaneprojekterne og udgør samtidigt en relativt lille del af det samlede signalprogram. Endeligt er antallet og den årlige frekvens af strækninger, der skal overdrages til drift i Banedanmarks Teknikdivision lavere for S-baneprojektet end for fjernbaneprojekterne.

Fokus i dette kapitel er derfor, hvordan programmet kan få tilrettelagt en proces og iværksat de initiativer, der understøtter en robust og styrbar overgang fra fasen med design og test til udrulningsfasen på fjernbanen. Et centralt element heri er at imødegå de kritiske hensyn, der er nævnt oven for.

Initiativerne retter sig dels mod på et helt overordnet niveau at få fastlagt styringsmæssige rammer, der gør det muligt at træffe beslutning om leverandørernes løsninger har tilstrækkelig kvalitet til, at de kan

udrulles på tværs af landet, dels at få fastlagt et troværdigt og styrbart projekt som programmet kan arbejde inden for rammerne af fremadrettet.

Hertil kommer organisatoriske og procesmæssige initiativer rettet mod omstilling af programorganisationen og modtager organisationen i Banedanmarks tekniskdivision.

Understøttelse af en robust og styrbar overgang skal ses i sammenhæng med de udfordringer og løsningsforslag, der er præsenteret i de forrige analyser. Denne analyse vil derfor trække på adskillige forslag fra de tidligere analyser. I denne analyse vil de imidlertid blive indplaceret i en kontekst vedrørende overgang fra udvikling til udrulning, og det vil blive fremhævet, hvordan de kan understøtte robusthed og styrbarhed i denne overgang.

Initiativerne i dette kapitel har derfor mere karakter af overordnede anbefalinger vedrørende håndtering af centrale forhold i den faseovergang programmet står over for lige nu.

Analysen af transition til udrulning er ikke rettet mod en specifik omkostningsbase i Signalprogrammet eller Banedanmarks øvrige divisioner.

Analysen har primært til formål at understøtte en smidig transition, herunder imødegå risici for forsinkelser eller uforudsete fordyrelser på fjernbaneprojekterne.

## 12.2 Fastlæggelse af beslutningsport efter Early Deployment

I den nuværende plan for udrulning af Signalprogrammet er der i Østdanmark lagt op til at påbegynde udrulning på RO1: Vigerslev-Ringsted, RO10: Odense-Svendborg og RO8: Roskilde-Kalundborg parallelt

med færdiggørelse af den første Early Deployment strækning Roskilde-Køge.

Tilsvarende er der i Vestdanmark lagt op til at påbegynde udrulning på RO8: Thisted-Struer, RO5: Struer-Langå, Nordjylland (bl.a. den ny bane til Aalborg lufthavn) og RO4: Struer-Vejle parallelt med udrulning af den første Early Deployment strækning Frederikshavn-Aalborg.

To centrale formål med anvendelsen af Early Deployment strækninger er at opnå vished for, at leverandørernes løsninger fungerer samt at eliminere fejl, så disse ikke bæres videre på de følgende udrulninger. At der er behov for denne proces skal ses i sammenhæng med, at de signalløsninger som leverandørerne skal levere på fjernbanen indebærer et væsentligt udviklingsarbejde for at leve op til de seneste europæiske standarder, der udgør et rammevilkår for programmet.

I de nuværende udrulningsplaner, hvor der er adskillige overlap mellem Early Deployment strækningerne og de følgende udrulninger øges risici for, at fejl bæres videre i de udrulninger, der gennemføres parallelt med Early Deployment strækningerne.

Med dette afsæt foreslås, det, at [REDACTED]

[REDACTED]

Deloitte foreslår, at [REDACTED]

[REDACTED]

## 12.3 Rebudgettering og etablering af styringsrelevant budget

Signalprogrammets budget giver på nuværende et helhedsorienteret billede af programmets samlede omkostninger. Kvaliteten af budgettet indebærer imidlertid, at der er væsentlige usikkerheder forbundet med budgettet, hvilket er beskrevet nærmere i kapitel 6 om programmets økonomi. Disse usikkerheder indebærer, at det nuværende programbudget har begrænsede anvendelsesmuligheder i forhold til den fremadrettede styring.

Når leverandørerne har udrullet på og fået accept af Early Deployment-strækningerne vil Signalprogrammet have et væsentligt bedre indblik i kvaliteten af de løsninger leverandørerne leverer, samt om det er realistisk, at disse løsninger kan udrulles på tværs af landet i det tempo leverandørerne foreslår.

Hertil kommer, at programmet vil have et bedre overblik over, hvor leverandørerne kan forventes at møde udfordringer på de følgende udrulninger, og hvor der er risiko for, at leverandøren ved ændringsanmodninger kan rejse krav om yderligere kompensation.

Samlet set forventes programmet derfor efter udrulning af Early Deployment-strækningerne at have væsentlig bedre forudsætninger for at udarbejde et mere nøjagtigt budget, der kan sætte den økonomiske ramme for de følgende udrulninger.

Det foreslås med dette afsæt, at der foretages en rebudgettering af programmet efter afslutning af Early Deployment-strækningerne, der kan bidrage til at re-

[REDACTED]  
Etablering af en sådan beslutningsport [REDACTED]

[REDACTED]  
Skal det være muligt at træffe en overordnet beslutning om [REDACTED]

[REDACTED]  
I kapitlet omkring optimeret udrulning er det beskrevet, hvilke muligheder der er for at aflyse strækninger i henholdsvis Vest- og Østdanmark, herunder [REDACTED]

[REDACTED]  
Det vil således give plads til en egentlig beslutningsproces, hvor grundlaget for Signalprogrammets videre udrulning kan bedømmes i lyset af erfaringerne fra Early Deployment-strækningerne.

ducere den usikkerhed, der knytter sig til det nuværende programbudget, samt understøtte et fremadrettet styringsrelevant budget.<sup>89</sup>

Det foreslås endvidere, at denne rebudgettering tidsmæssigt gennemføres, sådan at det nye styringsrelevante budget ligger klar, når der træffes beslutning om udrulning på de følgende strækninger svarende til tidspunktet for den beslutningsport, der er indeholdt i det forrige initiativ vedrørende etablering af en beslutningsport efter afslutning af Early Deployment.

## 12.4 Iværksættelse af interne omstillingsinitiativer i Signalprogrammet

I kapitlerne vedrørende forenklet programstyring (kapitel 10) og optimering af snitflader (kapitel 11) er der peget på muligheder for at øge programmets styrbarhed og robusthed samt realisere optimeringer, herunder blandet andet ved at redimensionere programorganisationen, standardisere godkendelsesprocedurer og at understøtte transition i Teknikdivisionen.

Disse forslag skal ses i sammenhæng med den faseovergang programmet står over for på nuværende tidspunkt.

For programmet indebærer overgangen fra afslutning af Early Deployment-strækningerne til løbende udrulning, at programmet fremadrettet vil skulle have et øget fokus på at understøtte, at

- Leverandørerne opnår alle installations-, test- og sikkerhedsgodkendelser.
- Opnår accept og gennemfører alle relevante test.

- Modtagerorganisationen, svarende til Banedanmarks Teknikdivision, er forberedt på at varetage driften af de enkelte strækninger i takt med, at de sættes i drift.

Det ændrede fokus indebærer, at programmet skal tilpasse bemanningen af de enkelte projekter og enheder, sådan at de projekter og enheder, der har ansvar for at planlægge og gennemføre ovenstående opgaver tilføres ressourcer. Omvendt vil der være en række opgaver relateret til design og tilpasning af de nye signalløsninger, der bortfalder. Etablering af forudsætningerne for at foretage disse tilpasninger indebærer, at der gennemføres en detaljeret kortlægning af, hvilke opgaver de enkelte medarbejdere i programmet varetager i dag.

Parallelt med de ressourcemæssige tilpasninger skal det under omstilling til udrulning sikres, at programmet også tilpasser kompetencesammensætningen, sådan at programmets personale også har de kompetencemæssige forudsætninger for at varetage de opgaver, der fremadrettet får øget fokus.

Dette indebærer vurdering af det fremadrettede kompetencebehov under udrulning, afdækning af programmets nuværende kompetencesammensætning samt formulering af oplærings- og rekrutteringsinitiativer, der kan understøtte at programmet kan møde det fremadrettede behov. Som led i dette arbejde vil det i denne proces være centralt at tage forslaget vedrørende hjemtagning af konsulentopgaver, som er nævnt i kapitlet vedrørende forenklet programstyring i betragtning, herunder nøje vurdering om eventuelle

<sup>89</sup> Forslagene er nærmere uddybet i kapitlet om forenklet programstyring.

kompetencegab mest hensigtsmæssigt håndteres ved rekruttering eller med ekstern bistand.

Under udrulning vil programmet understøtte at leverandørerne for hver enkelt strækning opnår installations-, test- og sikkerhedsgodkendelser. Hertil kommer, at leverandørernes test af udstyr lever op til de krav, der er nødvendige for at kunne opnå en sikker og effektiv drift. At disse processer kan gennemføres uden tilbageløb er centralt for, at programmet kan overholde tidsplanerne for udrulning. Programmet har iværksat initiativer for at understøtte en standardisering af disse processer. I kapitlet vedrørende forenklet programstyring er endvidere opstillet forslag til yderligere procesoptimeringer, der kan bidrage til at sikre effektivt afvikling og få tilbageløb. Som led i den faseovergang programmet står over for er det afgørende, at programmet implementerer disse procesforbedringer, sådan at leverandørerne kan iværksætte 2-3 udrulninger årligt uden programmets risikobillede forøges væsentligt som følge af risici for procesforsinkelser.

Endeligt er det centralt, at programmet tager centrale initiativer for at understøtte, at modtagerorganisationen svarende til Banedanmarks Teknikdivision er klar til at overtage driften i takt med at udrulningerne på de enkelte strækninger færdiggøres. Teknikdivisionen har ansvaret for vedligehold af banenettet og vil tilsvarende skulle varetage driften af det nye signalsystem. På nuværende tidspunkt vedligeholder Teknikdivisionen det eksisterende aldrende signaludstyr. Idet Signalprogrammet er etableret som et selvstændigt direktørområde i Banedanmark, der har stået for at fastlægge rammerne og kravene for det nye signalsystem samt varetaget dialogen med leverandørerne, har medarbejderne i Teknik på nuværende tidspunkt

begrænset indsigt i den nye ERTMS-løsning, der udrulles på fjernbanen.

Med henblik på at understøtte en løbende kompetenceopbygning i drift af det nye signalsystem i Teknikdivisionen frem mod overdragelsen af strækningerne, foreslås det at Signalprogrammet i samarbejde med Teknikdivisionen iværksætter initiativer for at involvere medarbejdere fra Teknikdivisionen i udrulningsarbejdet. I kapitlet vedrørende forenklet programstyring er peget på muligheder for nedsættelse af en fælles taskforce på tværs af Signalprogrammet og Teknikdivisionen, der kan sikre optimering af installations-, test- og sikkerhedsgodkendelsesprocesser.

Tilsvarende kan inddragelse eller udlånsmodeller iværksættes i forhold til bemanningen af de teams, der står for de løbende udrulninger, eller som gennemfører test af leverandørernes løsninger på de enkelte strækninger. Den løbende inddragelse skal tilrettelægges sådan, at de medarbejdere, der deltager i udrulning og test følger med over i Banedanmarks Teknikdivision i takt med de strækninger, der har arbejdet på overgår til drift hos Teknikdivisionen.

Iværksættelse af en sådan inddragelse vil kræve et tæt samarbejde mellem Signalprogrammets og Teknikdivisionens ledelse, men samtidigt bistand fra Banedanmarks centrale HR-enhed i forhold til at opstille forløb og karriereveje for den enkelte medarbejder.

Udover den kompetencemæssige overdragelse er det centralt, at programmet i samarbejde med Teknikdivisionen får fastlagt konkrete overdragelsesprocesser og beslutningsporte for overdragelse af strækninger, som nævnt i initiativet vedrørende placering af S-baneprojektet udenfor programorganisationen i kapitlet vedrørende optimering af snitflader.



## 12.5 Iværksættelse af initiativer der understøtter transition i Banedanmarks Teknikdivision

For Banedanmarks Teknikdivision indebærer det nye signalsystem, at Teknikdivisionen fremadrettet skal forestå driften af jernbanens signaler med en ny teknologi og i en ny leverandørmodel. Teknikdivisionen skal derfor lige som programmet gennemgå en transition i takt med at den nye signalløsning udrulles.

I kapitlet vedrørende optimering af snitflader er stillet forslag om tilpasning af Signalprogrammet, herunder fremtidigt placering af S-baneprojektet tæt på Teknikdivisionen med det formål at S-baneprojektet kan bidrage til at understøtte en omstilling i Banedanmarks øvrige divisioner.

Udover de initiativer Signalprogrammet kan iværksætte for at understøtte transition i Banedanmarks Teknikdivision, er der også en række tiltag Teknikdivisionen selv kan iværksætte:

- Etablering af en enhed, der kan drive transitionen i Teknikdivisionen.
- Fastlæggelse af ny driftsmodel for Teknikdivision, suppleret med beskrivelser af kompetencebehov og systemunderstøttelse.

Teknikdivisionen har på nuværende tidspunkt etableret en enhed der forestår koordination med Signalprogrammet. Med henblik på at understøtte transitionen i teknik kan ansvaret for denne enhed med fordel udvides, sådan at enheden får ansvaret for at inddrage relevante medarbejdere i Signalprogrammets aktiviteter på de områder, hvor videnoverdragelse er central. Hertil kommer ansvar for, at iværksætte interne omstillingsinitiativer i Teknikdivisionen. Idet

denne enhed vil have behov for at kunne række bredt ud i teknikdivisionen og iværksætte initiativer, der involverer alle led i organisationen foreslås det, at enheden fremadrettet forankres direkte under divisionens direktør. For at minimere risikoen for, at der i overdragelsen fra Signalprogrammet til Teknikdivisionen er centrale forhold eller områder, der ikke bliver overdraget foreslås det endvidere, at transitionsenheden i Teknikdivisionen fremadrettet spejler Signalprogrammets organisering, så det for projektledere og medarbejdere i Signalprogrammet fremstår tydeligt, hvem den primære samarbejdspartner er i Teknikdivisionen.

At Banedanmarks Teknikdivision fremadrettet skal tage ansvar for driften af et signalsystem bygget på en ny teknologi og med en ny leverandørmodel, indebærer også centrale ændringer i teknikdivisionens driftsmodel. Disse ændringer vil have konsekvenser for divisionens organisering, processer, kompetencebehov og systemunderstøttelse.

Det foreslås med dette afsæt, at Teknikdivisionen med inddragelse af viden fra Signalprogrammet fastlægger den ny driftsmodel, herunder beskriver den fremadrettede organisering, processer, kompetence-sammensætning og systemunderstøttelse. Med afsæt i denne beskrivelse kan gabet i forhold til den ny driftsmodel kortlægges og der kan formuleres konkrete initiativer for at lukke gabet, som transitionsenheden kan få ansvar for.

# 13 Reetablering af reserve

Den kombinerede effekt af tiltagene vedrørende den tekniske løsning, udrulning og programorganisation vurderes at kunne frigøre op til 3.151 mio. kr., som kan anvendes til reetablering af Signalprogrammets budgetreserve.

## 13.1 Indramning

Kapitlet analyserer forventede økonomiske effekter og konsekvenser, når tiltagene fra analysekapitlet vedrørende re-dimensioneringen af den tekniske løsning kombineres med tiltagene fra udrulnings og programstyringskapitlerne. Den kombinerede effekt undersøges for at kunne identificere, hvor stor en del af tiltagene, der udelukker hinanden, når de forsøges sammensat, eller hvorvidt den økonomiske effekt enten mitigeres eller forstærkes.

Dette kapitel behandler udelukkende de dele af analysen, der kan rettes mod at genetablere Signalprogrammets budgetreserve. Den kombinerede effekt i forhold til øget styrbarhed eller robusthed behandles i de efterfølgende kapitler.

## 13.2 Berørte projekter og planer

Pr. april 2017 er størstedelen af den centrale anlægsreserve (10 og 20 pct. reserven) inddraget i Signalprogrammets budgettering på de enkelte projektområder, således at kun ca. 62 mio. kr. udgør den centrale budgetreserve. Det vurderes dog, at der kan frigøres i alt ca. 535 mio. kr. til den centrale programreserve, idet nogle budgetposter i de enkelte projekter blot er øremærket som en difference til bevillingen, og derfor i sidste ende kan sidestilles med en 10 pct. reserve. De resterende tiltag, som hver for sig kan bidrage yderligere til genetablering af programreserven, består af:

- Redimensionering af den tekniske løsning:
  - Reduktion af omkostninger til lastmile tilkobling og korrektion af fejlbudgettering for FTN passiv.
- Optimeret udrulningsplan:
  - Aflysning af nyt signaludstyr på udvalgte strækninger i Jylland og på Fyn.
  - Reducere antallet af tog, som opgraderes med ERTMS udstyr.
  - Reduktion af udgifter til dekommissionering.
- Forenklet programstyring:
  - Reduktion af den organisatoriske kompleksitet, herunder anvendelse af konsulenter.

- Standardisering af godkendelsesprocedurer.
- Hjemtagning af konsulentopgaver.
- Centralisering af programreserven.

Antallet af projekter, programmer og planer, som forventes berørt af disse tiltags implementering, fremgår af tabellen nedenfor.

Hvert tiltag vurderes isoleret set at kunne realisere de anførte bidrag til en fremtidig budgetreserve, mens der kan opstå både dikotomi- og synergieffekter, når tiltagene kombineres. Af Tabel 13.2 på næste side fremgår tiltagenes indbyrdes kombinationsmuligheder, og hvorvidt den økonomiske effekt vurderes minimeret eller forstærket.

### 13.3 Omkostnings- og prioriteringsgrundlag

Jævnfør Tabel 13.1 har tiltagene direkte berøring med følgende omkostningsgrupper i Signalprogrammets budget:

- Fjernbane vest
- Fjernbane øst
- Ombordudstyr
- Telekommunikation
- Programstyring
- Dekommissionering

Den samlede omkostningsbase udgør for disse områder i alt ca. 16,4 mia. kr., hvoraf ca. 5,1 mia. kr. allerede er forbrugt. Det betyder, at prioriteringsgrundlaget er på ca. 11,4 mia. kr.

Hertil skal fratrækkes eventuelle kontraktuelt bundne midler, som vil være afhængige af de enkelte tiltags karakteristika, timing og omfang, hvilket betyder, at

Tabel 13.1. Oversigt over de enkelte tiltags nettobidrag til budgetreserven samt direkte og indirekte berørte aktiviteter og organisationer. (PL2017, mio. kr.)

Tiltag	Bidrag til reserve (PL2017 mio. kr.)	Direkte berørte:	Aktiviteter Organisationer	Indirekte berørte:	Aktiviteter Organisationer
Korrektion af budget for FTN Passiv	43		Telekommunikation (FTN) Fornyelsesprogrammet	-	
			Banedanmark Teknik, Banedanmark Anlæg	-	
Aflysning af installation nyt signaludstyr på udvalgte strækninger i Jylland og på Fyn*	(Midlertidig allokering)		Fjernbane vest, fjernbane øst	Telekommunikation (FTN), programorganisation, jernbanevirksomheder, dekommissionering, FIT (TMS)	
			Signalprogrammet, leverandører (Thales/Strukton)	Banedanmark Teknik, Banedanmark Anlæg, Signalprogrammet, DSB, Arriva.	
			Ombordudstyr, jernbanevirksomheder, leverandører	OI og training	
Reducere antallet af tog, som opgraderes med ERTMS udstyr			Signalprogrammet, DSB, leverandører (Alstom og Siemens)	Signalprogrammet	
Reduktion af udgifter til dekommissionering			Dekommissionering	-	
			Banedanmark Teknik	-	
Reduktion af organisatorisk kompleksitet i Signalprogrammet			Programorganisation Signalprogrammet	- -	
Standardisering af godkendelsesprocedurer			Programorganisation, godkendelser Signalprogrammet, Banedanmark Teknik	- -	
Hjemtagning af konsulentopgaver			Programorganisation, tværgående Signalprogrammet	- -	
Centralisering af programreserve	535			-	

Kilde: Deloitte.

Anm.:\* Tiltag er alene en midlertidig allokering af midler til budgetreserven Tiltag uden \* er egentlige program effektiviseringer, hvor der kan realiseres en besparelse.

den angivne værdi er et brutto prioriteringsgrundlag, som reelt kan forventes at være væsentligt mindre i forhold til den specifikke sammensætning af tiltag.

### 13.4 Forslagskombinationer

I forhold til tiltagenes samlede mulige gevinstrealisering illustreres to scenariekombinationer.

#### Kombination 1: Maksimal effekt

- Redimensionering af den tekniske løsning:
  - Reduktion af omkostninger til lastmile tilkobling grundet aflysning af strækninger og korrektion af fejlbudgettering.
- Optimering af udrulning:
  - Ingen udrulning af nyt signaludstyr på følgende strækninger på Fyn og i Jylland: Odense-Svendborg, Struer-Thisted, Langå-Struer, Skanderborg-Skjern, Holstebro-Esbjerg, Bramming-Tønder grænse og Sønderborg-Tinglev (scenarie 1).
  - Reduktion i følgende antal tog og togtyper, som skal modificeres med nyt signaludstyr: 82 IC4 tog, 6 ME lokomotiver, samt MK lokomotivet (scenarie 2).
  - Dekommissionering med minimal nedtagning og udvidet tidshorisont (scenarie 2).
- Reduceret programorganisation:
  - Reduktion af den organisatoriske kompleksitet samt mindre brug af konsulenter (højt estimat).
  - Standardisering af godkendelsesprocedurer (højt estimat).

#### Kombination 2: Reduceret effekt

- Redimensionering af den tekniske løsning:
  - Reduktion af omkostninger til lastmile tilkobling grundet aflysning af strækninger og korrektion af fejlbudgettering.
- Optimering af udrulning:
  - Ingen udrulning af nyt signaludstyr på følgende strækninger på Fyn og i Jylland: Odense-Svendborg, Skanderborg-Skjern, Holstebro-Esbjerg, Bramming-Tønder

Tabel 13.2. Oversigt over de enkelte tiltags økonomiske påvirkning på hinanden, når de kombineres.

	Korrektion af budgetfejl for FTN Passiv og færre lastmile omkostninger	Decoupling af udvalgte strækninger i Jylland og på Fyn	Reducere antallet af tog, som opgraderes med ERTMS udstyr	Reduktion af udgifter til dekommissionering	Reduktion af organisatorisk kompleksitet i SP	Standardisering af godkendelsesprocedurer	Hjemtagning af konsulentopgaver	Centralisering af programreserven
Korrektion af budgetfejl for FTN Passiv og færre lastmile omkostninger	✓	—	—	—	—	—	—	—
Udskydelse af nyt signaludstyr på udvalgte strækninger i Jylland og Fyn	—	—	✓	✗	—	—	—	—
Reducere antallet af tog, som opgraderes med ERTMS udstyr	—	—	—	—	—	—	—	—
Reduktion af udgifter til dekommissionering	—	—	—	—	—	—	—	—
Reduktion af organisatorisk kompleksitet i SP	—	—	—	—	—	—	✗	—
Standardisering af godkendelsesprocedurer	—	—	—	—	—	—	—	—
Hjemtagning af konsulentopgaver	—	—	—	—	—	—	—	—
Centralisering af programreserven	—	—	—	—	—	—	—	—

— Ingen væsentlig påvirkning      ✗ Negativ påvirkning      ✓ Positiv påvirkning

Kilde: Deloitte.

Figur 13.1. Frigjorte midler ved kombinationsscenario 1. (PL2017, mio. kr.).



Kilde: Deloitte.

Anm.: Tiltag omhandlende reduktion af allokering af midler til budgetreserven indebærer markante kontraktuelle bindinger.

grænse og Sønderborg-Tinglev (scenarie 2).

- Reduktion i følgende antal tog og togtyper, som skal modificeres med nyt signaludstyr: 30 IC4 tog, 17 ME lokomotiver samt MK lokomotivet (scenarie 2).
- Dekommissionering med Banedanmarks "worst case" betragtning (scenarie 1).
- Reduceret programorganisation:
  - Reduktion af den organisatoriske kompleksitet samt mindre brug af konsulenter (lavt estimat).
  - Standardisering af godkendelsesprocedurer (lavt estimat).
  - Hjemtagning af konsulentopgaver.
  - Centralisering af programreserven.

Ud over de to nævnte kombinationsscenerier er det muligt at analysere på flere mulige scenarievarianter, hvor enkelte tiltag varieres eller helt tages ud.

Kombination 1 skal betragtes som et "best case" scenarie, hvor den maksimale effekt fra hvert tiltag realiseres på samme tid, når der samtidig tages højde for tiltagenes indbyrdes påvirkning på hinanden.

Kombination 2 afspejler et scenarie, hvor alle tiltag besluttet gennemført, men hvor den forventede effekt i forhold til gennemslagskraften på det enkelte tiltag er reduceret (reduceret ambitionsniveau og/eller lav estimeret effekt).

### Forventet resultat: Kombination 1

De samlede udgifter beløber sig til ca. 1.400 mio. kr. I forhold til de beregnede omkostninger for de enkelte tiltag er udgifterne til lastmile tilkoblingen af FTN netværket mindre grundet færre installationsaktiviteter

på de strækninger, hvor den nye signaltekniske løsning ikke udrulles. Dekommissioneringsudgifterne er på samme måde lavere, da den samme mængde af materiel ikke skal nedtages. Endelig kan udgifter til Signalprogrammets organisation yderligere reduceres, da færre installationsaktiviteter (ombordudstyr og strækingsvis udrulning af signaludstyr) ikke kræver samme bemanning.

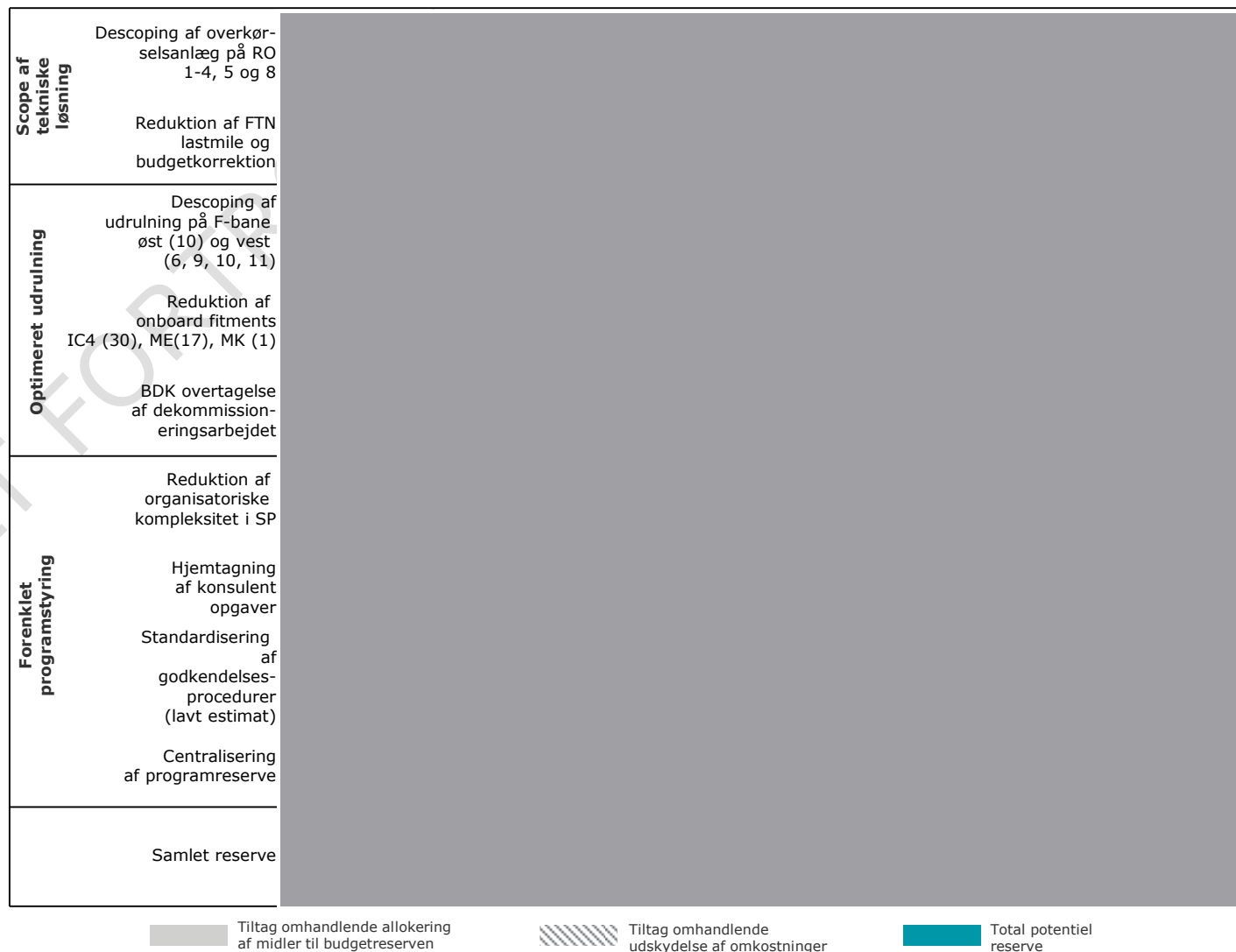
De samlede frigjorte midler beløber sig til ca. 3.151 mio. kr., jævnfør Figur 13.1.

### Forventet resultat: Kombination 2

De samlede udgifter beløber sig med denne kombination af tiltag til ca. 1.100 mio. kr. Tiltagenes indbyrdes synergier og mitigerende effekter er i princippet de samme, som i kombination 1, men dekommissioneringsudgifterne er højere, idet Banedanmarks "worst case" budgetestimat dels er mere konservativt og dels, at der udrulles flere strækninger med nyt signaludstyr i Jylland og på Fyn. Desuden er udgifterne til FTN højere end i kombinationsscenarie 1, idet mængden af "last mile" aktiviteter er større. Endelig er Signalprogrammets organisation større end i kombination 1, da der skal udrulles flere strækninger og et større antal tog skal udstyres med ERTMS udstyr.

Aflysning af strækninger indebærer, at der ikke udrulles nye signaler på strækningerne. Der er altså tale om en reduktion af programmets omfang. Skal disse strækninger efter 2023 udstyres med nye signaler, vil der skulle findes finansiering til disse. Aflysning af strækninger kan derfor samlet set indebære et højere udgiftsniveau for udrulningen af signaler på tværs af hele landet sammenlignet med den nuværende udrulningsplan i det tilfælde, hvor der træffes beslutning om udrulning af disse strækninger efter 2023.

Figur 13.2. Frigjorte midler ved kombinationsscenarie 2. (PL2017, mio. kr.).



Kilde: Deloitte.

Anm.: Tiltag omhandlende reduktion af allokering af midler til budgetreserven indebærer markante kontraktuelle bindinger.

De samlede frigjorte midler beløber sig til ca. 2.168 mio. kr., som kan allokeres til Signalprogrammets budgetreserve, jævnfør Figur 13.2. Realiseringshorisont og -forudsætninger

De enkelte tiltags realiseringshorisont vurderes at ligge på mellem 0 og 18 måneder i forhold til, hvornår de kan opnå fuld gennemslagskraft på programmets styrbarhed og tidsplanernes robusthed. Dette skyldes for de fleste tiltags vedkommende, at de primært relaterer sig til udrulningsaktiviteter, som først for alvor påbegyndes i forbindelse med Signalprogrammets faskift fra test til udrulning, som forventes iværksat i samme periode.

Hvad angår allokering af midler til Signalprogrammets fremtidige budgetreserve vurderes dette dog at kunne ske umiddelbart efter beslutningen af enkelttiltag eller af tiltagskombinationer. Størstedelen af de frigjorte midler er ikke omfattet af væsentlige bindinger, og de kan derfor henlægges til programmets reserve. Dog er særligt forslagene om aflysning af strækninger omfattet af kontraktuelle bindinger, og realisering af disse, forventes derfor at være forbundet med forhandling, som angivet i kapitel 9 om optimeret udrulning.

Til hvert tiltag knytter sig en række forudsætninger, som afspejles i kapitlerne ovenfor. En gennemgang af disse forudsætninger viser, at ingen af dem gensidigt udelukker hinanden eller skaber behov for opstilling af nye forudsætninger, når de kombineres. Det bemærkes dog, at mængden af forudsætninger, som gøres gældende for de enkelte tiltagskombinationer, kan påvirke den samlede økonomiske effekt, idet sandsynligheden for, at samtlige forudsætninger, som knyttes til de enkelte tiltag, er mindre, jo flere forudsætninger der gøres gældende.

## 13.5 Konfidens

De forudsætninger, som vurderes at have størst betydning for tiltagens realisering, kan relateres til:

- Det nuværende signalsystems fortsatte driftsstabilitet og til muligheden for at kunne vedligeholde systemet efter Signalprogrammets afslutning i 2023.
- De forudsætninger, der på ombordudstyr kan relateres til jernbanevirksomhedernes fortsatte driftsstabilitet på fjernbanen.
- Usikkerheder i Signalprogrammets nuværende budgetgrundlag.

Hvad angår den fortsatte driftsstabilitet af det nuværende signaludstyr, så baseres den i analyserne på et historisk tilbageblik, som viser, at den samlede mængde af fejlreger gennem en længere periode har været stabil og ikke viser tegn på forværring. Teknik har dog oplyst, at der er en stigende risiko for, at enkeltkomponenter kan fejle pludseligt med store spring i fejlregerne til følge.

Desuden har Signalprogrammet oplyst, at mange af vedligeholdelseskontrakterne med leverandørerne udløber i midten af 2020'erne, og at de i givet fald vil skulle genforhandles. Der vurderes i den forbindelse være usikkerheder forbundet med priser, forsynings-sikkerhed, produktionskapacitet, mv., som kan få indflydelse på Banedanmarks evne til at vedligeholde signaludstyret ud over det planlagte.

Hvad angår jernbanevirksomhedernes mulighed for at kunne opretholde en acceptabel driftsstabilitet, så baseres dette blandt andet på muligheden for at lease tog fra svenske jernbanevirksomheder, der i forvejen kører på danske strækninger. DSB angiver i den for-

bindelse, at eftersom disse tog p.t. ikke er tilgængelige på markedet, kan der ikke planlægges konkret på denne option. Det er således usikkert, hvorvidt den beskrevne påvirkning på driftsstabiliteten kan realiseres, inden DSBs muligheder for leasing af erstatningstog er undersøgt nærmere.

Endelig er de beregnede værdier for frigjorte midler, som kan henlægges til reserven, baseret på det nuværende budget i Signalprogrammet, hvoraf store dele er baseret på forventede skønnede fremtidige udgifter. En stor del af de tiltagens frigjorte midler er baseret på disse skønnede udgifter, hvorfor der vurderes at være usikkerheder knyttet til konfidensen af såvel denne del af budgetgrundlaget som til tiltagens frigjorte midler.

Det bemærkes desuden, at der er usikkerheder forbundet med især de omkostninger, der kan opkræves af leverandøren, idet dette beløb først er endelig kendt i forbindelse med anvendelse Change Requests (CR). Værdien af en CR ikke er endeligt kendt, før der er opnået enighed mellem leverandør og Signalprogrammet om prissætningen af ændringsanmodningen. Såfremt der ikke kan opnås enighed, så kan det i værste fald ende med aktivering af tvistløsningsmekanismer, som kan være langvarige og imødegå effekten af tiltagene eller gøre, at det endelige beløb, der kan hensættes til budgetreserven, ikke er kendt på beslutningstidspunktet.

Det vurderes muligt at øge den nuværende konfidens af tiltagskombinationerne ved at analysere grundlaget for fortsat drift og vedligehold – herunder det kontraktuelle grundlag – i yderligere detalje. På tilsvarende vis kan konfidensen øges, såfremt jernbanevirksomhederne fremadrettet inddrages mere aktivt i

forhold til at undersøge muligheder for at mitigere tiltagens eventuelle påvirkning på driftsstabiliteten. Endelig vurderes tiltag til en mere detaljeret beregning af de fremtidige skønnede udgifter i Signalprogrammets budgetgrundlag også at kunne styrke konfidensen til tiltagens frigjorte midler, som kan henlægges til reserven.

### 13.6 Risici og konsekvenser

Tiltagens identificerede risici samt deres potentielle påvirkning af det beløb, der kan henlægges i budgetreserven, fremgår af Tabel 13.3.

Tabel 13.3. Identificerede risici for de tiltag, som bidrager til reetablering af Signalprogrammets budgetreserve (fortsættes på næste side).

Tiltagens identificerede risici (1/2)	Potentiel effekt på reserven
<b>Undladelse af signaludstyr på udvalgte strækninger</b>	
• Replanlægningstider er for langvarige.	Stor
• Manglende politisk accept.	Stor
• To sæt trafikregler (nedsat sikkerhed).	Lille
• Replanlægningsomkostningerne forbundet med Change Request.	Mellem
• To signalsystemers påvirkning af kunde- og togpunktigheden.	Mellem
• Utilstrækkelige indhentede erfaringer fra EDL.	Lille
• Enkeltdelen af det eksisterende signaludstyr kan ikke vedligeholdes.	Mellem
• Knudepunkterne mellem det eksisterende og det nye signaludstyr.	Lille
<b>Reduktion i ombordudstyr i tog og lokomotiver</b>	
• Konsekvenser for togpunktighed, kundetilfredshed, mv.	Stor
• Leasing af andre jernbanevirksomheders tog.	Mellem
• Rangeringsaktiviteter på Københavns Hovedbanegård.	Lille

Kilde: Deloitte.



Det vurderes, at de risici, som har størst potentiel effekt, i nogen grad kan mitigeres ved at øge konfidensen på en række centrale områder, som fremgår af afsnittet ovenfor. Det er dog vigtigt at afveje det samlede risikobillede af tiltagskombinationerne ikke bare i forhold til deres effekt på budgetreserven men i lige så høj grad i forhold til deres indvirkning på Signalprogrammets styrbarhed og robusthed.

Uanset hvilke kombinationer af tiltag, der besluttet gennemført, vurderes det at være behæftet med en vis risiko. Dette skyldes både, at selve tiltagene kan indebære risici, som er gennemgået i kapitlerne ovenfor, men også mange af de foreslåede ændringer til Signalprogrammets nuværende udrulnings- og aktivitetsplan, indebærer en risiko for forsinkelser i programmet, som er afledt af eksempelvis replanlægnings-, genberegnings- og omorganiseringsaktiviteter. Det gøres generelt gældende, at mængden af risici er kumulative, jo flere tiltag der besluttet gennemført simultant. Det betyder eksempelvis, at de risici, der knytter sig til etablering af budgetreserven kumulativt kan indebære en større samlet risiko sammenlignet med de effekter, som enkeltrisici vil kunne have.

Det samlede risikobillede bør dog holdes op imod de eksisterende risici, der er forbundet med at drive Signalprogrammet videre som planlagt, således at eventuelle beslutninger om aktivering af tiltagspakker kan træffes på sammenligneligt grundlag.

Tiltagskombinationerne vurderes ikke at have yderligere konsekvenser ud over det, der gøres gældende for det enkelte tiltag.

Tabel 13.4. Identificerede risici for de tiltag, som bidrager til reetablering af Signalprogrammets budgetreserve (fortsat).

Tiltagens identificerede risici (2/2)	Potentiel effekt på reserven
<b>Reduktion i ombordudstyr i tog og lokomotiver</b>	
• Revurdering af Principaftalen mellem Banedanmark og DSB.	Lille
• Fastlagte dekommissioneringstidspunkter for nye togtyper udskydes.	Mellem
<b>Reduktion af dekommissioneringsudgifter</b>	
• Tidlig nedtagning af ikke-tidskritisk materiel grundet driftsforstyrrelser.	Stor
• Forventet synergi kan ikke realiseres.	Lille
• Gensalgsværdi af kobberkabler og andet nedtaget udstyr.	Lille
<b>Reduktion af den organisatoriske kompleksitet</b>	
• Sammenlægning af fjernbane projekterne og centralisering af udvalgte PMO opgaver kan på kort sigt skabe usikkerhed om opgavevaretagelse og ansvarsplacering.	Mellem
<b>Standardisering af godkendelsesprocedurer</b>	
• Ingen identificerede risici.	Ingen
<b>Hjemtagning af konsulentopgaver</b>	
• Risiko for ikke at kunne tiltrække medarbejdere til nye lønniveauer.	Stor
<b>Centralisering af reserven</b>	
• Ingen identificerede risici.	Ingen

Kilde: Deloitte.

## 13.7 Perspektiver for anvendelse

De frigjorte midler vurderes frit at kunne allokeres inden for Signalprogrammets projektområder, i det omfang det vurderes nødvendigt at styrke tiltag, aktiviteter eller på anden måde styrke robustheden af programmet.

Idet der er tale om en budgetreserve, bør midlerne dog først allokeres specifikke aktiviteter i tilfælde af

identificerede uforudsete hændelser, forsinkelser eller fordyrelser af programmet.

Efter at have kortlagt de nuværende problemområder kan dele af budgetreserven i vores optik allerede i den nærmeste fremtid anvendes på at styrke Signalprogrammets fremdrift på følgende områder:

- Styrkelse af udrulningsbudgettet for ombordudstyr med henblik på at kunne mitigere risikoen for yderligere forsinkelser.
- Styrkelse af ressourcerne på EDL-strækninger med henblik på at stå bedre rustet inden udrulningen af udstyr på de resterende strækninger.
- Styrkelse af designgrundlaget for udrulningsstrækningerne.

Grunden hertil skyldes dels, at udrulningen af ombordudstyr i togene er identificeret som en af de kritiske veje gennem programmet, hvor yderligere forsinkelser kan få store økonomiske konsekvenser for Signalprogrammet, dets interessenter og for øvrige programmer i Banedanmark.

For EDL-strækningernes vedkommende er en høj konfidens til den tekniske løsning desuden afgørende for kvalitet, økonomi og tidsforbrug i forhold til udrulningen af signaludstyr på de øvrige strækninger. Det vurderes derfor at være vigtigt for den videre udrulningsplan, at der er allokeret tilstrækkeligt med ressourcer til færdiggørelsen af EDL.

Endelig vurderes en forbedring af designgrundlaget at ville styrke robustheden af udrulningsplanerne, selv om det måske i første omgang kræver, at der aktivt investeres i at kunne tilvejebringe det nødvendige datagrundlag.

Alternativt kan dele af de frigjorte midler også anvendes på mitigerende tiltag, såfremt de risici, som er knyttet til en vedtagen tiltagspakke, vurderes at have en for stor sandsynlighed, konsekvens, nærhed, mv.

# 14 Øget styrbarhed og robusthed

Den kombinerede effekt af tiltagene fra den tekniske løsning, udrulning, programorganisation og snitflader vurderes at indebære en væsentligt forbedring af Signalprogrammets styrbarhed og tidsplanernes robusthed.

## 14.1 Baggrund

Som beskrevet i kapitlet vedrørende programmets økonomi er størstedelen af Signalprogrammets oprindelige budgetreserve i 2012 på ca. 4,5 mia. kr. enten allerede forbrugt eller planlagt disponeret i det opdaterede budgetgrundlag fra 2016. Dette er sket, selv om test- og afprøvningsfasen endnu ikke er afsluttet, og udrulningsfasen ikke for alvor er påbegyndt. Det hidtidige forløb indikerer, at det har været vanskeligt for Signalprogrammet at opnå en tilfredsstillende grad af styrbarhed over projektet og dets økonomi.

Hertil kommer, at visse delprojekter allerede nu er forsinket i op til to år i forhold til den oprindelige tidsplan, og at der i forhold til den seneste replanlægning

fra 2016 er tegn på yderligere forsinkelser af delleverancer. Dette indikerer, at den afsatte tid til gennemførelse af test-, afprøvnings- og udrulningsaktiviteter i det hidtidige forløb ikke har været tilstrækkeligt robuste.

Deloitte vurderer på baggrund heraf, at der er høj risiko for, at Signalprogrammet ikke færdiggøres til tiden og inden for budgettet, med mindre der iværksættes en række tiltag, som kan forbedre programmets styrbarhed og skabe den nødvendige robusthed i tidsplanerne.

Kapitlet opsummerer de tiltag, som i forhold til teknisk kompleksitet, optimeret udrulning, forbedret organisation og styringspraksis samt forbedrede snitflader fremadrettet vurderes at kunne skabe den nødvendige robusthed og styrbarhed i programmet.

## 14.2 Begrebsafklaring

Med øget *styrbarhed* forstås de kontrol- og styringsmekanismer, som kan bringes i spil, med henblik på at skabe et bedre ledelsesmæssigt overblik over eksempelvis programmets økonomi (både nuværende forbrug og forventede fremtidige udgifter), risikohåndtering (identificerede risici og deres forventede potentielle effekt på økonomi, tidsplaner, mv.) og

kontraktstyring (anvendelse af bod og bonus, udnyttelse af kontraktregimer, mv.). Forbedret styrbarhed skal være med til at sikre, at den fremadrettede planlægning og økonomi er retvisende, og at eventuelle afvigelser fra dette kan identificeres så betids, at eventuelle konsekvenser minimeres. Øget styrbarhed sikrer desuden, at Signalprogrammets ledelse kan træffe beslutninger på et mere oplyst grundlag og med bedre overblik over konsekvenser og eventuelle risici.

Med øget *robusthed* forstås en styrkelse af de tidsplaner, der knytter sig til af test-, afprøvnings- og udrulningsaktiviteter, således at eventuelt opståede fejl, tilbageløb eller andet, som kan skabe forsinkelser, ikke kompromitterer den endelige slutdato for Signalprogrammet. Hvor styrbarhed rettes mod at kunne opstille mere realistiske og holdbare planer, går en øget robusthed i dette perspektiv på at kunne absorbere de uforudsete hændelser, som der uundgåeligt vil opstå i et program af denne størrelse, uden at hændelserne får alvorlige konsekvenser for andre dele af programmet eller for programmets eksterne samarbejdspartnere (Banedanmarks øvrige programmer, jernbanevirksomheder, mv.). En øget robusthed sikrer desuden, at antallet af replanlægningsaktiviteter holdes på et minimum, idet der i forvejen er indarbejdet en vis fleksibilitet i tidsplanerne.

Af Tabel 14.1 fremgår hvilke tiltag, som forventes at kunne forbedre henholdsvis programmets styrbarhed og dets robusthed.

### 14.3 Styrbarhed

Kortlægningen af Signalprogrammets nuværende styringsrelaterede problemer peger på en række forhold, som generelt vurderes at svække ledelsens muligheder for at styring.

Tabel 14.1. Tiltagens bidrag til øget styrbarhed og robusthed i Signalprogrammet.

Analyseområde	Forslag	Øget robusthed	Øget styrbarhed
Redimensionering af den tekniske løsning	Reduktion af Signalprogrammets bidrag til FTN netværk		
	Ingen udrulning af nyt signaludstyr på udvalgte strækninger på F-banen	✓	
Optimeret udrulning	Reduktion i antallet af tog og togtyper, som skal modificeres med nyt signaludstyr	✓	
	Forbedring af designgrundlaget i forbindelse med udrulningsaktiviteter	✓	✓
	Reduktion af udgifter til dekommissionering		
Forenklet programstyring	Reduktion af organisatorisk kompleksitet i Signalprogrammet		✓
	Hjemtagning af konsulentopgaver		
	Standardisering af godkendelsesprocesser	✓	✓
	Forbedret økonomistyring		✓
	Ensartet risikostyring		✓
	En mere stringent og ensartet kontraktstyring		✓
	Centralisering af projektreserver		✓
Forbedrede snitflader	Placering af S-baneprojekt udenfor Signalprogrammet		✓
	Overførsel af udskudte F-bane strækninger til anlægsdivisionen		✓
	Overdragelse af opgaver vedrørende installation af ombordudstyr i tog til operatører		✓
Klargøre transition	Fastlæggelse af beslutningsport for Early Deployment	✓	✓
	Rebudgettering og etablering af styringsrelevant budget	✓	✓
	Iværksættelse af interne omstillingsinitiativer i Signalprogrammet	✓	✓
	Iværksættelse af initiativer, der understøtter transition i Banedanmarks Teknikdivison	✓	✓

Kilde: Deloitte.

Der er tale om følgende:

- Evnen til præcist at kunne estimere tidsforbruget til test-, afprøvnings- og udrulningsaktiviteter.
- Evnen til at kunne estimere omkostningerne forbundet med disse aktiviteter.
- Evnen til at kunne koble aktuelt ressourceforbrug med programmets fremdrift.
- Evnen til at kunne estimere omfang og tidsforbrug i forhold til sikkerheds-, installations- og godkendelsesprocedurer både internt i Signalprogrammet og med leverandører og eksterne myndigheder.
- Antallet af ledelseslag i Signalprogrammets organisation.
- Uens kontraktstyringspraksis på tværs af programmets delprojekter.
- Uens risikostyringspraksis på tværs af programmets delprojekter samt evnen til at kunne estimere de økonomiske konsekvenser af identificerede risici.

I forhold til nogle af disse områder har Signalprogrammet allerede iværksat nogle initiativer, der vurderes at kunne forbedre styringen af programmet. Der er blandt andet tale om en centralisering af den økonomiske styring, som fremadrettet forankres tættere på Banedanmarks centrale økonomiafdeling, obligatoriske risikostyringskurser til nøgled medarbejdere, en bedre standardisering af regimet for sikkerheds-, installations- og godkendelsesprocedurer, mv.

I tillæg hertil har Deloitte i nogle af analysesporene identificeret en række tiltag, som vurderes at kunne supplere allerede iværksatte initiativer med henblik på en yderligere styrkelse af styrbarheden. Disse tiltag er detaljeret beskrevet i de foregående kapitler og gennemgås derfor mere overordnet nedenfor.

Forbedringer af designgrundlaget for den strækningsvise udrulning af signaludstyr sigter mod, at Signalprogrammet under planlægningsprocessen for hver enkelt udrulning tager en mere aktiv rolle i forhold til at sikre, at det grundlag, som leverandøren planlægger sine udrulningsaktiviteter ud fra, er så præcist som muligt.

En reduktion af Signalprogrammets organisatoriske kompleksitet skal sikre en programorganisering, som er effektiv og tilstrækkelig agil, og hvor der sættes fokus på at udnytte ressourcerne bedst muligt på hver udrulning og samtidig sikre, at ressourcemæssige flaskehalse begrænses.

Optimerede sikkerheds-, installations- og godkendelsesprocedurer skal i tillæg til allerede iværksatte aktiviteter på området bidrage til optimering af godkendelsesprocesserne og dermed en øget styrbarhed på området. Dette kan ske ved, at:

- Øge godkendelsesraten af ansøgninger.
- Reducere antallet af ansøgninger ved hjælp af en bedre bundtning af disse.
- Reducere omfanget af Faglig Ledelse.

En forbedret økonomistyring skal i tillæg til den allerede iværksatte centralisering af Signalprogrammets økonomistyringsfunktion bidrage til:

- Et generelt kompetenceløft af den del af Signalprogrammets medarbejdere, der beskæftiger sig med økonomistyring.
- Gennemførelse af en komplet rebudgettering af Signalprogrammet i faseskiftet fra test- og afprøvnings- til udrulning, som blandt andet indarbejder økonomiske risici og udestående leverancer.
- Implementering af et sammenhængende økonomistyringsværktøj. Optimalt vil værktøjet tage afsæt

i samme økonomistyringskoncept, som andre projekter i Banedanmark anvender.

- En styrket systemunderstøttelse der kan sammenbringe data fra programmets mange delprojekter.
- En mere åben dialog og deling af relevante økonomidata med leverandørerne.

En forbedret risikostyring skal styrke standardiseringen for, hvorledes risici behandles, samt at sørge for, at risikostyring går fra at være en administrativ byrde i projekterne til at være et egentligt hjælpeværktøj. Dele af tiltagene vurderes allerede dækket i den nye strategi for risikostyring, som blev vedtaget i Signalprogrammet i 2017, men i tillæg anbefales:

- En mere ensartet metode til identifikation og registrering af risici.
- Etablering af fælles metode til vurderingen af konsekvenser og sandsynlighed.
- Indfør stringent planlægning af mitigerende handlinger.
- Mere fælles rapportering og kommunikation.
- Bedre it-support.
- Optimering af rammebetingelserne for risikostyring.
- Mere uddannelse i risikostyring og -håndtering.

En forbedret kontraktstyring skal sikre, at de fire største projekter iværksætter konkrete initiativer med henblik på at opnå en højere kontraktmanagement disciplin og bedre samarbejdsrelation med leverandørerne. Der er tale om kontrakterne på S- og fjernbanerne samt kontrakten om levering af ombordudstyr. Tiltagene fremgår af rapportens kapitel 10.

Centraliseringen af projektreserver indebærer at de godt 500 mio. kr., som i 2016-budgettet er placeret

som buffer i de enkelte projekter, centraliseres og forvaltes som en central budgetreserve, idet der reelt er tale om en difference til bevillingen på det enkelte projekt, der i sidste ende kan sidestilles med ti procentreserven.

En adskillelse af S-baneprojektet fra Signalprogrammet skal skabe øget ledelsesfokus på projekterne for henholdsvis fjernbanen og ombordudstyr og mod at reducere programorganisationens kompleksitet, ved at Signalprogrammet og Banedanmark forbereder en fremtidig placering af S-bane projektet uden for programmet.

Overførslen af udskudte fjernbanestrækninger til Banedanmarks anlægsdivision skal, såfremt det besluttes at udvalgte strækninger i en periode drives videre med det eksisterende signaludstyr, sikre at den efterfølgende udrulning af nyt signaludstyr på et givent tidspunkt gennemføres af Banedanmark Anlægsdivision, således at Signalprogrammets organisation ikke opretholdes på ubestemt tid.

Overdragelse af ansvaret for installation af ombordudstyr til jernbanevirksomhederne skal nedbringe kompleksiteten i den nuværende model for installation af ombordudstyr i tog, foreslås det, at mulighederne for etablering af en mere entydig bestiller/udfører model mellem jernbanevirksomhederne og leverandøren af ombordudstyr i tog afdækkes.

### Tiltagskombinationer

Overførselen af udskudte fjernbanestrækninger til Banedanmarks Anlægsdivision er betinget af, at det samtidig vedtages at undlade eller aflyse installation af signaludstyr på udvalgte strækninger.

Den resterende del af tiltagene vurderes at kunne gennemføres enten enkeltvis eller i forskellige tiltagskombinationer, uden at de påvirker hinanden negativt. For nogle tiltags vedkommende vil der endda være tale om, at de kan forstærke den indbyrdes styringsmæssige effekt, hvilket eksempelvis gør sig gældende for risikostyringstiltagene, som vil kunne have en positiv effekt på nogen af anbefalingerne vedrørende økonomistyring.

Idet hvert tiltag som udgangspunkt retter sig mod forskellige dele af Signalprogrammets opgaver og organisation, anbefales flest mulige tiltag implementeret såfremt den størst mulige grad af styrbarhed ønskes opnået.

## 14.4 Robusthed

Kortlægningen af Signalprogrammets problemområder, der kan relateres til robustheden af tidsplanerne, peger på følgende forhold:

- Test-, udviklings- og udrulningsaktiviteter igangsættes parallelt, hvilket bevirker, at der ofte sker forsinkelser eller tilbageløb, da erfaringer fra den ene fase ikke kan implementeres tidsnok i forhold til udrulningen.
- Hver gang en aktivitet på test-, udviklingsområderne forsinkes, udfordrer det tidsplanerne for den videre udrulning yderligere, idet plangrundlaget ikke parallelforskydes men blot komprimeres.
- Grundet denne komprimering vurderes antallet af planlagte parallelle udrulningsaktiviteter at udfordre den kapacitet, som er til rådighed både hos leverandører og internt i Signalprogrammets organisation.

- Signalprogrammets tidsmæssige buffer til andre store projekter i Banedanmark og til DSBs planlagte anskaffelse af nye elektriske tog er knap i forhold til, hvornår en forsinkelse af aktiviteter i Signalprogrammet vurderes at kunne få alvorlige konsekvenser for gennemførelse af projekterne og for ibrugtagning af tog.

Deloitte har i nogle af analysesporerne identificeret en række tiltag, som vurderes at kunne styrke robustheden af de nuværende tidsplaner. Der er generelt tale om to typer af tiltag.

Den ene type tiltag rettes mod at reducere det samlede omfang af aktiviteter, således at der skabes en tilstrækkelig buffer inden for hvert delprojekt til, at aktiviteter kan gennemføres til planlagt tid, og at eventuelle forsinkelser kan indeholdes i planen, uden at det får konsekvenser for efterfølgende aktiviteter i Signalprogrammet eller for andre programmer. Et eksempel herpå er aflysning af udrulning på udvalgte strækninger på fjernbanen med henblik på at skabe mere tid til udrulningen af udstyr på de resterende strækninger.

Den anden type tiltag retter sig mod at kunne reducere tidsforbruget til udvalgte aktiviteter, således at samme ambitionsniveau fastholdes, men at det gøres hurtigere og dermed mere effektivt. Et eksempel herpå er standardisering af sikkerheds-, installations- og godkendelsesprocedurer.

Tiltagenes overordnede indhold gennemgås nedenfor.

Aflysningen af installationen af nyt signaludstyr på udvalgte strækninger i Jylland og på Fyn skal kunne frigøre mere tid til eksempelvis færdiggørelse af EDL-strækninger, udrulning af øvrige tilbageværende

strækninger eller skabe mere luft i forhold til igangsættelsen af andre store programmer i Banedanmark (nuværende såvel som fremtidige).

En reduktion i antallet af tog som opgraderes med ETCS-udstyr skal kunne frigøre mere værkstedskapacitet (workshops) og mere arbejdskraft, som kan imødegå allerede planlagte forsinkelser af de resterende togtyper.

Forbedring af designgrundlaget for den strækningssvise udrulning af signaludstyr sigter mod, at Signalprogrammet under planlægningsprocessen for hver enkelt udrulning tager en mere aktiv rolle i forhold til at sikre, at leverandøren ikke rammes af forsinkelser som konsekvens af et upræcist eller ufuldstændigt designgrundlag.

I tillæg til allerede iværksatte aktiviteter på området for sikkerheds-, installations- og godkendelsesprocedurer foreslås det, at programmet fokuserer på tre tiltag, der kan optimere godkendelsesprocesserne og dermed minimere risikoen for yderligere forsinkelser:

- Øget godkendelsesrate af ansøgninger.
- Reducere antallet af ansøgninger ved hjælp af en bedre bundtning af disse.
- Reducere omfanget af Faglig Ledelse.

### Tiltagskombinationer

Samtlige tiltag, som understøtter programmets robusthed, vurderes at kunne gennemføres enten enkeltvis eller i forskellige tiltagskombinationer, uden at de påvirker hinanden negativt. For nogle tiltags vedkommende vil der endda være tale om, at de kan forstærke den indbyrdes styringsmæssige effekt, hvilket eksempelvis gør sig gældende ved reduktion i antallet af strækninger på fjernbanen, som vurderes at have

en positiv effekt på omfanget af sikkerheds-, installationsgodkendelser, idet færre strækninger og mindre materiel skal godkendes.

Idet hvert tiltag som udgangspunkt retter sig mod forskellige dele af Signalprogrammets opgaver og organisation, anbefales flest mulige tiltag implementeret, såfremt den størst mulige grad af robusthed ønskes opnået.

## 14.5 Beslutningsmuligheder

Det lægges i forbindelse med tiltagene til grund, at Signalprogrammet

[Redacted text block]

Alternativt kan Signalprogrammet vælge

[Redacted text block]



Denne strategi kræver

Der kunne således være et ræsonnement i at igangsætte

Efter at have gennemgået mængden af problemområder, der kan relateres til programmets robusthed og styrbarhed, vurderer Deloitte, at

## 14.6 Perspektiv

I forhold til at kunne evaluere, hvorvidt programmets fremadrettede styrbarhed og robusthed er på et tilfredsstillende niveau, der ikke forventes at kompromittere Signalprogrammets overordnede økonomi eller tidsplan, vurderes følgende milepæle at være kritiske indikatorer:

- Færdiggørelse af første udrulningsstrækning efter EDL på henholdsvis fjernbane øst og vest inden for fastsat økonomi og afsat tidsplan.
- Ingen væsentlige forsinkelser eller komplicering af henholdsvis Fornyelsesprogrammet, Elektrificeringsprogrammet og Hastighedsopgraderingsprogrammet, som kan tilskrives Signalprogrammet.
- Rettidig færdiggørelse af ombordudstyrsinstallation på de første togtyper (Desiro, Lint 41 og IC3) og i rette kvalitet.

En rettidig og kvalitativt tilfredsstillende færdiggørelse af EDL vil være med til at sikre, at der ikke pågår test- og udviklingsaktiviteter på de første udrulningsstrækninger, som kan forsinke udrulningsplanen yderligere. Desuden udgør en teknisk tilfredsstillende løsning på EDL grundlaget for udrulningen af signaludstyr på de resterende strækninger, hvorfor der i værste fald kan sættes spørgsmålstegn ved hele udrulningsgrundlaget.

Udrulningen af signaludstyr forventes på den første strækning på fjernbanen i vest henholdsvis østat adskille sig væsentligt fra de aktiviteter, der foregår på

EDL. Derfor vil denne udrulning være indikativ i forhold til det videre udrulningsforløb på fjernbanen.

Desuden vil fremtidige forsinkelser på andre programmer, som kan tilskrives enten forsinkelser eller utilsigtede replanlægningsaktiviteter i Signalprogrammet, kunne indikere, at snitfladerne til disse programmer enten ikke er tilstrækkeligt styrbare, eller at der ikke er indlagt en tidsmæssig buffer, der er robust nok.

Endelig vil en rettidig færdiggørelse af ombordudstysinstallation på de første togtyper kunne indikere, hvorvidt den (re)vurderede tidsplan for ombordudstyr er robust nok til at kunne håndtere de problemer og udfordringer, som der må forventes at opstå, når tog af ældre årgang skal opdateres.

KOMMERCIELT FORTROLIG

# DEL III

## MATERIELBASEREDE

## UDRULNINGSSCENARIER

KOMMERCIELT FORBUDLIG

## Introduktion

Under gennemførelsen af reviewet af Signalprogrammet har Banedanmark og Deloitte, med udgangspunkt i internationale erfaringer og onboard leverandørens overskridelse af deadlines, identificeret en risiko for, at det selv med implementering af Deloitte's forslag, ikke er muligt at gennemføre Signalprogrammet på fjernbanen inden for den tidsplan og det budget, der blev fremlagt i efteråret 2016. Denne risiko er direkte relateret til planen for installation af ombordudstyr.

Banedanmark har derfor i løbet af oktober måned 2017 med bistand fra Deloitte udarbejdet en materielbaseret udrulningsplan, hvor udrulningen af Signalprogrammet strækkes med det formål at sikre, at planen for installation af ombordudstyr i tog og udrulning af ERTMS på infrastrukturen er i overensstemmelse, og at påvirkningen på togdriften minimeres.

I kapitel 15 præsenteres Deloitte's analyse af risici og usikkerheder relateret dels til installation af udstyr i udvalgte togtyper og dels til den nuværende udrulningsplan for installation af ERTMS-udstyr i tog og lokomotiver. Denne analyse redegør med andre ord for årsagerne til den supplerende analyse.

I Kapitel 16 beskriver Banedanmark indledningsvist de alternative udrulningsscenarier, som undervejs i analysen har været undersøgt, ligesom de tiltag der kan gennemføres for at sikre en sammenhængende udrulningsplan præsenteres.

I kapitel 17 opsummeres Banedanmarks scenarieanalyse i et konkret forslag til en ramme for en revideret

udrulningsplan, der i perioden for udrulning af ERTMS-systemet på fjernbanen i videst muligt omfang sikrer stabil togdrift. Usikkerheder relateret til installation af ombordudstyr analyseres dernæst i rammen af denne reviderede plan, ligesom de afledte konsekvenser beskrives.

I kapitel 18 præsenteres Banedanmarks forslag til videre proces for Signalprogrammet.

Kapitel 19 indeholder resultaterne af Deloitte's eksterne kvalitetssikring af Banedanmarks analyser for det materielbaserede udrulningsscenario.

### Udfordring og mulighed

Den dybdegående analyse af den nuværende plan for ombordudstyr i kapitel 15 konkluderer, at det, uagtet iværksættelse af ambitiøse tiltag i forhold til udvidelse af produktionskapacitet og lempelse af eksterne rammevilkår, ikke er sandsynligt, at de kontraktbundne antal tog kan leveres med ombordudstyr til tiden, ligesom at det ikke vurderes sandsynligt, at det antal tog, der er nødvendige for at opretholde fremdriften i den eksisterende udrulningsplan kan leveres til tiden.

Analysens resultater flugter med erfaringer fra andre europæiske ERTMS programmer, hvor ombordudrustningen ligeledes har været en central faktor i forsinkelser og fordyrelser af programforløbene.

Analysen af risici og usikkerheder ved installationsplanen konkluderer således, at den samlede udrulningsplan bør replanlægges med afsæt i en realistisk plan for fitment af ombordudstyr.

Banedanmark har med afsæt i denne erkendelse udarbejdet en række scenarier for mulige alternative udrulningsplaner. DSB er i gang med at indkøbe nye tog, der leveres ombordudrustet (indsættes i drift frem mod 2030). Derfor har Banedanmark fokuseret på at udskyde udrulning af signalsystemet på de strækninger, som Fremtidens tog og lokomotiver skal trafikere med henblik på at nedbringe antallet af de nuværende tog, der skal ombordudrustes, mest muligt.

Fremtidens DSB tog og lokomotiver er el-drevne. For at muliggøre eldrift er det nødvendigt at gennemføre elektrificeringen. Hvis signalsystemet ikke inden da er udrullet på en strækning er der behov for at gøre de nuværende signalanlæg "immune" overfor de elektriske strømme, der kommer som følge af elektrificeringen (kaldes immunisering). Dette er i sig selv meget dyrt, tager lang tid og introducerer markante risici. Derfor har Banedanmark opstillet en række tiltag til at reducere antallet af strækninger, der skal immuniseres i forhold til i forhold til grundscenariet.

På baggrund af de opstillede tiltag har Banedanmark opstillet en ramme for en alternativ udrulningsplan. Denne rummer fortsat betydelige risici, men der er indlagt tidsmæssige buffere i mellem den planlagte færdiggørelse af installationen af ombordudstyr i forhold til den forventede ibrugtagelse, ligesom en række mulige risikomitigerende tiltag, der kan skabe yderligere robusthed i planen, ikke er indlagt som forudsætninger for scenariet. Samlet set vurderer Deloitte, at scenariet udgør en realistisk ramme for en alternativ udrulningsplan i forhold til den foreliggende

udrulningsplan. Udrulningsplanen, som Deloitte har tegnet op i rapportens del II, bygger på andre forudsætninger og er således ikke direkte sammenlignelig. Dog vurderer Deloitte, at det vil være muligt at kombinere de to alternative udrulningsscenarier.

## Konsekvenser

De afledte konsekvenser af de foreslåede udrulningsscenarier er mange og favner bredt. Banedanmark har belyst de økonomiske konsekvenser set i forhold til Signalprogrammets organisation, trafikstyringsopgaven, behovet for immunisering af strækninger, behovet for forlænget vedligehold af eksisterende infrastruktur og behovet for at udruste nye strækninger midlertidigt med den eksisterende signalløsning.

Rammen for en revideret udrulningsplan, og de tiltag der er lagt til grund, medfører økonomiske konsekvenser i form af merudgifter til de ovenstående områder svarende til ca. 3,5 mia. kr., hvoraf 0,7 knytter sig direkte til signalprogrammet, mens de resterende 2,8 knytter sig til andre budgetområder i Banedanmark. Omkostningerne vil fordele sig over den fulde udrulningsperiode, men vil naturligt falde over tid efterhånden som ERTMS løsningen udrulles. Det medfører, at en række af de forudsatte gevinster ved implementeringen af ERTMS løsningen ikke realiseres, herunder de forudsatte gevinster til optimering af vedligehold af udstyr og gevinsterne ved sammenlægning af trafikstyringsenhederne. Der er i analysen af de økonomiske konsekvenser ikke taget højde for de optimeringsmuligheder, der er angivet i rapportens del II. Det vurderes, at disse fortsat er relevante, hvorfor der isoleret set som minimum er samme besparelspotentiale i det nye scenarium som i det nuværende scenarium. Dette gør sig gældende for både forslag

der mindsker programmets samlede omfang (for eksempel aflysning af strækninger) og de identificerede effektiviserings tiltag (for eksempel optimering af programorganisationen). Disse tiltag vil kunne medgå til at finansiere de uundgåelige meromkostninger som følge af forsinkelsen af ombordudrustningen.

## Videre proces

Både udrulningsplanen og analyserne af konsekvenser er behæftet med usikkerheder og en række kendte risici. Blandt andet som følge af dette opstiller Banedanmark et forslag til videre proces, der kortlægger væsentlige beslutningspunkter i Signalprogrammets videre forløb.

Forslaget peger på, at der med fordel kan træffes beslutning om iværksættelse af indledende aktiviteter for at iværksætte det foreslåede udrulningsscenarie, herunder konkret at der kan træffes beslutning om at påbegynde den indledende programfase for immunisering af Roskilde-Holbæk.

Der peges imidlertid også på, at både afslutningen af EDL og færdiggørelsen af hot-spot analyserne hos jernbanevirksomhederne bør danne grundlag for en senere beslutning om den endelige udrulningsrækkefølge.

## Kvalitetssikring

Deloitte har foretaget kvalitetssikring af Banedanmarks produkter i form af udrulningsscenarierne og analyserne af afledte konsekvenser. Kvalitetssikringen er foretaget i forhold til seks kvalitetskriterier.

Det er Deloitte's vurdering, at scenarieanalysen og det endelige scenarie, der arbejdes med i form af en

ramme for en revideret udrulningsplan, lever op til en væsentlig del af kvalitetskriterierne, men at scenarierne samtidig ikke er tilstrækkeligt velunderbyggede til at kunne udgøre et endeligt beslutningsgrundlag for den samlede udrulningsplan. Særligt er det afgørende at sikre inddragelse af jernbanevirksomhederne samt sikre grundig analyse af de trafikale og passager-relaterede konsekvenser. Analysen er dog tilstrækkelig velunderbygget til, at Deloitte kan anbefale, at der træffes de nævnte beslutninger, som Banedanmark peger på er nødvendige i 2017.

I forhold til analysen af konsekvenser er det Deloitte's vurdering, at de gennemførte analyser bærer præg af en meget stram tidsramme for analysen, og at flere konsekvensanalyser baserer sig på forudsætninger, der ikke i tilstrækkelig grad er klare og underbyggede. Ligeledes peger Deloitte i kvalitetssikringen på, at der i flere af analyserne er forhold der med fordel yderligere kan belyses, før analyserne udgør grundlag for en endelig beslutning. Endelig bør det sikres, at analyserne afstemmes med jernbanevirksomhederne, der kun i begrænset omfang har været involveret i analyserne.

# 15 Risici ved installation af ombordudstyr

Ombordudstysplanen udgør den største risiko i Signalprogrammet, idet der er overvejende sandsynlighed for, at der ikke kan produceres tilstrækkeligt med ERTMS-udstyrede tog til at understøtte den planlagte udrulning af signaludstyr på infrastrukturen på fjernbanen.<sup>90</sup>

## 15.1 Introduktion og resumé

Det fremgår af konklusionerne i kapitel syv, at Deloitte vurderer, at den nuværende plan for installation af ombordudstyr er behæftet med stor usikkerhed. Deloitte og MOTT McDonald vurderer på baggrund af de hidtidige forsinkelser i tidsplanen og baseret på internationale erfaringer<sup>91</sup>, at den nuværende plan for installation af ombordudstyr med overvejende sandsynlighed ikke vil kunne understøtte idriftsættelsen af

strækninger i takt med, at ERTMS er planlagt udrullet på infrastrukturen.

I yderste konsekvens kan dette indebære, at det ikke er muligt at køre med tog på de strækninger, hvor der er udrullet ERTMS.

Det skyldes, at ERTMS-udstyrede strækninger ikke kan ibrugtages uden rullende materiel, hvor ERTMS level 2 udstyr er installeret, hvorfor forsinkelser i ombordudstysplanen kan være udslagsgivende for udrulningen af infrastrukturplanen.

Derfor analyseres i dette kapitel, dels de risici, som kan medføre forsinkelser i forhold til installationen af ERTMS-udstyr i udvalgte togtyper, dels de risici, der uanset valg af togtype kan medføre generelle forsinkelser i udrulningen af ombordudstyr.

Som baggrund gives indledningsvist en status på den nuværende situation for ombordudstysplanen samt en beskrivelse af de generelle principper og forhold, der vurderes at kunne udgøre en risiko for denne plan. Dernæst beskrives den anvendte metode, som er lagt til grund for vurderingen af ombordudstysplanen, og af de udvalgte toptyper. Herefter beskrives de erfaringer, som andre europæiske lande har haft med

<sup>90</sup> Dette kapitel er udarbejdet af Deloitte.

<sup>91</sup> European experience with the roll-out of the on-board ERTMS/ETCS systems, MOTT McDonald, 2017.

installation af ERTMS-udstyr i brugte tog og de øvrige kilder, som har været anvendt til fastlæggelse af daggrundlaget.

Efter dette beskrives de specifikke risici, som knytter sig til installation af ERTMS-udstyr i udvalgte togtyper, og de risici som mere generelt har en indvirkning på den overordnede ombordudstysplan.

Endelig beskrives effekten af en række af mitigerende tiltag, som kan bringes i spil med henblik på at nedbringe effekterne af de identificerede risici, eller for at skabe yderligere robusthed i forhold til udrulningen af signaludstyr på infrastrukturen.

Analysen tager alene udgangspunkt i risici relateret til tid med særligt fokus på eventuelle yderligere forsinkelser, hvorimod risici i relation til økonomi og styring ikke behandles i dette kapitel.

Analysen konkluderer, at planen for ombordudstyr på trods af iværksættelse af flere mitigerende tiltag vil være behæftet med store usikkerheder, og at der er stadig er overvejende sandsynlighed for, at leveranceplanen på kritiske togtyper er utilstrækkelig i forhold til udrulningen af signaludstyr på fjernbanestrækningerne.

Særligt usikkerheder og risici, som knytter sig til leveranceplanen for IC3-togene, viser sig at være for omfattende til, at de vurderes mulige at mitigere rettidigt.

Generelt vurderer Deloitte og MOTT McDonald, at enderne i den nuværende planlægning højst sandsynlig ikke kan mødes, og at der således er behov for at gentænke planen for leverance af ombordudstyr, så fremt jernbanevirksomhedernes driftsstabilitet i indfasningsperioden prioriteres.

Replanlægningen bør tage udgangspunkt i installationsplanens status som den kritiske vej for Signalprogrammet som helhed. Derfor bør man i højere grad lade planen for det rullende materiels færdiggørelse være bestemmende for udrulningstakten i infrastrukturprojekterne.

Det bør ydermere overvejes, hvordan de mitigerende tiltag beskrevet i dette afsnit vil påvirke eventuelle replanlægninger eksempelvis i forhold til frigørelse af tid til en buffer.

## 15.2 Baggrund

### **Status for ombordudstysinstallation per oktober 2017**

Alstom designer som led i gennemførelse af Signalprogrammet individuelle udstyrløsninger for i alt 43 togserier efterfulgt af 436 serieinstallationer på tværs af de forskellige togserier. Omfanget og kompleksiteten af denne leverance svarer til eller overgår ERTMS installationsleverancer i de europæiske nabolande, som generelt alle har været plaget af markante forsinkelser.

Forudsætningerne for den oprindelige ombordudstysplan var inkluderet i Alstoms endelige tilbud, og denne er efterfølgende blevet opdateret i lyset af forsinkelser og replanlægninger. Seneste korrigerede



planlægningsgrundlag<sup>92</sup>, som er genstand for denne analyse, er fra oktober 2017, og er udarbejdet af Alstom på foranledning af Signalprogrammets efterspørgsel efter en ny og mere realistisk plan. Det er Deloitte's vurdering, at forudsætningerne for den nuværende udrulningsplan er meget optimistiske og således ikke giver et retvisende billede af virkeligheden samt et robust planlægningsgrundlag for resten af Signalprogrammet.

Per oktober 2017 har Alstom fået en level 0 godkendelse af deres løsning for den første af de 43 togserier af Trafik- Bygge, og Boligstyrelsen. Denne proces var oprindeligt planlagt færdiggjort ultimo juni 2017 og er først afsluttet ultimo oktober 2017 svarende til fire måneders forsinkelse. Deloitte vurderer, at efterfølgende design- og installationsprocesser vil være plaget af lignende forsinkelser, sandsynligvis mindsket gradvist af læringseffekter på leverandørsiden.

### Design- og installationsprocessen

Hele processen omkring installation af ombordudstyr kan deles op i to overordnede faser, jævnfør figuren på næste side: en First-of-Class-fase (FoC) og en serieinstallationsfase, jævnfør Figur 15.1.

FoC-fasen er primært en udviklings- og designfase, hvor leverandøren fastlægger indholdet af den endelige løsning, installerer og tester den i et tilfældigt udvalgt tog i serien. FoC-processen har således stor betydning for, hvor gnidningsfri den efterfølgende serieinstallation kan forventes at forløbe.

Processen omfatter koordinering med både Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen, uafhængige assessors (G/S-ISA) og notificerede organer (NoBo), med hvilken godkendelsesprocessen (APIS) skal koordineres, samt med jernbanevirksomhederne, som skal tilvejebringe dokumentation for forhold i deres togflåder, der har betydning for leverandørens installation af ERTMS udstyret.

Det er fremhævet af Signalprogrammet, at man søger at implementere en praksis omkring FoC-processen, som giver mest mulig fleksibilitet i forhold til efterfølgende serieinstallationer, ved at forudse og indarbejde risikoen for variation mellem FoC-toget og resten af serien i designgrundlaget. Derudover foretager alle jernbanevirksomhederne såkaldte hotspot-tjek på alle deres tog, for at identificere eventuelle elektriske og/eller mekaniske variationer internt i togklasserne. Hotspot proceduren er kun gennemført for Ariva Lint 41 og Nordjyske Desiro (DM), da den forudsætter, at ERTMS løsningens design er endeligt defineret.

Med den endelige systemdefinition og designgrundlag fastlagt, går selve installationsprocessen i gang i toget. Efter vellykket installation foretages statiske og dynamiske tests af togets og den nye softwares funktionsdygtighed. Disse test inkluderer både højhastighedstest og tests under vanskelige forhold. Såfremt toget består det opstillede testregime, går toget videre til Authorisation of Placing in Service-fasen (APIS). Leverandøren udarbejder en safety case, som indeholder alt dokumentation om toget, installationen

---

<sup>92</sup> Planlægningsgrundlaget er ikke en kontraktuel baseline, men nærmere et arbejdsdokument, som anvendes til styring og opfølgning hos både leverandør og i Signalprogrammet.

og testresultater. Safety casen behandles af både en uafhængig assessor og af Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen. I mange tilfælde vil der være tilbageløb i disse processer, da en eller begge eksterne organer kan stille krav til ændringer eller yderligere dokumentation.

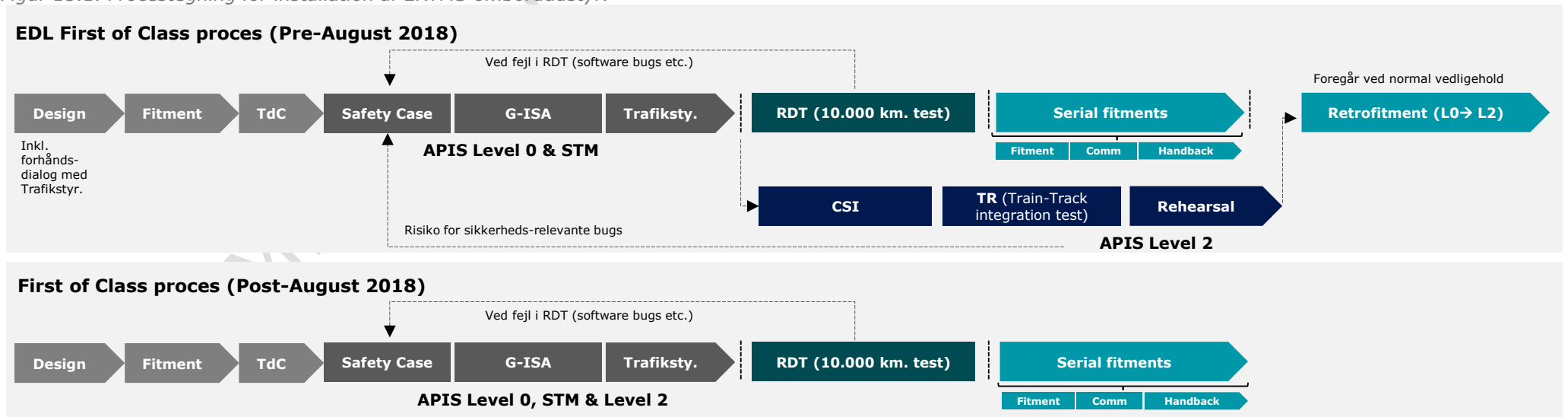
Når ISA og Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen har godkendt og givet den endelige APIS, vil toget kunne tages i drift. I regi af Signalprogrammet er der imidlertid opstillet et kontraktuelt krav for Alstom, som betyder, at toget ikke er endeligt godkendt inden en Reliability Demonstration Test (RDT). Denne test omfatter for passagerflåden 10.000 kilometers fejlfri drift, mens den for Banedanmarks arbejdskøretøjer omfatter 80 timers drift.

Såfremt der i RDT-processen findes mindre softwarefejl, har Signalprogrammet ret til at kræve tilretning og genstart af RDT-processen. Signalprogrammet tydeliggør imidlertid, at mindre fejl ikke vil medføre genstart af hele RDT kørslen, som for visse litra kan være tidskrævende.

I tilfælde af sikkerhedsrelevante fejl, vil hele APIS-processen skulle gentages. I tilfælde af en fejlfri RDT-proces kan serieinstallationen påbegyndes.

FoC-processen varierer i Signalprogrammet for tog, der gennemgår APIS godkendelse før henholdsvis efter August 2018. Hvor FoC-godkendelser før denne skæringsdato alene er godkendelser til drift i ERTMS Level 0 (kørsel med STM-modul og ingen aktiv

Figur 15.1. Procestegning for installation af ERTMS ombordudstyr.



Kilde: Deloitte. "TdC" er de kommissioneringstest, der udføres og som safety casen bygger på.

ERTMS), udgør alle FoC efter skæringsdatoen en godkendelse direkte til Level 2 drift (den fulde løsning). Dette er tilfældet, da ERTMS track-side infrastruktur er en nødvendig betingelse for at udføre og udstede Level 2 godkendelsen, hvilket ikke er muligt før EDL strækningerne er udrullet. Tog, der godkendes til Level 0, vil skulle retrofittes til en Level 2 godkendelse, når APIS Level 2 er godkendt.

Efter FoC-fasen påbegyndes serieinstallationen for det resterende antal tog i klassen. Serieinstallationen består af; i) en handover, hvor jernbanevirksomheden leverer toget til et forudbestemt værksted, ii) en installationsproces, hvor udstyret installeres ifølge designgrundlaget fra FoC, iii) en kommissioneringstest, hvor togets funktionalitet testes, samt iv) en hand-back, hvor toget igen overdrages til jernbanevirksomheden.

En central afhængighed i denne fase er, som beskrevet tidligere, at toget, hvorpå serieinstallationen foretages, svarer til det tog, som FoC designgrundlaget bygger på. Såfremt dette ikke er tilfældet, vil toget ikke kunne få udstyret installeret under samme APIS. Signalprogrammet pointerer, at man i sådanne tilfælde vil udskyde installationen for pågældende tog eller søge at udligne de fundne forskelle.

### Forhold af betydning for vurdering af risici

Deloitte har i vurderingen af usikkerheden af den nuværende plan analyseret betydningen af tre faktorer, som har indflydelse på den overordnede proces og tidsplanen. Faktorerne og de modellerede variable ses i Tabel 15.1.

De *interne procesforudsætninger*, der ligger til grund for installationen af ombordudstyr, udgør de største

Tabel 15.1. Modellerede variable i risikovurderingen.

Type	Effekt på tidsplan	Yderligere operationalisering	Kilde til kvalificering af variable
<b>Interne procesforudsætninger</b>			
Startdato for FoC fitment (i.e. slutdato for design)	Høj	- Antal måneders eventuel forsinkelse af planlagt fitment start (øget designtid)	SP Onboard Project Lead, første ERTMS FoC for fjernbanen
Forventet tidsforbrug på installation og dokumentation af FoC	Høj	- Antal dages forsinkelse samlet set på processen (øget procestid)	MOTT McDonald baseret på internationale erfaringer, ERTMS fitment af S-tog og første ERTMS FoC for fjernbanen
Tidsforbrug på RDT	Lav	- Antal dage det tager hver litra at tilbagelægge 10.000 km	Deloitte estimat pba. antal km pr. dag ved standard kørsel og Alstom estimat
Tidsforbrug på hver serieinstallation, inkl. handover/back, fitment og kommissionering	Høj	-	MOTT McDonald baseret på internationale erfaringer, ERTMS fitment af S-tog
Variation mellem hver togklasse/litra	Lav	- Antal forventet forekomst af signifikant variation mellem litra	SP medarbejder i arbejdsgruppe med jernbanevirksomheder (specifikt involveret i hot-spot tjeks), MOTT McDonald
Leverandør-kapacitet	Lav	- Antal ERTMS installationseksperter/teamledere - Antal dage pr. arbejdsuge og skift pr. dag	MOTT McDonald, SP Onboard Project Lead
Læringskurver for FoC og serieinstallationstider	Lav	- Antal af installationer vil mindske tidsforbrug på installation n+1	MOTT McDonald, SP Onboard Project Lead
Sandsynligheder for sikkerheds- og ikke-sikkerhedsrelevante fejl under APIS & RDT	Mellem-Høj	- Se Tabel YY	MOTT McDonald, SP Onboard Project Lead
Læringskurver for fejlforekomster	Mellem-Høj	- Se Tabel YY	MOTT McDonald, SP Onboard Project Lead
<b>Eksterne begrænsninger</b>			
Principaftale med DSB og andre forhandlede aftaler med jernbanevirksomheder	Høj	- Max antal tog ude af service (max 6 DSB) - Begrænsninger for parallel installation (ET; IR4, IC4) - Begrænsninger på max 2 IC3/IC4 ude af service parallelt (DSB)	Principaftale
Værkstedskapacitet	Høj	- Antal overdækkede spor - Muligt antal parallelle installationer	Alstom installationsplan, DSB
Tidsforbrug på APIS godkendelsesproces	Lav	- Tidsforbrug for G-ISA og Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen	Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, SP Onboard Project Lead
Parring af værksted og litra og mulighed for fleksibilitet	Lav	- Tilknyttet værksted pr litra, faktisk og anvendt kapacitet	SP Onboard Project Lead
<b>Efterspørgsel</b>	Høj	- Antal tog og aftalt leveringsdato	Jernbanevirksomhedernes opgjorte behov

Kilde: Deloitte.

kendte risici for tidsplanen. Forudsætningerne inkluderer blandt andet estimater af, hvor lang tid designprocessen forud for FoC installationen tager, estimater for tidsforbrug i installationsprocessen, leverandørens kapacitet og læringskurver over tid.

Den nuværende fitment plan bygger på Alstoms egne estimater for de interne processer og varigheden af disse.

Installationen af ombordudstyr påvirkes af en række *eksterne begrænsninger*, som leverandøren ikke selv har mulighed for at påvirke eller optimere. Disse grunder primært i, at installationen foregår sideløbende med jernbanevirksomhedernes normale drift, og at der er indgået principaftaler om, hvordan driftsforstyrrelser minimeres ved at sætte loft over, hvor mange tog leverandøren kan tage ud af drift samtidigt.

Derudover er der begrænsninger på kapaciteten på de værksteder, som jernbanevirksomhederne har stillet til rådighed for leverandøren, samt tidsforbrug på eksterne procestrin som for eksempel godkendelsesprocessen hos Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen.

Alstoms nuværende fitment plan bygger på indholdet af de eksterne aftaler, der er indgået, samt data om værkstedskapacitet på de værksteder, jernbanevirksomhederne har stillet til rådighed.

*Efterspørgselssiden.* Alstom har i kontrakt med de enkelte jernbanevirksomheder, givet lovning på at levere samtlige tog af en given type, til den dato hvor den givne togtype første gang ibrugtages på en ERTMS strækning. Det har været jernbanevirksomhedernes krav til processen, at denne leverancemodel er

anvendt, og det forudsættes derfor i risikovurderingen, at dette afspejler det faktiske behov for tog hos jernbanevirksomhederne.

Kontraktligt er Alstom således forpligtet til eksempelvis at levere alle 43 Arriva Lint 41, når togtypen ibrugtages på strækningen Struer-Thisted i januar 2019, uanset antallet af Lint 41 tog, som faktisk befærder den ibrugtagne strækning.

### 15.3 Risikovurderingsmetode

Deloitte har på baggrund af de optegnede processer for FoC og serieinstallation, samt de beskrevne variable i Tabel 15.1, gennemført simuleringer af den samlede onboard installationsplan.

Simuleringen giver et billede af onboardplanens usikkerheder og muliggør en kvantificering af risikoen for, at planen ikke holder i sin nuværende form.

#### Datagrundlag

Simuleringerne er baseret på tre estimater for alle variable input forudsætninger (best-realistic-worst cases). Estimaterne er baseret på fire typer af input. Input-typerne er listet nedenfor efter Deloitte's vurdering af deres sikkerhed/validitet (eksempelvis har et erfaringstal fra Alstoms hidtidige performance højere sikkerhed end deres estimerede fremtidige tidsforbrug):

- Alstoms faktiske tidsforbrug på FoC for Nordjyske Desiro, Arriva Lint 41 og DSB MQ.
- Europæiske erfaringer omkring fitment processen.
- Ekspertviden (herunder Mott MacDonald, SP Project Lead på Onboard, Signalprogrammet medarbejdere fra arbejdsgrupper).

Tabel 15.2. Kategorisering af togtypernes kompleksitet

Litra	Kompleksitet
DSB MQ (Desiro)	Lav
DSB IC3	Høj
DSB IC4	Høj
DSB ME	Høj
DSB MK	Høj
DSB Abs	Høj
DSB IR4 (ER)	Høj
DSB Øresund ET	Høj
Nordjyske Jernbaner Desiro	Lav
ARRIVA Lint 41	Lav
Lokaltog (ex. Lokalbanen) Lint 41	Lav
Lokaltog (ex. Regionstog) Lint 41	Lav
Lokaltog (ex. Lokalbanen) MX	Lav
Lokaltog (ex. Regionstog) IC2	Lav
Lokaltog (ex. Regionstog) MX	Lav
Lokaltog (ex. Regionstog) MY	Lav
Midtjyske Jernbaner MX	Lav
Midtjyske Jernbaner MY	Lav

Kilde: Deloitte.

Anm.: Alle Banedanmarks arbejdsredskøretøjer er udeladt af ovenstående, men er i modellen alle karakteriseret som værende høj kompleksitet. Lokalbanen og Regionstog er fusioneret til Lokaltog, men i installationsplanen fastholdes de gamle markører, da der er forskelle mellem togserierne grundet gamle ejerskabsforhold. I senere fremstillinger af alle litra, vil der yderligere være sondret mellem forskellige serier under hver jernbanevirksomheds forskellige litra.

Transportministeriet har pointeret, at kompleksiteten for Lokaltog MX, MY og IC2 er "Høj". Deloitte har foretaget følsomhedssimuleringer for netop disse togtypers kompleksitet, og det påvirker ikke resultaterne signifikant (2 måneders afvigelse).

- Alstoms estimerede tidsforbrug jævnfør det nyeste planlægningsgrundlag.

Dele af Alstoms estimerede tidsforbrug i oktober 2017-versionen af planlægningsgrundlaget udgør simuleringens best case datapunkt, mens datapunkterne for henholdsvis den realistiske case og worst case er baseret på inputs fra de øvrige inputtyper.

Forudsætningerne varierer mellem de forskellige litra baseret på individuelle togkarakteristika. Alle tog er blevet karakteriseret som værende enten høj eller lavkompleksitets tog, hvilket er determinerende for en række af forudsætningerne, herunder antallet af forventede FoC, design- og installationstider, samt læringseffekternes størrelse. Karakteristikken af de primære togtyper ses i Tabel 15.2.

Karakteristikken tager udgangspunkt i ekspertudsagn fra Signalprogrammets onboard projektleder og tovholdere for specifikke litra, om togenes karakteristik, samt i en overordnet kortlægning af togenes alder, antal serier, variation i overordnede tekniske specifikationer så som motoreffekt, mv. Derudover er medarbejdere fra Signalprogrammet, som deltager i arbejdsgrupper med jernbanevirksomheder omkring installation af ombordudstyr, blevet konsulteret for at afdække forhold om de enkelte togklassers kompleksitet og forskellighed, som jernbanevirksomhederne selv måtte have tilkendegivet.

Modellen indarbejder en række læringseffekter, som Alstom forventeligt opnår efter en række design og installationer. Læringseffekterne omfatter, udover reduktion i det estimerede antal arbejdsdage for FoC og serieinstallationer, også reduktioner i modellerede fejlforekomster i disse processer. Fejlforekomsterne

og sandsynlighederne for disse er estimeret med udgangspunkt i erfaringer fra tidligere ERTMS installationer i udlandet, jævnfør Tabel 15.3.

Sandsynlighederne tager dog ikke højde for de ikke-modellerede usikkerheder, jævnfør næste afsnit. Da disse usikkerheder alle trækker i retning af forsinkelser, er den reelle risiko større end fraktalangivelserne angiver. Således er angivne sandsynligheder modelinterne sandsynligheder, mens det i forhold til at vurdere de mest realistiske leveringstidspunkter er nødvendigt at lade de ikke-modellerede usikkerheder indgå i vurderingen.

Modellen indeholder både sandsynligheder for ikke-sikkerhedsrelaterede og sikkerhedsrelaterede fejl, som kan opstå igennem hele processen. Disse fejlforekomster er mest tidskritiske sent i FoC processen (eksempelvis under RDT). Såfremt der er tale om sikkerhedsrelaterede fejl, modelleres tilbagefald i FoC processen, som også illustreret på Figur 15.1.

### Modellering

Deloitte har valgt at anvende en dynamisk simuleringssmodel til vurdering af fitment planens risici. Modellen udnytter en indbygget beslutningslogik, hvor onboard fitment processen simuleres under hensyntagen til en dynamisk allokering som følge af principaf-taler, kapacitets- og arbejdstidsbegrænsninger på enkelttogs niveau.

Modellen tager også højde for usikkerheden omkring tidsestimaterne og fejlforekomster, ved i hver kørsel at simulere de indbyrdes afhængigheder og dermed alle de afledte effekter af fejl, forsinkelser og kapacitetsmangler.

Tabel 15.3. Antagede læringseffekter i simuleringssmodellen.

Tema	Værdi		
	1. - 5. tog	6. - 10. tog	11. - frem tog
<b>Enhed</b>			
<i>FoC fitment tid</i>			
Alle litra	100%	80%	70%
Litras inden for samme klasse	100%	40%	30%
<i>Serial fitment tid</i>			
Efter antal seriefitments med lav kompleksitet	100%	90%	80%
Efter antal seriefitments med høj kompleksitet	100%	95%	85%
<i>RDT fejl sandsynlighed (Safety related*)</i>			
Lav kompleksitet	5%	2%	2%
Høj kompleksitet	7%	2%	2%
<i>RDT fejl sandsynlighed (Non-safety related**)</i>			
Lav kompleksitet	40%	15%	8%
Høj kompleksitet	60%	30%	20%
<b>Følsomhedsanalyse</b>			
<i>Train-Track integration test fejl sandsynlighed</i>			
Non-safety related	100%	100%	100%
Safety related	15%	10%	10%

Kilde: Deloitte.

\*) Fejl findes senest 15 dage inde i RDT processen.

\*\*) Fejl findes senest 6 dage inde i RDT processen.

Simuleringen udnytter, at der foreligger henholdsvis worst, realistic og best case estimater til at modellere ombordudrustningsplanens mulige udfaldsrum, under antagelse af at de tre estimater udgør en trekantsfordeling<sup>93</sup> af alle mulige udfald.

Simuleringen er kørt i 1.000 kørsler, hvor input forudsætningerne genereres stokastisk i hver kørsel. Den stokastiske metode sikrer robusthed i beregningerne, som ikke vil kunne favnes af almindelige gennemsnitsmodeller. Deloitte har valgt denne model, da det giver den største robusthed i beregningerne og giver en indsigt i de udsvingsusikkerheder, som ligger uden for det vægtede gennemsnit, som hidtil er anvendt af Signalprogrammet til opstilling af forventede onboard tidsplaner.

Modellen skal tolkes på følgende måde:

- *Best case*: Der er 5 pct. sandsynlighed for, at planen forløber som denne case eller endnu bedre.
- *Realistic case*: Fitment planen vil i gennemsnit forløbe, som denne case forudsiger.
- *Worst case*: Der er 5 pct. sandsynlighed for, at planen forløber som denne case eller endnu værre.

Sandsynlighederne tager dog ikke højde for de ikke-modellerede usikkerheder, jævnfør næste afsnit. Da disse usikkerheder alle trækker i retning af forsinkelser, er den reelle risiko større end fraktilangivelserne angiver.

## **Ikke-modellerede usikkerheder**

Der er identificeret en række risici, som er vurderet ikke egnede til kvantificering i den samlede risikosi-mulering. Dette skyldes, at konsekvenserne af disse risici enten ikke er kvantificerbare, eller at risiciene kan forårsage så omfattende konsekvenser for Signalprogrammets udrulningsplan, at inklusion i modellen vil skævvride modellens estimater uproportionelt meget.

Som vist i Figur 15.1, har Deloitte og MOTT MacDonald identificeret en risiko for de tog, som fittes til EDL strækningerne (før August 2018). Disse tog opnår godkendelse i ERTMS Level 0, og i konverteringen til Level 2 er der en risiko for, at der opstår sikkerhedsrelaterede fejl, som annullerer den oprindelige Level 0 godkendelse (dette er relevant for Nordjyske Desiro, Arriva Lint 41 og DSB MQ). Opstår dette scenarie, vil alle tog godkendt efter Level 0 godkendelse blive tilbageholdt og jernbanevirksomheden vil således miste retten til at bruge den pågældende flåde.

Denne risiko er modelleret som en følsomhedsanalyse, som viser, at sikkerhedsrelaterede fejl i værste fald kan resultere i en samlet forsinkelse på 12 måneder for disse togtyper<sup>94</sup>. Særligt forsinkelse på Arrivas Lint 41 vil forårsage en kædereaktion på de resterende Lokaltog Lint 41 tog, som fittes i forlængelse af hinanden.

---

<sup>93</sup> Trekantsfordelingen er en udbredt sandsynlighedsfordeling til brug i risikoanalyser, hvor der foreligger worst-realistic-best case estimater. Fordelingen er trekantformet, hvilket sikrer at realistic case samtidig har den største sandsynlighed.

<sup>94</sup> MOTT Macdonalds vurderer indikativt, at risikoen for at dette forhold indtræffer er omkring 10-15 pct., jævnfør erfaringer fra udlandet.

Der er desuden identificeret en risiko for yderligere forsinkelse af onboard-planen, hvis der træffes beslutning om at opgradere allerede fittede tog fra softwarebaseline version 3.3.0 til baseline 3.4.0 (eller højere), inden Signalprogrammets fitment i 3.3.0 er færdiggjort. Det er ukendt, hvor længe denne opgradering vil tage, og hvorledes det vil påvirke den nuværende fitment plan, såfremt Signalprogrammet får ansvaret for det. Hvornår, og om, denne beslutning skal træffes af Transportministeriet, vil afhænge af det Europæiske Jernbaneagenturs (ERA) endelige beslutning om legaliteten af den danske softwareversion, og om der vil kunne forhandles om en eventuel dispensation.

Derudover er Signalprogrammet overordnet set underlagt en systemisk risiko for, at samarbejdsvanskeligheder, juridiske tvister, mv. med leverandøren kan føre til yderligere forsinkelser af onboard-planen. Specielt forekomsten af store variationer mellem tog i specifikke togklasser vurderes at skabe risici for længerevarende forhandlingsforløb.

Under risikoanalysen har det ikke været muligt at foretage en detaljeret vurdering af togenes materiel- og vedligeholdelsesstand da hensynet til fortrolighed har hindret dialog med jernbanevirksomhederne. Vurderingen af risikoen for yderligere FoC per togtype beror derfor på drøftelser med Signalprogrammets eksperter på området, og på de af Signalprogrammet forelagte data. Der er risiko for, at dette datagrundlag ikke er fuldt ud dækkende.

Slutteligt er der en række udestående med Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen, som forventes at få indflydelse på tidsplanen. Det mest centrale af disse udestående er, at der afventes endelig afklaring på, om

hvert tog skal gennemgå en separat godkendelsesproces, eller om der alene kan henvises til FoC godkendelsen. Deloitte vurderer, efter interview med Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen, at risikoen for implementering af et sådant godkendelsesregime er minimal.

Omvendt er der højere sandsynlighed for, at Signalprogrammet bliver ramt af implementeringen af den 4. Jernbanepakke (4th Railway Package), hvilket medfører, at en ny arbejdsdeling mellem ERA og de nationale sikkerhedsmyndigheder vil sættes i drift i juni 2019. Effekterne heraf er, at alle grænsekrydsende tog vil skulle godkendes af ERA, og ikke en dansk og udenlandsk myndighed. Forventningen er, såfremt ERA overtager den rolle Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen har i den nuværende APIS proces, at tidsforbruget til godkendelse vil stige, men det er uvist i hvilket omfang. Den nye procedure vil være gældende for DSB IC3 Indusi tog og for DSB ET Øresundstog.

## 15.4 Europæiske erfaringer

Implementering af ERTMS/ETCS systemet i Europa er en langsomt udviklende proces og erfaringerne fra andre europæiske landes projekter tilsiger, at den generelle risiko for forsinkelser, ændringer af scope og i værste fald projektaflysninger er mere reglen end undtagelsen.

I oktober 2017, frigav European Court of Auditors (ECA) en rapport angående fremskridt på ERTMS/ETCS udrulningen i Europa, hvori ufuldstændigheden i forskellige landes implementeringsforudsætninger fremhæves og effekterne heraf i forhold til forsinkelser og budgetoverskridelser beskrives.

ECA beskriver, at der i årene 2007-2016 var 3.9 mia. EUR EU medfinansiering dedikeret til ERTMS/ETCS udrulning, men næsten 50 pct. af midlerne blev trukket tilbage. Hovedårsagen for tilbagekaldelsen var projektforsinkelser, jævnfør Tabel 15.4.

Foruden teknisk og operationel kompleksitet på transformationsprocesserne fra legacy systemer til ERTMS/ETCS systemet er yderligere forøgelse i omkostninger forventet grundet udfordringer med tilføjelse af nødvendige software opdateringer, cyber-security aspekter og uoverensstemmelser i forhold til interoperabilitet på grænseoverskridende strækninger.

På det nationale niveau har landene grebet ERTMS opgaven forskelligt an, både på infrastruktur- og ombordstyrssiden. De forskellige udrulningsstrategier for infrastrukturen inkluderer:

- Totaludrulning på hele netværket (Belgien, Danmark)
- Udrulning på hovedstrækninger (Holland)
- Udrulning på centrale transportkorridorer og grænssekrydsende strækninger (Tyskland)
- Udrulning på højhastighedsstrækninger (Spanien)

Fra et systemperspektiv har landene også haft forskelligt fokus:

- ETCS alene (Belgien, Danmark)
- Dobbelt signalløsning (Holland)

Den valgte strategi har naturligvis stor indflydelse på kompleksiteten af de programmer, som finder sted i de enkelte lande. Mens nogle af udfordringerne mitigeres af fælleseuropæiske aftaler for fastfrysning af standarder (B3 MR2) i en række år, vurderes dette ikke at være nok til at mitigere alle risici for pionerer som Danmark.

Tabel 15.4. Status på onboard projekter som har modtaget EU støtte.

Land	Projektbeskrivelse (engelsk)	EU støtte (Mil. euro)	Status
	Installation of ETCS in the locomotives owned by Railion Deutschland AG	5	Gennemført med reduceret scope
	Installation of ETCS in the freight locomotives, version 2.3.0.d	1	Aflyst
Tyskland	ETCS installation in DB Schenker Rail locomotives for core network line PP17 and corridor B	1	Gennemført med forsinkelser
	ETCS installation in DB Schenker Rail locomotives for cross border rail freight operations in Corridor A	4	Gennemført med reduceret scope og forsinkelse
	Retrofitment, development of prototype, upgrading of LOKOMOTION locomotives with ETCS 2.3.0d / Baseline 3	2	Gennemført med forsinkelser
Spanien	Upgrade of Spanish high-speed lines and trains to ERTMS 2.3.0.d	18	Gennemført med forsinkelser
	Migration towards ERTMS/ETCS for Trenitalia on board-equipment	7	Gennemført med reduceret scope
Italien	Upgrading of ERTMS-system on Trenitalia fleet to 2.3.0d version	5	Gennemført med reduceret scope
	Equipment of ETR 1000 trainsets with ETCS Baseline 2 release 2.3.0d	1	Gennemført
	Serial fitment of ETCS Level 2 equipment in 109 locomotives	8	Gennemført med forsinkelser
	Serial fitment of ETCS Level 2, baseline 2.3.0d in 90 type ES64/F4/BR189 multi-system electrical locomotives	9	Gennemført med forsinkelser
	Upgrade existing locomotives to ensure compatibility with baseline 2.3.0d for 120 locomotives owned by various operators	2	Gennemført med forsinkelser og tilbageholdt EU funding
Holland	Upgrading on-board equipment to ETCS Level 2, SRS 2.3.0.d, for 10 Traxx locomotives	1	Aflyst
	Retrofitting (19 locomotives) and upgrading (95 locomotives) previously co-funded under project 2007-NL-60160-P and 2007-NL-60380-P	3	Gennemført med forsinkelser
	Installation of ETCS baseline 2.3.0d in 20 new locomotives	1	Gennemført med forsinkelser
	Purchase of rolling stock for long-distance travels, type Pendolino	8	Gennemført med forsinkelser
Polen	Purchase 20 electric trainsets, type Flirt	16	Gennemført
	Purchase of 20 electric train sets, type Dart	14	Gennemført

Kilde: ERA, European Court of Auditors (2017).



Ses der isoleret på ombordudstysprojekter, er billedet tilsvarende negativt. I Danmark har man valgt en strategi for onboard projektet, hvor installationsarbejdet udføres af leverandøren af signalsystemet. Praksis i nabolandene er, at jernbanevirksomhederne eller jernbaneoperatøren selv står for installationsarbejdet.

I Belgien står leverandøren alene for leverance af installationskit, mens selve installationen udføres af den nationale jernbanevirksomhed SNCB. I andre tilfælde har jernbanevirksomhederne besluttet at overtage installationsarbejdet, baseret på erfaringer med lav kvalitet i installationer gennemført af eksterne leverandører.

Som vist i Tabel 15.4, er det minoriteten af europæiske onboard projekter, der hidtil er gennemført uden forsinkelser og/eller ændret scope.

### Typiske drivere for usikkerhed

Generelt tyder europæiske erfaringer på, at onboard projekter er udfordrende. I sin præsentation til ERA og andre sikkerhedsmyndigheder påpegede DAVIS (belgisk sikkerhedsmyndighed), at varigheden af udarbejdelsen af den tekniske fil for hver togtype ofte påvirkes af kvaliteten af de foreslåede ETCS-produkter, hvorfor der ofte opstår tekniske problemer i selve installations-, test- og godkendelsesarbejdet.

Typiske tekniske problemer, der opstår, omfatter følgende aspekter:

- ETCS software er forskelligt fra specifikationerne, hvilket medfører operationelle restriktioner og gentagende Train-Track Integration (TTI) tests.
- Manglende kvalitet af dokumentation, herunder specifikt i forhold til sporbarheden af ændringer.

- Oversete tekniske udfordringer i relation til grænseflader mellem det nye ombordudstyr og andre dele af det rullende materiel, herunder bremse systemet, ergonomiske aspekter af lokoførerens styrepanel, forhold i relation til brandsikkerhed.

Omvendt viser europæiske erfaringer, fra blandt andet Belgien, at leverandørerne ofte fremhæver følgende udfordringer, som ender med at være tidskritiske:

- Besvær med at få teknisk information om togene fra jernbanevirksomhederne.
- Variation mellem togsæt og individuelle lokomotiver.
- Manglende adgang til fuldt funktionelt ETCS infrastruktur, konfigureret til den korrekte baseline, hvilket umuliggør train-track integration (TTI) tests.
- Planlægning af sporspæringer, hvilket ofte vanskeliggøres af behovet for multiple tests.

Effekterne af ovenstående er, at leverandører ved kontraktindgåelse ofte forudsætter meget optimistiske tidsestimater for onboard projekterne som helhed.

Specifikt for serieinstallationer forudsættes det ofte, herunder i den danske case, at hver installation varer mellem 5-7 arbejdsdage. Erfaringstal fra Belgien, hvor Alstom også er leverandør, viser imidlertid, at den typiske varighed nærmere er mellem 10-20 arbejdsdage, og at varigheden vil afhænge af installationens kompleksitet og landespecifikke godkendelsesprocesser.

Tilsvarende er der observeret variationer i tidsforbruget på FoC design- og installationsprocessen for nyt ETCS udstyr i eksisterende tog på mellem ét og helt op til tre år.

## Legaliteten af den danske softwareløsning

Det er blevet fremhævet i regi af NB Rail-organisationen, en gruppe for erfaringsudveksling mellem notificerede organer, hvordan man fremover bør behandle problemet med ETCS produkter, som ikke er opdateret i forhold til seneste TSI definitioner og standarder. I dag er der tre lovlige standarder, som er opført i TSI'en:

- Baseline 2, SRS 2.3.0d
- Baseline 3, SRS 3.4.0
- Baseline 3 MR2, SRS 3.6.0

Spørgsmålet om hvordan notificerede organer skal vurdere produkter, som ikke er i overensstemmelse med en af de tre ovenstående TSI standarder, blev rejst til ERA. Som svar herpå afgav ERA en udtalelse som tilkendegav, at afvigelser fra ovenstående standarder vil skulle godkendes via dispensationer i henhold til artikel 9, stk. 1, litra a i direktiv 2008/57/EF.

Dette betyder, at det for medlemsstater, der anvender SRS version 3.3.0, vil være obligatorisk at få en dispensation for anvendelsen af denne systemversionen. Uden denne vil anvendelsen ikke være lovlig.

Denne situation gælder for blandt andet Danmark, Belgien og Ungarn.

## Delkonklusion

Sammenfattende må det konkluderes, at de europæiske erfaringer med godkendelses-, test- og installationsprocesserne for onboard projekterne tilsiger, at projekterne er mere komplekse end først antaget. Som følge heraf er skred i tidsplaner forventelige. Følgelig tilsiger de europæiske erfaringer, at udrulninger af totalløsninger for ERTMS, i højere grad bør anse

onboard projekter som værende den kritiske vej gennem hele udrulningen.

## 15.5 Risiko for variation inden for litra

En af de store drivere for usikkerhed i tidsplanen er manglende information om variation mellem tog internt i togklasser (for eksempel Lint 41 eller IC3). Variationen mellem tog driver både usikkerhed i forhold til, hvor lang tid de enkelte serieinstallationer forventes at vare, samt i antallet af FoC den enkelte togtype forventes at kræve.

Forskelle mellem togene kan være både signifikante og ikke-signifikante. Såfremt en forskel mellem et FoC tog og et tog af samme type nødvendiggør en signifikant ændring i serieinstallationens karakter, vil der opstå et behov for, at det pågældende tog får en selvstændig APIS. Vurderingen af om en ændring er signifikant påhviler i første omgang leverandøren, som på baggrund af ERAs guidelines, skal tilvejebringe dokumentation, som bekræfter, at deres kriterier, jævnfør **Error! Reference source not found.**, er aktuelle i den pågældende sag.

Ved ikke-signifikante forskelle, vil der ikke opstå et behov for ny APIS. Der vil imidlertid være behov for en længere seriefitment proces, end hvis antagelsen har været total lighed mellem togene i den oprindelige plan.

Det tidligere omtalte hotspot check på togene har imidlertid kun været foretaget for Nordjyske DM og Arriva Lint 41 togene. For de resterende litra har det været nødvendigt at basere simuleringen på ekspertinputs fra MOTT MacDonald og Signalprogrammets medarbejdere, som har deltaget i arbejdsgrupper med

*Boks 15.5. ERAs guidelines om definitionen af signifikante forskelle/ændringer*

Når en foreslået ændring har en effekt på sikkerheden, skal forslagsstiller, ved ekspertvurdering, bestemme omfanget af ændringen baseret på følgende kriterier:

- *Fejl konsekvens:* Troværdig worst-case scenarie i tilfælde af systemfejl under evaluering, under hensyntagen til tilstedeværelsen af sikkerhedsbarrierer udenfor systemet
- *Innovation ved implementering af ændring:* Dette angår både innovation i jernbane sektoren og hvad der er nyt for organisationen, der implementerer ændringen
- *Ændringens kompleksitet*
- *Overvågning:* Den manglende evne til at overvåge de implementerede ændringer igennem systemets livscyklus og tage de nødvendige indgreb
- *Reversibilitet:* Den manglende evne til at falde tilbage til systemet før ændringen
- *Tilføjelsesmuligheder:* Evaluering af ændringens omfang, som tager højde for alle relevante sikkerhedsrelaterede system modifikationer under evalueringen, og hvilke der vurderes ikke signifikante. Forslagsstiller skal gemme tilstrækkelig dokumentation til at begrunde beslutningen.

Kilde: ERA "Collection of examples of risk assessments and of some possible tools supporting the CSM Regulation (2009)".

jernbanevirksomhederne om netop variationer i togene.

Overordnet set, er det Deloitte's vurdering, at der i onboard kontrakten er en uhensigtsmæssig incitamentstruktur netop i forhold til variation mellem tog. Det skyldes i udgangspunktet, at det påhviler Alstom at skulle identificere og dokumentere forekomsten af signifikante forskelle, dog med afsæt i, at der tidligt i processen er foretaget en detaljeret undersøgelse af togene. I det omfang at nye informationer skaber grundlag for, at Alstom vurderer, at der forekommer signifikante forskelle, er Alstom kontraktligt berettiget til at opkræve godtgørelse for de effekter forskellene måtte medføre. Ved at fremhæve mindre forskelle og overvurdere deres sikkerhedsmæssige effekter, har Alstom således et instrument til at pege skylden for eventuelle forsinkelser væk fra deres egen produktion og over på jernbanevirksomhederne.

Kammeradvokaten har pointeret, at [REDACTED]

I vurderingen af risici i relation til variationer bør det understreges, at Deloitte ikke har haft mulighed for detaljerede analyser af variation mellem tog (herunder analyse af materielstandarder og normer for vedligeholdelse), ligesom Deloitte ikke selv har foretaget hotspot tjeks.

### Variation mellem DSBs IC3

DSBs IC3 flåde består af tre overordnede serier: S1, S2 og Indusi-serien, hvor sidstnævnte er de grænsekrydsende togsæt.

Tabel 15.6. Input forudsætninger afledt af viden om variation internt i litra

Litra	Antal FoC			Antal arbejdsdage pr. FoC installation			Antal arbejdsdage pr. serieinstallation		
	Best	Realistic	Worst	Best	Realistic	Worst	Best	Realistic	Worst
DSB IC3	2	3	6	151	220	275	6	15	20
DSB IC4	1	2	4	118	205	275	7	14	17
DSB ME	1	2	3	116	205	250	7	15	20
DSB MQ	1	2	2	242	275	325	5	14	17
DSB ABs	1	2	2	122	200	250	7	15	20
DSB IR4	1	2	3	123	200	250	7	15	20
DSB ET (Øresund)	1	2	5	119	240	290	6	16	21
Arriva Lint 41	1	2	3	192	220	260	5	14	17
Lokaltog Lint 41	4	5	5	121	160	235	6	14	17

Kilde: "Best case" er Alstoms nuværende forventninger, mens "Realistic" og "Worst" case er baseret på indsamlet data.

I den oprindelige kontrakt har Alstom på baggrund af stikprøvevis gennemgange af IC3 togsættene, vurderet, at variationen mellem IC3 togene ikke burde give anledning til mere end to FoC processer (én dækkende for S1 og S2, og én dækkende for Indusi-serien).

På baggrund af oplysninger fra Signalprogrammets ansvarlige for installationen af udstyr i IC3 togene, vurderer Deloitte, at Alstoms forudsætninger for variation mellem tog i de forskellige serier (inklusive antallet af FoCs) ved kontraktindgåelse er nogenlunde retvisende og det pointeres derudover, at DSB har været meget villige til at dele dokumentation om deres flåde, hvorfor informationsasymmetrien vurderes at være lav.

Dog har DSB under arbejdsgruppemøder med Signalprogrammet, Alstom og den eksterne assessor påpeget, at der er enkelte forskelle i det elektriske layout (scematics), mellem S1 og S2, som muligvis kunne karakteriseres som værende en signifikant forskel mellem serierne.

Der vurderes derudover at være en risiko for, jævnfør IC3 togsættenes alder, at ad hoc forskelle kan forekomme (som følge af for eksempel brand, uheld, andre reparationer, ikke-systematiske opgraderinger mv.). Dog deler både Signalprogrammets repræsentant på IC3 arbejdsgruppemøderne og Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen den holdning, at DSBs vedligeholdelses- og dokumentationsregime vil fordre at alle signifikante forskelle vil være kendt, dokumenteret og således allerede formidlet til arbejdsgruppen og Alstom. Eftersom DSB ikke har pointeret sådanne variationer for arbejdsgruppen, vurderer Deloitte ikke at risikoen for disse variationer af denne art som værende høj.

I simulationen af det mest realistiske scenarie indregnes en ekstra FoC for variationen mellem S1 og S2, mens worst case inkluderer tre yderligere FoCs, jævnfør Tabel 15.6.

### **Variation mellem Arrivas Lint 41**

For Arrivas Lint 41 er det i en tilsvarende arbejdsgruppe med jernbanevirksomheden om installationen af ombordudstyr, tilkendegivet, at der er en række mindre mekaniske forskelle mellem de to serier. Det drejer sig specifikt om forskelligt layout i kabelrender mv.

Det vurderes af Signalprogrammet, at der på trods af de identificerede forskelle er relativt lille risiko for, at de vil medføre et behov for en ny APIS.

Der udestår imidlertid afklaring med Trafik- Bygge og Boligstyrelsen om, hvorvidt ejerforhold alene kan medføre behov for en yderligere APIS. For Arriva vil dette i praksis betyde, at den del af deres flåde som er leaset af Alpha Trains, vil skulle gennemgå en separat godkendelsesproces hos Trafik-, Bygge og Boligstyrelsen. Såfremt dette behov stadfæstes af myndighed vil Signalprogrammet benytte sig af en "delta"-tilgang til dokumentationskravene, så det i praksis vil være udskiftning af ejernavnet på samme godkendelsesindstilling. Effekten heraf, for både Arriva og andre jernbanevirksomheder med leasede tog, vurderes således at være begrænset.

I simulationen af det mest realistiske scenarie tages højde for en ekstra FoC for variationen mellem Arrivas serie 1 og 2, mens worst case inkluderer én i alt tre FoC for alle Arrivas Lint 41.

### **Variation mellem Lokaltogs Lint 41**

For de resterende Lint 41 tog, som ejes af Lokaltog, har Alstom ved kontraktindgåelse vurderet et behov for fire FoC for 41 tog af samme type. Sammenlignet med FoC-til-serie ratioen for DSBs flåde er denne altså meget høj. Ved fusionen mellem Regionstog A/S og Lokaltog i 2015, overtog Lokaltog ejerskab af Regionstogs Lint 41 flåde, så der bør ikke opstå godkendelseskrav som følge af fornævnte ejerskabsforhold.

Signalprogrammet pointerer imidlertid, at [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

### Variation mellem øvrige litra

Generelt er det i de tilfælde hvor en enkelt togtype er udgjort af flere serier, antaget, at begge serier vil udløse en separat FoC.

Eksempelvis er DSBs IR4 (ER) flåde bestående af tre serier indkøbt mellem 1993 og 1997, som dog umiddelbart kun afviger marginalt. Worst case simuleringen tager dog stadig udgangspunkt i, at der på tværs af hele flåden vil være behov for tre FoC.

### 15.6 Risici i den nuværende plan

Vi har på baggrund af de identificerede drivere og afhængigheder, vurderet usikkerhederne i den nuværende installationsplan.

Som tidligere nævnt er det vores vurdering, at den overordnede plan er forbundet med markante usikkerheder grundet manglende realisme i de forudsætninger planen bygger på.

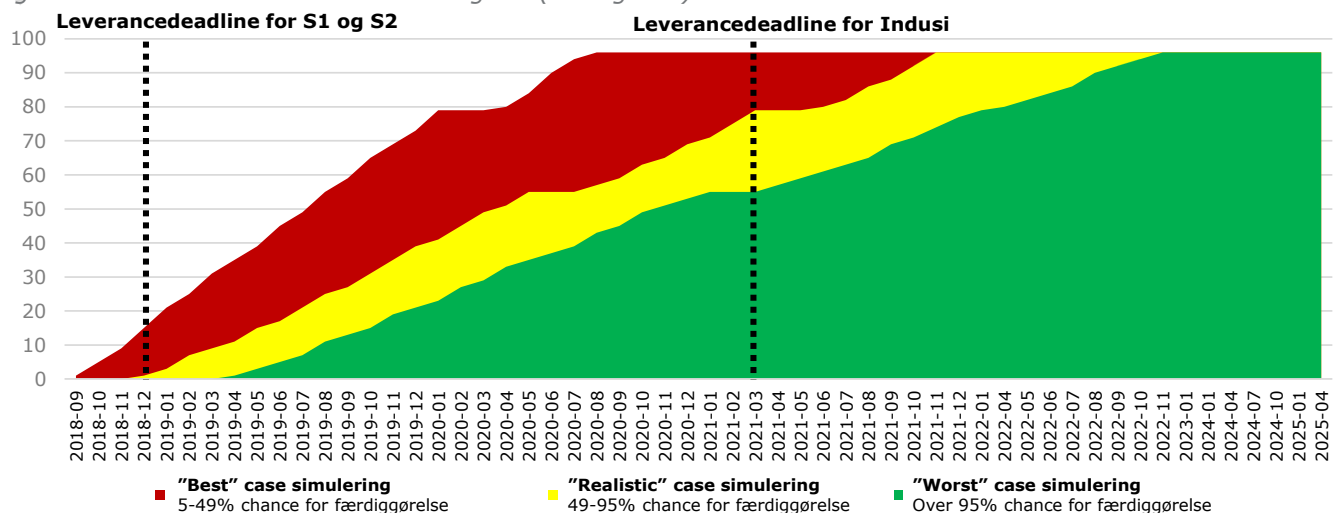
Tabel 15.7 på næste side viser, præcist hvor usikkerhederne i planen stammer fra, på tværs af de tog, som skal fittes med det nye udstyr. Tabellen præsenterer resultaterne af simuleringerne og den centrale indikator for succes, hvilket er andelen af tog, som forventes fittet til tiden.

Derudover vurderes effekten af eventuelle fremtidige leverancegaps. Denne effektvurdering tager primært udgangspunkt i, om togene anvendes på højt prioriterede strækninger, og om ERTMS udrulningen er nært forestående, hvilket gør muligheden for at mitigere risici lavere, hvorfor effekten vil blive større.

Dernæst fremgår resultaterne af simuleringerne af risici i installationsplanen, hvor der fremgår en vægtet risikovurdering. Denne tager udgangspunkt i hvor stor en andel af togene, der forventes leveret til tiden, sammenholdt med en vurdering af effekten af et leverancegap. De to datapunkter udgør tilsammen den samlede vægtede risikovurdering for hver togtype.

Tolv af de 28 analyserede passagertog og lokomotivserier, som skal fittes med det nye ERTMS udstyr, er behæftet med høj risiko, jævnfør Tabel 15.7. Tabellen, læst fra venstre lister for hver litra den planlagte kommissioneringsdato og antallet af tog, som Alstom skal levere til denne dato, samt Deloitte's overordnede risikovurdering (vægtet mellem sandsynlighed og effekt).

Figur 15.2. Fitment scenarier for IC3 togsæt (96 tog i alt)



Kilde: Deloitte Monte Carlo simulering af fitment plan

I det følgende gennemgås de analyserne af risici for de litra hvor den estimerede risiko er høj.

### Fitment af DSB IC3

Fitment af DSBs IC3 tog er med sikkerhed forsinket i så høj grad, at togdriften på de strækninger DSB på nuværende tidspunkt anvender IC3-togene ikke kan opretholdes i nuværende omfang. I simuleringens realistiske scenarie vil ingen af de 56 tog i den første installationsserie (S2) stå klar til den tid Alstom er kontraktligt forpligtet af.

Installationsplanens simulerede udvikling er illustreret i Figur 15.2 og i Bilag F. Grafen i figuren illustrerer udviklingen i antallet af ERTMS fittede tog, under forskellige scenarier. Det fremgår tydeligt, at de to leverancemilepæle overskrides drastisk, på nær for Indusi togene som i best case simuleringen lige præcis færdiggøres inden for kontraktens deadline.

I Alstoms nuværende plan forventer de at levere omkring 64 pct. af togene til samme dato, hvilket vurderes at være urealistisk. Det samme forhold gør sig gældende for de to øvrige IC3 serier, hvor simuleringerne i både worst- og realistic case, antyder ganske lav sandsynlighed for, at selv ét tog vil være klar til tiden. IC3-togene er centrale for driften af hovedstrækningen mellem Aalborg og København H, hvilket gør konsekvensen af eventuelle leverancegaps meget store.

### Fitment af DSB ABs

DSBs ABs styrevogne anvendes i lokomotivtrukne dobbeltdækkertog i sjællandsk regionaltrafik og er også planlagt anvendt på den nye København-Ringsted strækning. Således er effekterne af et leverancegap også høje for denne materieltype.

Tabel 15.7. Risikovurdering af alle togtyper

Litra (serier)	Antal tog til fitment	Kommissioneringsdato	Vægtet risikovurdering
DSB MQ (Desiro) S1	12	01-09-2018	Mellem
DSB MQ (Desiro) S2	8	01-12-2019	Lav
DSB IC3 S1	23	01-12-2018	Høj
DSB IC3 S2	56	01-12-2018	Høj
DSB IC3 Indusi	17	01-03-2021	Høj
DSB IC4	77	01-12-2020	Høj
DSB ME	33	01-12-2018	Høj
DSB MK	1	01-12-2021	Lav
DSB ABs S1	14	01-12-2018	Høj
DSB ABs S2	11	01-12-2018	Høj
DSB IR4	44	01-12-2018	Høj
DSB Oresund ET	34	01-06-2023	Mellem
Nordjyske Desiro (DM)	8	01-08-2018	Mellem
ARRIVA Lint 41 S1	29	01-01-2019	Høj
ARRIVA Lint 41 S2	14	01-01-2019	Høj
Lokaltog Lint 41 (ex LB) S1	15	01-12-2021	Lav
Lokaltog Lint 41 (ex LB) S2	10	01-12-2021	Lav
Lokaltog Lint 41 (ex RT) S1	2	01-12-2018	Høj
Lokaltog Lint 41 (ex RT) S2	9	01-12-2020	Lav
Lokaltog Lint 41 (ex RT) S3	5	01-12-2018	Høj
Lokaltog (ex LB) MX	1	01-12-2021	Lav
Lokaltog (ex RT) IC2	13	01-12-2020	Mellem
Lokaltog (ex RT) MX S1	1	01-12-2018	Lav
Lokaltog (ex RT) MX S2	1	01-12-2021	Lav
Lokaltog (ex RT) MX S3	1	01-12-2020	Mellem
Lokaltog (ex RT) MY	1	01-12-2019	Mellem
Midtjyske Jernbaner MX	1	01-12-2020	Lav
Midtjyske Jernbaner MY	1	01-12-2020	Lav

Kilde: Deloitte's Monte Carlo simulering af fitment planen samt risikoanalyse.

Simuleringen viser, at ingen af de 25 planlagte styrevogne vil stå klar ved udgangen af 2018, hvilket i sidste ende vil gøre ibrugtagningen af København-Ringsted i december 2018 problematisk.

## **Fitment af DSB IR4**

Denne togtype anvendes på en række regionale strækninger herunder Kystbanen, og København-Roskilde-Ringsted/Slagelse, samt på hovedstrækningen fra København-Odense-Fredericia og København-Kolding-Sønderborg.

De 44 IR4 tog når i den realistiske case ikke at blive fittet til tiden, hvilket vil have betydning for trafikken på de nu elektrificerede strækninger, hvor typen anvendes.

## **Fitment af Arriva Lint 41**

Arrivas flåde af Lint 41 tog anvendes på store dele af strækningerne i Midt- og Vestjylland, og de ERTMS fittede tog er planlagt ibrugtaget mellem Struer-Thisted i januar 2019, Struer-Langå i maj 2019 og Vejle-Struer i december 2020.

På trods af den gradvise ibrugtagning, er Alstom kontraktligt forpligtet til at levere alle 43 tog fittet ved første planlagte ibrugtagning i januar 2019.

Simuleringen viser imidlertid, at installationen med stor sikkerhed vil være forsinket i så høj grad, at Alstom på den pågældende dato kun vil have installeret udstyr i mellem 30 og 45 pct. af den første serie, svarende til omkring 10-15 tog.

## **Fitment af Lokaltog Lint 41 (ex Regionstog)**

En række af Lokaltogs Lint 41 tog, nærmere bestemt de Lint 41 som tidligere var ejet af Regionstog A/S til drift af sjællandske regionalstrækninger, skal efter den nuværende plan ibrugtages på EDL Full Øst strækningen i december 2018.

Den nuværende antagelse i Alstoms fitment plan er at Arriva Lint 41 togene skal færdiggøres inden installationen af andre Lint 41 klasser igangsættes. Det er en antagelse, som i det realistiske og worst case scenarieret er videreført, da det grunder i tilgængeligheden af Alstoms Lint 41 projekt- og installationsteam.

Under denne forudsætning vil ingen af de nødvendige tog være færdige til den planlagte ibrugtagningsdato for EDL Øst.

Dog er der i mitigerende tiltag 4 modelleret effekter af at lempe denne antagelse og lade installationen af udstyr i Lokaltogs Lint 41 starte umiddelbart efter færdiggørelsen af Arrivas Lint 41 FoC, hvilket mindsker risikoen markant.

## **Fitment af øvrige litra**

For øvrige litra er installationsplanen tilsvarende usikker. Det gælder eksempelvis DSBs ME lokomotiver, som anvendes til at trække dobbeltdækkervogne med de nævnte ABs styrevogne. De 33 lokomotiver vil med 95 pct. sandsynlighed ikke blive færdige tidnok til at kunne ibrugtages med fittede ABs togsæt på København-Ringsted i december 2018.

Ligeledes vurderes leverancen af IC4 tog til tiden at være meget urealistisk, og det forventes, i det realistiske scenarie, at udrangering af togene påbegyndes inden den sidste seriefitment er færdiggjort.

## **Delkonklusion**

Samlet set er den nuværende installationsplan behæftet med væsentlige risici, og der vil med 95 pct. sandsynlighed være leverancegaps for næsten alle litra i den nuværende installationsplan, herunder absolut kritiske togtyper som DSB IC3, IR4, ABs og ME, samt for Arriva og Lokaltogs Lint 41.

De identificerede risici er ikke følsomme for justeringer i de mest centrale input forudsætninger, og der forventes således at være store og kritiske forsinkelser i alle modellerede scenarier fra det mest optimistiske til det mest pessimistiske, og forsinkelser er derudover allerede en del af Alstoms egen planlægning.

## 15.7 Mitigerende tiltag

Nedenfor præsenteres en række mitigerende tiltag, som Banedanmark kan søge at iværksætte for at imødekomme de identificerede risici.

Effekterne af tiltagene er præsenteret i det følgende. Det gælder generelt for alle tiltag, at de forudsættes implementeret fra januar 2018. En senere implementering vil alt andet lige reducere tiltagenes effekter, herunder antallet af måneder udrulningsplanen kan forkortes.

### **Tiltag 1: Øget værkstedskapacitet og lempelse af DSB Principaftale**

Eksterne kapacitetsbegrænsninger spiller en stor rolle for tidsplanen, da de udgør en flaskehals for, hvor mange tog der kan fittes på samme tid.

Værkstedskapaciteten afspejler begrænsningen i antallet af spor på hver lokation, som kan anvendes til fitment. Den anvendte kapacitet afspejler imidlertid i mindre grad antallet af lokationer og antallet af baner, da togoperatørerne samlet set har flere lokationer og flere spor til rådighed end dem, det er aftalt at anvende som fitmentkapaciteter. Det er Deloitte's vurdering, at en øget værkstedskapacitet, og således muligheden for at have flere tog ude af service parallelt, ikke vil kompromittere jernbanevirksomhedernes operationelle kapacitet i kritisk grad. Dette er imidlertid ikke bekræftet med jernbanevirksomhederne.

Det er derimod Deloitte's overbevisning, at kapaciteten hovedsageligt skyldes mangel på kvalificeret mandskab fra Alstom. Det er imidlertid Signalprogrammets vurdering, kontraktens størrelse og vigtighed taget i betragtning, at denne begrænsning vil kunne mitigeres ved Alstoms kontraktindgåelse med yderligere underleverandører.

Udover værkstedskapaciteten er Principaftalen med DSB en begrænsning på udrulningsplanen, da det ligeledes forhindrer udnyttelse af den fulde værkstedskapacitet. Som udgangspunkt er der plads til to yderligere tog på DSBs værksteder end DSB principaftalen muliggør. Sideløbende forhindrer begrænsningen af det maksimale antal IC3 ude af service, at processen bliver optimeret yderligere i tid – selv under forudsætning af, at Langåværkstedet udvides eller der ibrugtages et IC3 værksted yderligere.

Det må bero på DSBs vurdering om det er muligt at afse flere tog til ombygningsprogrammet uden større negative konsekvenser for trafikbetjeningen.

Det fremgår af Figur 15.3, at det faktisk behov overskrider principaftalen i store dele af 2019-2021, som forårsager suboptimal udnyttelse af værkstedskapaciteten. Samtidig fremgår det, at mitigerings tiltaget kun i perioder overskrider principaftalen, mod at installationsprocessen færdiggøres lang tid før.



Tiltaget indeholder følgende ændringer af de eksterne kapacitetsbegrænsninger, som Alstom på nuværende tidspunkt arbejder og planlægger under:

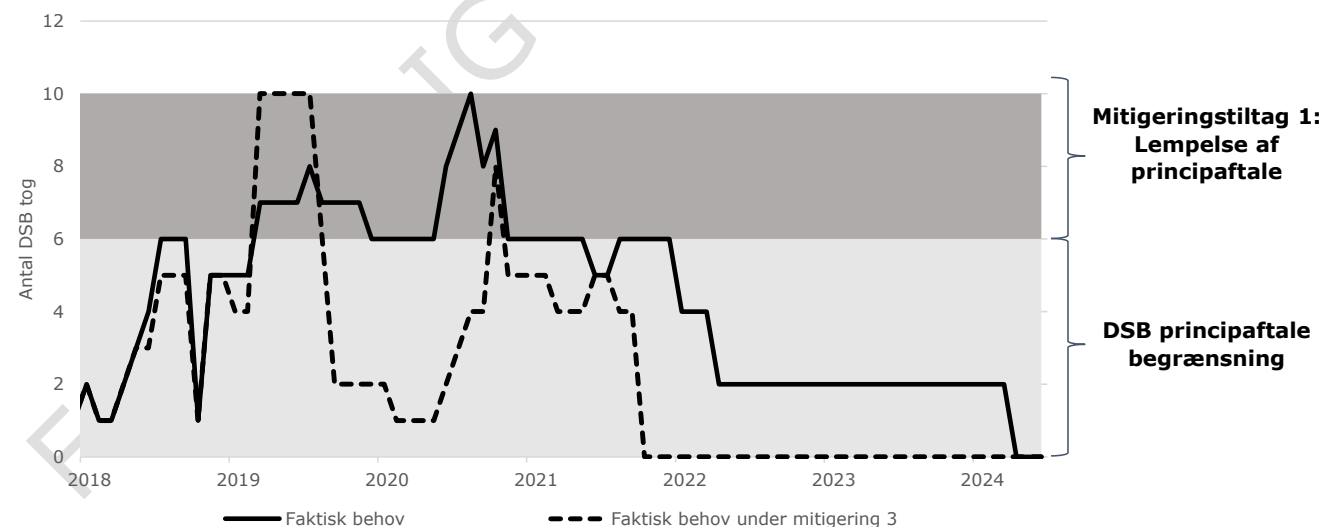
- DSBs Principaftale ændres således, at det bliver muligt for Alstom at have ti tog og lokomotiver ude af service simultant, frem for seks som er maksimum i nuværende aftale
- DSBs Principaftale ændres således, at det nu er muligt for Alstom at trække fire IC3 og/eller IC4 tog ud til installation simultant, frem for to som er maksimum i nuværende aftale.

Hvis tiltaget skal kunne implementeres, forudsættes det, at Banedanmark kan forhandle sig til en ændring af den eksisterende Principaftale med DSB. Principaftalen regulerer i udgangspunktet, hvor store driftsforstyrrelser DSB accepterer i forbindelse med Signalprogrammets onboard projekt, og forudsætningen er, at DSB vil kunne acceptere, at flere af tog er ude af service af gangen, herunder flere tog fra deres IC3 flåde.

Det er ikke beregnet, om en forøgelse af grænsen for simultane installationer fra to til fire IC3 tog, vil have påvirkninger på DSBs operationelle kapacitet, eller om det alene vil betyde en marginal reduktion i deres reserveflåde af IC3 tog.

Da alt arbejde på IC3 togene på nuværende tidspunkt er planlagt på værkstedet i Langå, som kun har to arbejdsspor med det nødvendige udstyr, forudsættes det også, at værkstedskapaciteten for IC3 og IC4 togene kan forøges. For IC3 togene er der blandt andet mulighed for at inkludere værkstedet på Aarhus Bane-gård, men dette skal bekræftes endeligt af DSB. Alternativt vil man kunne leje eksempelvis Bombardier værksteder i Jylland eller opgradere eksisterende anlæg i Langå.

Figur 15.3: Principaftalens faktiske begrænsning på kapaciteten



Kilde: Deloitte Monte Carlo simulering af fitment plan – realistic case.

For IC4 togene, samt ET og IR4, som alle fittes i Høje Taastrup, antages det, at Alstom vil have kapacitet til at udnytte Høje Taastrups tre spor parallelt. På nuværende tidspunkt antages det i Alstoms installationsplan, at der kun foretages installation på to tog parallelt.

Den underliggende forudsætning, som hele tiltaget bygger på, er, at Alstoms kapacitet kan hæves til et niveau, der modsvarer den nye status quo med lempeligere eksterne begrænsninger og øget værkstedskapacitet.

Tiltaget vil primært have effekt for IC3 Indusi togene, idet det af Tabel 15.8 under mitigerende tiltag fremgår, at der vil blive leveret 17 tog svarende til det opgjorte behov. Det fremgår endvidere, at tiltaget ikke har effekt for de øvrige DSB-litra. Installationstiden

kan imidlertid, ved introduktion af tiltaget, forkortes omkring 10 måneder for alle 6 involverede litra, hvilket fremgår af bilag F.

På IC3 S1 og S2, IC4 og IR4 skyldes den manglende effekt, at kontraktens deadline for fitment ikke er mulig at nå under alle omstændigheder, og selv i Alstoms udrulningsplan overholder ingen af disse litra den kontraktlige deadline. For IC3 S2 og IC4, i realistic case, er FoC processen igangsat, men da der ikke kan fittes flere FoC på samme tid, vil en øget kapacitet ikke fremskynde installationsprocessen til kommissioneringsdatoen.

For ET litra er deadline overholdt allerede i realistic case, hvorfor Tiltag 1 ikke kan forbedre yderligere.

Samlet giver Tiltag 1 en fremrykning af udrulningsplanen på 18 måneder, hvilket fremgår af bilag F.

#### Tiltag 2: Weekendarbejde på leverandørsiden

Muligheden for at aktivere weekendarbejde vil udgøre en markant og umiddelbar produktivitetsforøgelse på leverandørsiden.

Det vil være Alstom selv, som har muligheden for at tage weekender i brug.

Det forudsættes, at handover og handback af tog mellem Alstom og jernbanevirksomheden vil kunne arrangeres i weekender.

Det forudsættes derudover, at Alstom har intern kapacitet og/eller mulighed for at indgå kontrakt med yderligere underleverandører, således at weekendarbejdet kan foretages.

Af Tabel 15.8 fremgår det, at Tiltag 2 har en markant større effekt på opfyldelse af udrulningsplanen end Tiltag 1. Tiltag 2 tilføjer 3 litra (MQ1, MX1 og MX3) til

Tabel 15.8. Effekten af de mitigerende tiltag på antallet af leverede tog

Litra (serier)	Kontraktens krav og forventet antal leverede tog		Forskellen i antal leverede tog til tiden under mitigerende tiltag			
	Antal tog til levering	Realistic case: Antal fittede tog	Tiltag 1: Ændret Principaftale og øget værkstedskapacitet	Tiltag 2: Weekendarbejde	Tiltag 3: Prioritering af Lokaltog Lint41 tog	Tiltag 4: Kombination af 1-3
DSB MQ (Desiro) S1	12	10	0	+2	0	+2
DSB MQ (Desiro) S2	8	8	0	0	0	0
DSB IC3 S1	23	0	0	0	0	0
DSB IC3 S2	56	1	0	+6	0	+12
DSB IC3 Indusi	17	0	+17	+17	0	+17
DSB IC4	77	0	0	0	0	1
DSB ME	33	0	0	0	0	0
DSB MK	1	1	0	0	0	0
DSB Abs S1	14	0	0	0	0	0
DSB Abs S2	11	0	0	0	0	0
DSB IR4	44	0	0	+2	0	+4
DSB Oresund ET	34	34	0	0	0	0
Nordjyske Desiro (DM)	8	8	0	0	0	0
ARRIVA Lint 41 S1	29	16	0	+6	0	+6
ARRIVA Lint 41 S2	14	0	0	0	0	0
Lokaltog Lint 41 (ex LB) S1	15	15	0	0	0	0
Lokaltog Lint 41 (ex LB) S2	10	10	0	0	0	0
Lokaltog Lint 41 (ex RT) S1	2	0	0	0	0	+2
Lokaltog Lint 41 (ex RT) S2	9	9	0	0	0	0
Lokaltog Lint 41 (ex RT) S3	5	0	0	0	+5	+5
Lokaltog (ex LB) MX	1	1	0	0	0	0
Lokaltog (ex RT) IC2	13	5	0	+8	+7	+8
Lokaltog (ex RT) MX S1	1	1	0	0	-1	-1
Lokaltog (ex RT) MX S2	1	1	0	0	0	0
Lokaltog (ex RT) MX S3	1	0	0	+1	0	+1
Lokaltog (ex RT) MY	1	0	0	0	0	0
Midtjyske Jernbaner MX	1	1	0	0	0	0
Midtjyske Jernbaner MY	1	1	0	0	0	0

Kilde: Deloitte Monte Carlo simulering af installationsplan

Anm.: Grønne markeringer betyder, at der leveres flere tog såfremt det mitigerende tiltag implementeres, modsat røde som betyder det omvendte.

antallet af tog, der bliver fittet færdig, og i alt 7 litra oplever en markant forbedring i forhold til overholdelse af udrulningsplanen.

Særligt bemærkes det, at der færdiggøres 24 IC3 til udrulningsdeadline, hvilket muliggør partiel udrulning på visse hovedstrækninger. Udover færdiggørelse af alle 17 IC3 Indusi togene, bliver der startet og færdiggjort serie fitment på 6 IC3 S2 tog svarende til 11 pct.

Blandt litra som ikke mærker en forbedring er IC3 S1, Abs 2, Arriva Lint S2 og MY. IC3 S1 har sammen med Abs 2 og MY en urealistisk tidlig deadline for alle tiltag og planer, mens Arriva Lint 41 S2 enten kræver færdiggørelse af S1 FoC inden 2018 eller en markant kapacitetsforøgelse.

Samlet set forkortes udrulningsplanen med 19 måneder ved implementering af tiltaget, hvilket fremgår af bilag F.

### **Tiltag 3: Prioritering af Lokaltog Lint 41 (ex Regionstog)**

Der er markante risici ved leverancerne af de Lint 41 tog, som skal ibrugtages på EDL Øst strækningen. Det drejer sig mere præcist om syv Lokaltog (forhenværende Regionstog). I Alstoms nuværende plan er der en binding på påbegyndelsen af arbejdet på disse Lint 41 tog, da Alstoms installationsteam skal være færdige med Arriva Lint 41 før de går i gang på Lokaltogene.

Det er imidlertid en mulighed at dekkle bindingen mellem Alstoms installationsteam på de to togserier, og fremskynde starten af FoC for Lokaltog Lint 41, ved at sætte to parallelle installationsteams i gang. I praksis betyder tiltaget, at Alstom skal påbegynde

FoC for Lokaltog Lint 41 umiddelbart efter Arriva Lint 41 FoC er afsluttet.

Tiltag 3 er primært en ændring af de bindinger, som leverandøren selv har antaget i deres oprindelige plan. Signalprogrammet fremhæver, at de allerede er i forhandling med Alstom om muligheden for at implementere dette tiltag, og det vurderes at være realistisk at få det gennemført. Det er primært en finansiel binding, som afholder Alstom fra at imødekomme ændringen.

Det forudsættes imidlertid, at designet af Lokaltogs Lint 41 er færdiggjort tidsnok til, at installationsaktiviteterne kan påbegyndes direkte efter Arriva Lint 41 FoC på serie 1 er færdiggjort.

Som det ses af Tabel 15.8 vil tiltaget betyde, at Lokaltogs Lint 41 kun vil mangle to færdige tog til den fastlagte deadline, svarende til fem pct. Det betyder, at den risici, der var forbundet med udrulningen af EDL Øst, vil kunne delvist mitigeres ved denne omprioritering af ressourcer.

Tiltaget fremrykker også installationen af udstyr i Lokaltogs IC2 flåde, mens den eneste bivirkning er, at fitment af et Lokaltog MX lokomotiv bliver skudt i tid.

### **Tiltag 4: Kombination 1-3**

Tiltag 4 kombinerer de tre tidligere præsenterede tiltag, således at der ændres på både eksterne kapacitetsbegrænsninger og interne kapacitetsantagelser hos Alstom.

Samlet set forudsætter tiltaget en markant forøgelse af Alstoms samlede produktionskapacitet. En inklusion af weekendarbejde alene udgør mulighed for en 30 pct. forøgelse, mens mulighed for en fordobling af antallet af parallelle IC3 installationer også svarer til en

markant stigning på det team, som står for IC3 installationer.

Det bør i den forbindelse pointeres, at vi ikke har haft mulighed for at validere denne kapacitetsforudsætning. Signalprogrammet giver udtryk for, at Alstoms nuværende leverancemodel, som bygger på involvering af en række underleverandører i installationsprocessen, gør problematikken mindre udtalt, da antallet af underleverandører kan forøges eller underleverandørerne kan opnormere deres teams. En kritisk afhængighed er imidlertid tilgængelighed af Alstoms egne eksperter, som i princippet er projektledere for installationen i hver litra.

Antallet af Alstom eksperter er begrænset, og således vil en for stor spredning af aktiviteter (eksempelvis fitment af IC3 tog på en anden geografisk placering end nær Aarhus), besværliggøre disse eksperters job da de i så fald vil skulle styre flere processer på flere værksteder. Forudsætningen er derfor, at Alstom vil kunne øge den primære produktion uden en markant forøgelse for projektledere.

Kombineres effekterne fra tiltag 1-3 forbedres overholdelsen af udrulningsplanen markant, som det fremgår af Tabel 15.8. Effekten rammer 9 litra, mens MX 1 skubbes til senere. Særligt kan det bemærkes, at FoC fitment på IC4 flåden næsten bliver færdig, og at IC4 samlet set færdiggøres forud for Alstoms nuværende udrulningsplan.

Samlet set forkortes udrulningsplanen med 29 måneder ved udnyttelse af en kombination af tiltag 1-3, hvilket fremgår af bilag F.

## **Ikke-modellerede tiltag**

Der er en række yderligere muligheder for mitigering af de identificerede risici, som dog ikke er blevet modelleret grundet manglende data om tiltagets effekter.

En mulighed ville være, jævnfør erfaringerne fra Belgien, at lade jernbanevirksomhederne overtage installationsopgaven fra Alstom og således blive underleverandør til Alstom. Forslaget er berørt tidligere i kapitler om optimerede snitflader i del II, og vurderes at kunne bidrage til en mere gnidningsfri installationsproces.

Det bør dog undersøges nærmere, om jernbanevirksomhederne har kapacitet til at løfte opgaven selv, om de er villige til at dele risikoen for yderligere skred i tidsplanen, om det er realistisk, at tidsforbruget kan mindskes, og om overdragelsen vil medføre markant højere udgifter for Signalprogrammet. Dog bør det tages i betragtning, at jernbanevirksomhederne som udgangspunkt er bedre rustet til at varetage opgaven med at udstyre tog end Banedanmark, som har infrastrukturen som fokusområde.

## **Delkonklusion**

På trods af indførsel af de mitigerende tiltag, vil installationsplanen stadig være behæftet med store usikkerheder, og der er stadig overvejende sandsynlighed for, at der opstår leverancegaps på kritiske togtyper.

Specielt usikkerhederne i leveranceplanen for de kritiske IC3 viser sig at være for store til at kunne mitigeres ved forcerede forøgelser af kapaciteten.

Således vurderer Deloitte, at enderne i den nuværende planlægning ikke kan mødes, og at der således er et behov for at gentænke planen for leverance af

ombordudstyr. Replanlægningen bør tage udgangspunkt i installationsplanens status som den kritiske vej for Signalprogrammet som helhed. Derfor bør man i højere grad lade planen for det rullende materiel færdiggørelse være bestemmende for udrulningstakten i infrastrukturprojekterne.

Det bør ydermere overvejes hvordan de mitigerende tiltag beskrevet i dette afsnit, vil påvirke eventuelle replanlægninger eksempelvis i forhold til frigørelse af tid til en buffer.

Delkonklusionen er sammenfaldende med konklusionerne i et ingeniørteknisk review af ombordudstysprojektet, som blandt andet fremhæver, at de involverede parter (Banedanmark, jernbanevirksomhederne og Alstom) er enige om, at ombordudstysplanen er meget ambitiøs og bygger på optimistiske forudsætninger. Ligeledes konkluderer samme review, at leverandøren ikke forventes at være i stand til at kunne levere efter den aftalte plan, hvilket blandt andet grundet i allerede observerede forsinkelser for IC3 togene og tog til brug på EDL.<sup>95</sup>

---

<sup>95</sup> PROSE: "Audit of The Onboard ERTMS", marts 2016.

# 16 Materielbaserede udrulnings-scenarier

På baggrund af de identificerede risici for forsinkelse af ombordudrustningen, har Banedanmark udarbejdet en række scenarier for, hvorledes risikoen i forhold til ombordudrustningen kan håndteres. Disse præsenteres i dette kapitel.<sup>96</sup>

## 16.1 Indramning

Som redegjort for i kapitel 15 er det både Deloitte og Banedanmarks vurdering, at det er alt overvejende sandsynligt, at der ikke vil kunne udrustes et tilstrækkeligt antal tog til at understøtte infrastrukturudrulningsplanen – selv i et scenarium hvor denne er lettere forsinket, jævnfør vurdering af, at infrastrukturudrulningen i især øst er forsinket med omkring et år.

Hvis et tog ikke er udstyret med den nye signalteknologi, kan det ikke køre ind på en strækning, som er udstyret med den nye signalteknologi. Derfor er

ibrugtagningen af det nye signalsystem nødt til at afvente, at der er et tilstrækkeligt antal tog til rådighed til, at den forudsatte trafik på en strækning kan køres.

Hvis ibrugtagningen af det nye signalsystem udskydes, betyder det i udgangspunktet, at elektrificeringen af en strækning udskydes tilsvarende. Alternativt skal det nuværende signalsystem gøres klar til at strækningen elektrificeres (kaldes immunisering). Man skal altså immunisere strækningen før den elektrificeres. Dette er i sig selv dyrt og ikke uden risici (både økonomisk og tidsmæssigt).

Elektrificeringen er en forudsætning for, at alle DSBs nye ellokomotiver (indsættes 2020-2022) kan nyttiggøres i den sjællandske regionaltrafik, og at fremtidens tog (planlagt indsættelse 2024-2029) kan nyttiggøres i landsdelstrafikken til Aarhus og videre til Aalborg/Aalborg lufthavn. Til gengæld leveres de nye tog udrustet med det nye signalsystem, så når disse tog er leveret, kan alle de strækninger, som de kører på, udrustes med det nye signalsystem.

Idet det er helt centralt at minimere konsekvenserne af udrulningen af det nye signalsystem for passagerne, så har Banedanmark undersøgt et grundscenarium, hvor strategien for landsdelstrafikken og den

<sup>96</sup> Dette kapitel er udarbejdet af Banedanmark



Disse strækninger fremgår i grøn farve af Figur 16.1:

Det materielbaserede grundscenarium indbefatter, at EDL strækningen vest for Lillebælt reduceres til kun at omfatte Lindholm – Frederikshavn, mens strækningen mellem Hobro- Lindholm vil blive inkluderet i udrulningen mellem Aarhus-Lindholm. Det vil også betyde, at den nuværende IC3-betjening til Frederikshavn ikke kan fortsætte.

Idet Deloitte's analyse viser, at det ikke er realistisk, at IC3-togene kan være klar til at køre landsdelstrafikken i noget scenarie, og det vurderes uacceptabelt, at der ikke køre landsdelstrafik til Aalborg, så vil dette være en nødvendighed i alle udrulningsscenarioer.

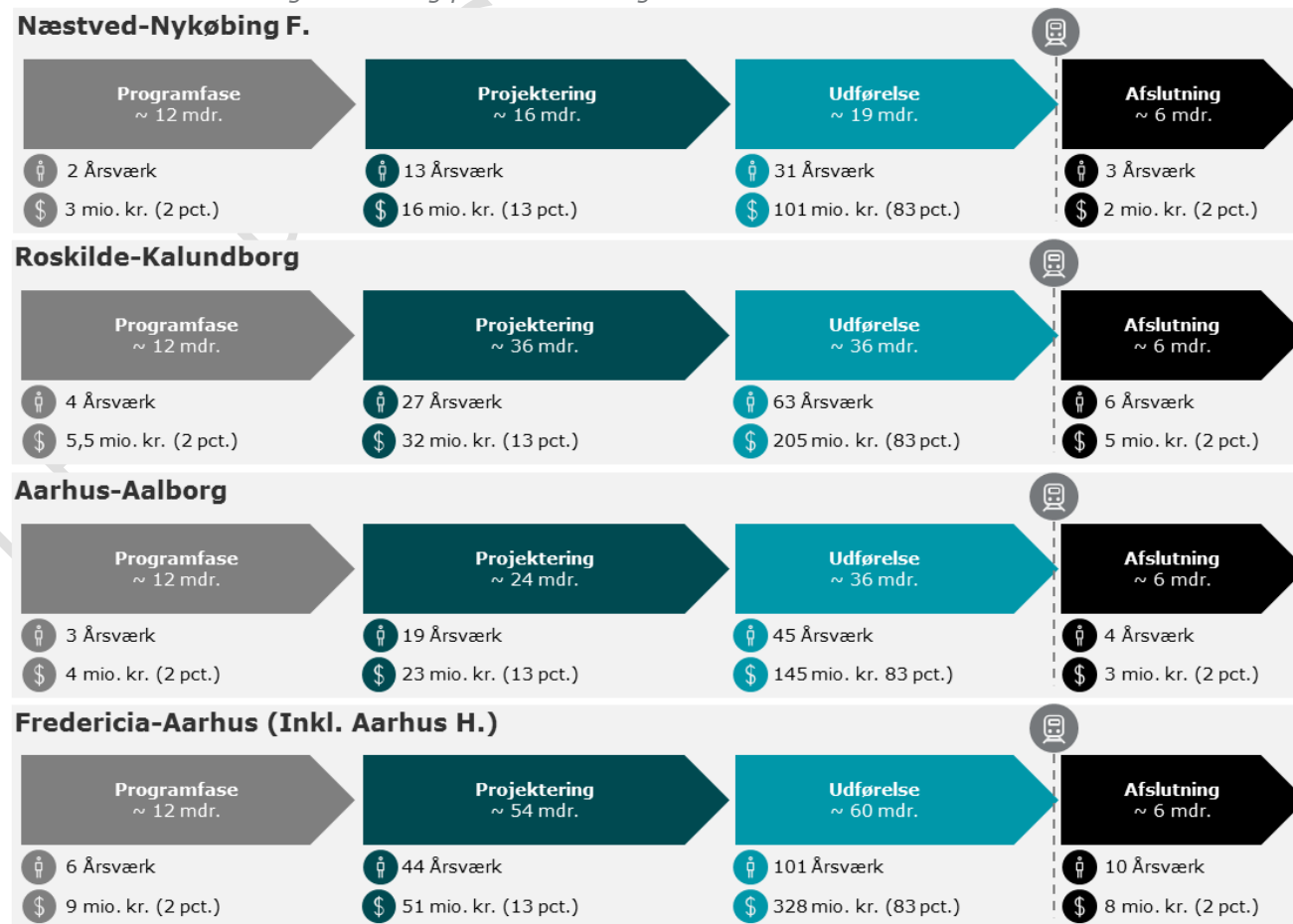
### 16.3 Følgenvirkninger ved gennemførelse af materielbaseret grundscenarium

Følgenvirkningerne af at gennemføre det materielbaserede grundscenarium kan opgøres på følgende parametre:

- Immunisering
- Trafikstyring
- Vedligehold og fornyelse af eksisterende signalsystem
- Behov for at etablere nye anlægsprojekter i eksisterende signalteknologi
- Ekstraudgifter i Signalprogrammet

Samlet set estimeres det materielbaserede grundscenarium at medføre merudgifter for til ca. 4,4 mia. kr.

Tabel 16.1. Ressource og tidsforbrug på immunisering.



Kilde: Banedanmark.



## Immunisering

Som det også fremgår ovenfor, så vil en udskydelse af det nye signalsystem medføre at nedenstående strækninger skal immuniseres:

- Næstved – Nykøbing F.
- Roskilde - Kalundborg
- Aarhus – Aalborg
- Fredericia – Aarhus

I Tabel 16.1 på den forudgående side opsummeres tid og økonomi pr. strækning. Som det fremgår, så vil koste op mod 1 mia. kr., at immunisere ovenstående fire strækninger, og det vil tage omkring otte år før immuniseringsprojektet vil være afsluttet.

Dertil kommer, at det at immunisere i sig selv er en kompliceret opgave. Det skyldes, at arbejdet med gamle signalsystemer kræver særlige kompetencer (projekteringsressourcer, validatorer og montører). Disse er allerede knappe ressourcer i dag.

Således udgør disse ressourcer typisk den mest kritiske ressource i allerede planlagte fornyelses- og vedligeholdelsesprojekter. Det er samtidig de ressourcer, der skal anvendes til at holde eksisterende signalanlæg i drift i længere tid. Banedanmark har identificeret en række tiltag til at skaffe flere ressourcer, men det er Banedanmarks vurdering, at det samlede pres på disse ressourcer vil udgøre en markant risiko for, at det materielbaserede grundscenarium ikke kan gennemføres som planlagt.

Deloitte har gennemført en analyse af ressourcebehov ved immunisering (se Boks 16.2). Analysen understøtter Banedanmarks analyse. Deloitte konkluderer, at igangsættelse af immuniseringsprojekterne i mate-

rielbaserede grundscenarium vil betyde, at Banedanmark ikke kan nå at opkvalificere nyuddannede ressourcer til at varetage de tekniske opgaver.

Deloitte's analyse konkluderer endvidere, at muligheden for at overkomme de identificerede flaskehalse i grundscenariet vil kræve en intensiv uddannelse af eksisterende ressourcer inden for sikring, idet efteruddannelse af nyuddannede vil tage for lang tid i forhold til den forventede tidsplan for immunisering i grundscenariet.

Såfremt ERTMS udrulles på flere strækninger, og immunisering begrænses til færre strækninger, vil uddannelsesbehovet begrænses. Dog vil allokering af ressourcer til immunisering kræve en skarp prioritering af eksisterende ressourceanvendelse på andre Banedanmark projekter.

Deloitte's analyse underbygger desuden, at der er mulighed for at trække på internationale kompetencer indenfor montører, men at sikringsteknikerne skal overvåges af sikringsansvarlige fra Danmark. Flaskehalse indenfor projektering, validering og ibrugtagning kan ikke løses ved international rekruttering. Flaskehalsene for disse typer ressourcer skal derfor imødegås ved at identificere mulige kandidater i det dansktalende marked, som kan opkvalificeres.

Endelig er der usikkerhed omkring, hvorvidt eller i hvilket omfang eksisterende normer kan anvendes i forhold til det nye kørestrømsanlæg.

På baggrund af den kompleksitet og usikkerhed, der knytter sig til immuniseringsprojekterne, så indgår det også i Banedanmarks analyse, hvilke initiativer, der kan gennemføres for at reducere de negative konsekvenser ved gennemførelse af det materielbaserede

### *Boks 16.2. Deloitte's analyse af ressourcebehov ved immunisering*

Som en del af Banedanmarks analyse af omkostninger ved immunisering, har Deloitte udarbejdet en analyse af, hvor lang tid det tager at uddanne de nødvendige ressourcer til at gennemføre et immuniseringsprogram samt mulighederne for at trække på internationale kompetencer/ressourcer.

Med udgangspunkt i Banedanmarks ønske om, at af-dække ressourcebehovet ved immunisering af udvalgte strækninger har Deloitte opgjort det forventede ressourcebehov indenfor hver af de kritiske ressource-typer til immunisering. Data anvendt til analysen er stillet til rådighed af Banedanmark og knytter sig til Banedanmarks indledende analyse af forventede omkostninger og tidsforbrug ved immunisering af de analyserede strækninger

Kilde: Banedanmark.

grundscenarium. Dette er nærmere beskrevet nedenfor.

## Trafikstyring

Banedanmarks udrulningsplan for Signalprogrammet fra 2016 forudsatte en landsdækkende udrulning af det nye signalsystem frem til 2023, hvor trafikstyringen skulle reduceres fra 14 trafikstyringscentraler til to. I Banedanmarks materielbaserede grundscenarium er udrulningen af en række strækninger udskudt, mens andre strækninger slet ikke tænkes udrullet. Dette betyder, at en række tjenestesteder, som oprindeligt var forudsat nedlagt og erstattet af TCC Øst hhv. Vest, nu skal bevares i en længere årrække, hvilket er forbundet med en meromkostning, hovedsageligt til aflønning af trafikledere og uddannelse af nye trafikledere.

Gennemførelse af det materielbaserede grundscenarie vil være ensbetydende med, at Banedanmark frem til 2029 skal styre trafikken i to forskellige systemer, hvilket vil kræve ekstra ressourcer.

Banedanmark har på den baggrund foretaget en beregning af meromkostningerne til at styre trafikken, som efterfølgende er blevet eksternt kvalitetssikret af Deloitte.

Beregningen viser, at det ved gennemførelsen af grundscenariet vil koste ca. 1,2 mia. kr. i skønnede merudgifter til bemanning af trafikstyringen samt til uddannelse af nye trafikledere frem til 2029.

## Ekstra vedligeholdelsesudgifter

Det materielbaserede grundscenarium betyder, at en lang række af de nuværende signalsystemer vil skulle levetidsforlænges frem til 2029.

Banedanmark har gennemført en undersøgelse heraf, og kan konkludere, at det vil være teknisk muligt at sikre det teknologiske, vedligeholdelsesmæssige og sikkerhedsmæssige grundlag for infrastrukturen frem til 2030 under forudsætning af, at de nødvendige finansielle rammer tilvejebringes.

Det skal dog bemærkes, at anlæggene løbende bliver ældre og ældre, og risikoen for store udfald alt andet lige vil stige, hvilket i sig selv vil betyde større trafikale påvirkninger, men det er Banedanmarks vurdering, at den samlede fejlrate ikke vil ændre sig markant. Idet fejls påvirkning på trafikken er meget forskellig, så er det vanskeligt at vurdere, hvad det øgede fejlbeløb vil betyde for kundepunktigheden.

Banedanmarks beregninger viser, at der skal anvendes ca. 1,3 mia. kr. mere til at vedligeholde og forny det nuværende system frem til og med 2029. Dette kommer oven på de meromkostninger til vedligehold af det eksisterende system, der blev oplyst ifm. re-planlægningen af Signalprogrammet i efteråret 2016.

## Plan B for Den nye Bane København-Ringsted og infrastrukturprojekter i Nordjylland

### *Ny bane København-Ringsted*

Banedanmark kan som bekendt konstatere en forsinkelse fra Alstom med at bygge det nødvendige ombordudstyr ind i de tog, som skal køre på Den nye Bane København – Ringsted, der skal være klar til ibrugtagning i december 2018.

Da det nye signalsystem kun kan anvendes af tog, der har det nødvendige ombordudstyr indbygget, kan den nye bane ikke betjenes, uden at tilstrækkeligt mange tog er ombyggede.

Det vurderes som usandsynligt, at Alstom i noget scenarium kan have udrustet det nødvendige antal tog til at trafikere den ny bane ved udgangen af 2018. Derfor er det i alle scenarier nødvendigt at implementere en Plan B i forhold til København-Ringsted.

Plan B indebærer, at den nye bane mellem København og Ringsted midlertidigt tages i brug med traditionel signalteknologi, hvorfor der med gennemførelse af denne plan vil betyde, at både tog med og uden det nye ombordudstyr indbygget vil kunne køre på strækningen efter åbningen.

Det følger af det materielbaserede grundscenarium, at der vil gå en årrække, inden det nye signalsystem kan ibrugtages, hvorfor udgangspunktet vil være, at der skal etableres flere blokke samt et stationssikringsanlæg ved Køge Nord. Dette er uddybende beskrevet i selvstændigt beslutningsgrundlag for Plan B for København – Ringsted.

Banedanmark har estimeret, at merudgifter forbundet med midlertidig ibrugtagning af København-Ringsted med traditionel signalteknologi udgør cirka 0,25 mia. kr.

### *Infrastrukturprojekter i Nordjylland*

I Nordjylland skal Banedanmark i de kommende år gennemføre flere store infrastrukturprojekter. Det nye signalsystem er planlagt ibrugtaget på strækningen (Hobro) -Frederikshavn i 2018, og i 2020 er følgende større infrastrukturprojekter planlagt ibrugtaget:

- Ny bane til Aalborg Lufthavn
- Dobbeltspor ved Lindholm og Hjørring
- Fornyelse (Hobro)-Aalborg
- Hastighedsopgradering (Hobro)-Aalborg til 200 km/t.

Ovenstående fire projekter er planlagt ud fra en forudsætning om, at strækningen (Hobro)-Frederikshavn var ibrugtaget med nyt signalsystem (ERTMS).

Det vurderes som usandsynligt, at Alstom i noget scenarium kan have udrustet det nødvendige antal tog til at gennemføre trafikken til Aalborg ved udgangen af 2018. Derfor er Banedanmark nødt til at reducere early deployment strækningen i vest til strækningen nord for Aalborg. Dermed bliver strækningen Hobro-Aalborg en del af udrulningsstrækningen Aarhus-Hobro, der, som der redegøres for senere, først forventes at kunne etableres med det nye signalsystem i 2024.

Det forventes fortsat muligt at ibrugtage strækningen Frederikshavn til Lindholm med udgangen af 2018 med Nordjyskes tog, hvilket dermed forventes at blive early deployment strækning i vest.

Konsekvensen af opdelingen af early deployment strækningen i vest er som minimum, at fornyelsesprojektet og hastighedsopgraderingen i 2020 må ibrugtages midlertidigt i eksisterende signalteknologi. Det vurderes, at næsten alle de nødvendige infrastrukturarbejder til hastighedsopgraderingen til 200 km/t kan gennemføres i 2020, således at hastighedsopgraderingen i 2024 kan ibrugtages, når det nye signalsystem udrulles (indtil da vil strækningshastigheden være uændret 120 km/t). Til gengæld vil det være nødvendigt at lave en del arbejder i signalanlægget ved Hobro til en forventet pris på i størrelsesordenen ■ mio. kr. Det skal endvidere analyseres, om den nuværende trafikstyringsmodel, hvor der køres på telefonisk af- og tilbagemelding, skal opgraderes. Idet hele signalsystemet stod til umiddelbar udskiftning har det ikke været inkluderet i fornyelsesarbejderne på strækningen, at der skulle laves en mere sikker løsning, men

givet at strækningen nu forventes udskudt til 2024, skal det analyseres, om det er nødvendigt af sikkerhedsmæssige årsager at lave en minimums-sikkerhedsløsning. En sådan løsning er ikke prissat på nuværende tidspunkt.

I forhold til projekterne Ny bane til Aalborg lufthavn, dobbeltspor Lindholm og dobbeltspor Hjørring, der ibrugtages i 2020, så arbejder Banedanmark med flere forskellige scenarier.

I grundscenariet er det nødvendigt at ibrugtage Aalborg lufthavnsbane samt dobbeltsporet ved Lindholm med konventionelle signaler i 2020, og det vil forventeligt være uforholdsmæssigt dyrt at ibrugtage dobbeltspor ved Hjørring, før der rulles ERTMS ud på strækningen Aarhus-Aalborg/Aalborg lufthavn i 2024, idet små ændringer i signalsystemet er meget dyre. Der vil dog blive optaget forhandlinger med leverandøren om en mulig løsning, der kan holdes inden for budgettet for projektet, ligesom det undersøges, om anlægsarbejderne gennemføres som planlagt eller samtidig med, at signalanlægget etableres i 2024. En konsekvens heraf vil være, at transitionszonen skal flyttes mod nord. Når det ikke er muligt at ibrugtage de to dobbeltsporsprojekter tidligere, så skyldes det, at de begge ligger helt eller delvist på den strækning, der udstyres med det nye signalsystem i 2018 (altså før de anlægges), og vurderingen er, at det vil være meget dyrt alene at ibrugtage disse to projekter i det nye signalsystem. I den reviderede plan forudsættes de fire Nordjyske projekter udført som følger:

- Ny bane til Aalborg Lufthavn og dobbeltspor ved Lindholm ibrugtages i 2020 med eksisterende signalsystem.
- Fornyse (Hobro)-Aalborg ibrugtages i eksisterende signalsystem i 2020.

- Hastighedsopgradering (Hobro)-Aalborg forberedes i 2020, og ibrugtages sikringsteknisk i forbindelse med en senere ibrugtagning af nyt signalsystem.
- Dobbeltsporet ved Hjørring ibrugtages i forbindelse med nyt signalsystem i 2024.

Banedanmark undersøger imidlertid også et scenarium, hvor transitionszonen placeres syd for Lindholm, således at lufthavnsbanen samt dobbeltspor Lindholm og Hjørring kan ibrugtages med det nye signalsystem. Det vil betyde, at kun nordjyskes tog i en periode kan køre nord for Aalborg, indtil der er ombordudstyret tilstrækkeligt med IC3-tog i forventeligt 2023/2024.

Banedanmark fremlægger selvstændigt beslutningsgrundlag for nordjyllandsprojekterne på linje med beslutningen om plan B for København-Ringsted-banen, da beslutningen om nordjyllandsprojekterne også skal træffes i 2017.

Banedanmark har estimeret, at merudgifter forbundet med realisering af de fire nævnte projekter udgør cirka ■■■ mia. kr.

## Ekstraudgifter i Signalprogrammet

Det materielbaserede grundscenarium vil medføre økonomiske konsekvenser for Signalprogrammet.

Replanlægning af strækninger vil skulle gennemføres via change request-modellerne i leverandørkontrakterne, indbefatter forhandling med leverandører, hvilket vil indebære merudgifter som beskrevet i afsnittet vedrørende aflysning af strækninger i kapitel 9 om optimeret udrulning. Hertil kommer merudgifter til forlænget levetid for programorganisationen.

Reduktioner i antallet af tog, der skal udstyres med ombordudstyr vil derimod indebære mindreudgifter.

Det samlede skøn for de økonomiske konsekvenser i Signalprogrammet udgør cirka [redacted] mia. kr. fordelt på en merudgift på cirka [redacted], cirka 0,7 mia. kr. til forlænget levetid for programorganisationen samt en mindreudgift på cirka [redacted]

Det skal bemærkes, at beregningerne bygger på en forudsætning om, at [redacted]

I kapitel 17 beregnes omkostningerne for programorganisationen ved den nye ramme for det udrulningsscenarium, som Banedanmark foreslår at arbejde videre indenfor.

### Samlet økonomi

De skønnede økonomiske konsekvenser ved det materielbaserede grundscenarie fremgår af Tabel 16.3.

Tabel 16.3 Skønnede merudgifter (mia.kr, PL2017).

Revideret udrulningsplan	Merudgift 2018-2030
Immunisering	1,0
Trafikstyring	1,2
Vedligeholde af eksisterende signaler	1,3
Nyanlæg med eksisterende signalteknologi	0,5
Merudgifter til Signalprogram	[redacted]

Kilde: Banedanmark.

## 16.4 Reduktion af de negative konsekvenser ved det materiel-baserede grundscenarie

Som redegjort for tidligere knytter der sig store økonomiske omkostninger til det materielbaserede grundscenarium, ligesom der knytter sig markante risici til scenariet, da Banedanmark skal arbejde i gamle signaler, hvilket igen forudsætter ressourcer, som Banedanmark på nuværende tidspunkt ikke har. Det materielbaserede grundscenarium ændrer derudover også det samlede risikobillede, da en del af de risici, som i den oprindelige plan lå hos jernbanevirksomhederne, nu er mere udtalte for infrastrukturprojekterne.

Derfor har Banedanmark sat fokus på de strækninger, hvor det vurderes, at der kan skabes en materiel løsning, der muliggør udrulning af det nye signalsystem, således at omkostningerne til især immunisering, men også signalvedligehold og fornyelse reduceres.

Idet tiltagene baserer sig på, at de først effektueres når der er sikkerhed for at have et givent antal tog til rådighed for den pågældende strækning, skal tiltagene ses som successive tilvalg.

Der er i prioriteret rækkefølge tale om omkostningsreducerende tiltag knyttet til følgende strækninger:

- Ringsted – Nykøbing F.
- Vejle – Struer
- Roskilde – Kalundborg
- Aarhus – Lindholm/Aalborg lufthavnsbane
- Fredericia – Aarhus

Disse tiltag beskrives nedenfor i forhold til begrundelsen for valg af prioritering samt deres trafikale konsekvens.

De nedenstående scenarier baserer sig på, at dobbelt-dækker styrevognene (ABs) er udrustet, så de kan køre i sædvanlig konfiguration med et af DSBs nye el-lokomotiver.

## Ringsted – Nykøbing Falster

Banedanmark planlægger at fremrykke elektrificeringen af strækningen Ringsted-Næstved, således at der kan køres el-tog til Næstved via Ringsted fra udgangen af 2021. Derefter rulles der ERTMS ud i 2022-2023, således at strækningen Næstved-Nykøbing F kan elektrificeres i 2024.

Årsagen til, at denne strækning prioriteres først, er, at der knytter sig betydelige vedligeholdelsesomkostninger til at levetidsforlænge de eksisterende signalanlæg, ligesom signalanlæggene er nogle af dem, som vurderes vanskeligst at vedligeholde, hvorfor det vil kræve væsentlige reinvesteringer.

Hertil kommer omkostningerne til immunisering af strækning på ca. 125 mio. kr. Det vil tage ca. 5 år at gennemføre immuniseringen samt yderligere ½-1 år at elektrificere strækningen. Således vil strækningen kunne være elektrificeret som forudsat i 2023, hvis beslutning om immunisering træffes nu.

Når det nye signalsystem er udrullet på strækningen i 2023, skal strækningen betjenes af ABs-vogne med et af DSBs nye ellokomotiver som trækraft. Dermed allokteres dele af ABs-vognene til Ringsted-Nykøbing Falster. Dette kan lade sig gøre, fordi, som det vil blive redegjort for senere, at strækningen Roskilde-Holbæk foreslås immuniseret, således at den strækning ligeledes kan betjenes af DSBs nye el-lokomotiver fra 2022.

Endvidere skal det bemærkes, at der kun skal udrustes ganske få (ca. 15) IC3 tog, kombineret med Abs-vogne, for at kunne opretholde den trafikale betjening af strækningen. Derfor prioriteres denne strækning, som det første omkostningsreducerende tiltag.

I forhold til grundscenariet reduceres de forventede merudgifter med omkring ■ mio. kr., fordelt på henholdsvis ■ mio. kr. til vedligehold af det eksisterende signalsystem og omkring 120 mio. kr. til immunisering. Heri er ikke indregnet merudgifter til trafikstyring og ændringer i programorganisation.

## Vejle – Struer

Signalanlæggene på strækningen Vejle-Struer vurderes som en af de vanskeligste at vedligeholde i den nuværende signalteknologi. Det er endvidere her, at den største reduktion af ekstra vedligeholdelsesomkostninger opnås (netto ca. 0,2 mia. kr.). Hvis strækningen udrustes med ERTMS, uden at det vil være muligt at indsætte IC3, går tabet ud over et overskueligt antal passagerer. Derfor prioriteres denne strækning som det andet af de omkostningsreducerende tiltag.

Strækningen Vejle-Struer betjenes i dag af IC3 tog og IC4. Strækningen overgår til udbudt trafik i december 2020 og vil fra det tidspunkt alt overvejende blive betjent af Lint 41 og Desiro-tog, der vurderes at kunne være fittet juni 2020 hhv. juli 2019, jævnfør den realistiske fitment plan.

Det er aftalt, at strækningen efter omlægning til udbudt trafik skal betjenes med fire daglige tog i hver retning, som kører mellem Struer og København.

Imidlertid befærdes strækningen også af fem IC3 tog. Materielanalysen viser, at der ultimo 2020 er ombordudrustet ca. 20 tog uden forudsatte mitigerende tiltag, jævnfør at det vil være det samlede behov for IC3-tog til Ringsted-Nykøbing Falster og Vejle-Struer. Hvis der ikke er udrustet 13 IC3-tog plus reserve ultimo 2021, så prioriteres Ringsted-Nykøbing Falster, og konsekvensen vil være, at den planlagte begrænsede IC3-betjening på strækningen Vejle – Struer må opgives. Det vurderes dog, at denne risiko opvejes af den markante reduktion af risikoen for store nedbrud med stor trafikal betydning ved at fastholde den nuværende tidsplan for udrustning af strækningen.

I forhold til det materielbaserede grundscenarie reduceres de forventede merudgifter som tidligere beskrevet, med omkring ■ mia. kr. til vedligehold af det eksisterende signalsystem. Heri er ikke indregnet merudgifter til trafikstyring og ændringer i programorganisation.

### **Roskilde-Holbæk**

I det materielbaserede grundscenarie forudsættes det som udgangspunkt, at der skal immuniseres hele vejen fra Roskilde til Kalundborg, hvilket forventes at gøre det muligt at ibrugtage el-materiel i løbet af 2024-2025. Dette giver tre til fire års forsinkelse i forhold til den nuværende plan om ibrugtagning af elektrificering ultimo 2021 og det vil være meget omkostningstungt (ca. 250 mio. kr.) at immunisere hele vejen til Kalundborg.

På den baggrund anbefaler Banedanmark kun at immunisere strækningen Roskilde – Holbæk (inkl. Holbæk station). Det vil reducere forsinkelsen af elektrificeringen til maksimalt ét år og reducere immunise-

ringsomkostningerne til ca. 110 mio. kr. Det vil således være muligt for DSB at bruge de nye el-lokomotiver på denne strækning i løbet af 2022 (der bruges ca. 4 år på immunisering samt ca. et halvt år på efterfølgende elektrificering).

Konsekvensen vil være, at nogen eller alle passagerer, der rejser gennem Holbæk station fra eller til strækningen mod Kalundborg, vil skulle skifte tog, svarende til situationen for rejsende mod Nykøbing Sjælland.

Strækningen Holbæk-Kalundborg kan betjenes med nogle gennemkørende tog til København i myldretiden og i den øvrige tid med tog, der kører isoleret på strækningen.

Herefter udrulles ERTMS på hele strækningen Roskilde – Kalundborg, hvilket forventes afsluttet ca. 2 år senere (altså i løbet af 2024). Når strækningen Holbæk-Kalundborg ibrugtages med ERTMS, vil det være nødvendigt at køre strækningen med ombordudrustet dieselmateriel, imens strækningen elektrificeres.

I forhold til grundscenariet reduceres de forventede merudgifter med omkring ■ mio. kr., fordelt på henholdsvis ■ mio. kr. til vedligehold af det eksisterende signalsystem og omkring 110 mio. kr. til immunisering. Heri er ikke indregnet merudgifter til trafikstyring og ændringer i programorganisation.

### **Aarhus-Lindholm**

Det fjerde omkostningsreducerende tiltag vedrører fastholdelse af udrulning af ERTMS på strækningen Aarhus – Lindholm/Aalborg lufthavnsbane før elektrificering.

I det materiel-baserede grundscenarie udrulles ERTMS først i 2028-2030, hvorfor strækningen som udgangspunkt immuniseres og elektrificeres, således at den kan betjenes af fremtidens tog efterhånden som de indfases. Det er imidlertid meget omkostningstungt at immunisere strækningen (ca. 175 mio. kr.), og det vil tage ca. syv år at gennemføre.

Der er reelt to alternativer til immunisering. Det ene alternativ er, at der udrustes tilstrækkeligt med IC3-tog til at strækningen kan udrustes med ERTMS og derefter elektrificeres. Det andet er, at strækningen helt eller delvist betjenes som et isoleret løb, når strækningen er udrustet med ERTMS, mens der elektrificeres og frem til fremtidens tog kan overtage betjeningen af strækningen (det lukkede løb håndteres forventeligt med ombordudrustede IC3-tog). Fremtidens tog kan tidligst overtage betjeningen, når der også er elektrificeret mellem Fredericia og Aarhus.

For at udruste strækningen med ERTMS, uden at etablere et helt eller delvist lukket løb, vurderes det at kræve ca. 38 ombordudrustede IC3-tog plus materielreserve, hvis den skal betjenes som en del af landsdelstrafikken. Dette kommer som minimum oven på de 15 IC3-tog plus reserve til Ringsted-Nykøbing Falster samt, alt efter om IC3-betjeningen af Vejle-Struer kan fjernes, også de 5 IC3-tog plus reserve, der er forudsat til Vejle-Struer-strækningen. Der skal altså være udrustet mellem 53 og 58 IC3-tog plus reserve.

Deloitte's afdækning af risikoprofilen for udrustning af IC3-togene viser, at alle IC3-togene kan være udrustet ultimo 2021. Baseret på Deloitte's analyse vedr. risici i forbindelse med ombordudrustningen er Banedanmark enig i, at der hertil skal lægges en risikobuffer på et til to år, hvorfor Banedanmark tidligst kan

regne med en fuld udrustet IC3-flåde ultimo 2023. Det er således muligt ved at udskyde ibrugtagningen af Aarhus – Lindholm/Aalborg lufthavn med flere år og herved undgå de betydelige immuniseringsomkostninger.

Hvis man eventuelt nøjes med at sikre gennemførelse af lyntogene mellem København og Aalborg, er det muligt at nøjes med et mindre antal IC3 tog, men dette ligger dog i udgangspunktet udenfor det materielbaserede udrulningsscenarie.

I forhold til grundscenariet reduceres de forventede merudgifter med omkring ■ mio. kr., fordelt på henholdsvis ■ mio. kr. til vedligehold af det eksisterende signalsystem og omkring 175 mio. kr. til immunisering. Heri er ikke indregnet merudgifter til trafikstyring og ændringer i programorganisation.

### **Fredericia-Århus**

I det materielbaserede grundscenarie skal strækningen mellem Fredericia-Aarhus immuniseres. Det skønnes at koste ca. 400 mio. kr. og tage ca. 7 år.

For at undgå denne udgift via ERTMS udrulning før elektrificering er det en forudsætning, at reelt alle IC3-tog er ombordudrustet, da der i lyset af strækningens betydning ikke kan stilles spørgsmål ved kravet til opretholdelse af alle direkte togforbindelser mellem København og Aarhus. Deloitte's afdækning af risikoprofilen for udrustning af IC3-togene viser, at alle IC3-togene, i det realistiske scenarium, kan være udrustet ultimo 2021. Baseret på Deloitte's analyse vedrørende risici i forbindelse med ombordudrustningen er Banedanmark enig i at der hertil skal lægges en risikobuffer på et til to år, hvorfor Banedanmark tidligst kan regne med en fuld udrustet IC3-flåde ultimo 2023.



Det vurderes således at være muligt, ved at udskyde ERTMS ibrugtagningen af Fredericia – Aarhus med et år, og herved undgå betydelige immuniseringsomkostninger.

I forhold til det materielbaserede grundscenarie reduceres de forventede merudgifter med omkring ■ mia. kr., fordelt på henholdsvis ■ mia. kr. til vedligehold af det eksisterende signalsystem og omkring 0,4 mia. kr. til immunisering. Heri er ikke indregnet merudgifter til trafikstyring og ændringer i programorganisation.

KOMMERCIELT FORTROLIG

# 17 Ramme for revideret udrulningsplan

På baggrund af ovenstående scenarier har Banedanmark udarbejdet et samlet oplæg til rammerne for en ny udrulningsplan

## 17.1 Baggrund<sup>97</sup>

På baggrund af de gennemgåede scenarier i kapitel 16 kan rammerne for en revideret udrulningsplan opdeles i fire hovedgrupper:

1. Først fokuseres på at få EDL strækninger i drift og afsætte tilstrækkelig tid til, at de fejl, der på baggrund af erfaringerne fra S-banen må forventes at blive fundet på EDL'erne, kan løses, inden systemet rulles videre ud på resten af nettet. Dette svarer til Deloitte's anbefaling i rapportens del II.
2. Dernæst fokuseres på at udrulle det nye signalsystem på de strækninger i Jylland, hvor det alt-overvejende er Lint-tog, der kører, samt strækningen Odense-Svendborg, som befærdes af Desiro-tog. I udrulningsplanen for Jylland tages der dog højde for, at leverandøren skal have fokus på at have et modent system klar til udrulning på

strækningen Fredericia-Aalborg fra primo 2021, hvis der skabes vished for at alle IC3 tog kan være ombygget til da. Hvis leverandøren er færdig før forventet, kan der eventuelt rulles tidligere ud på yderligere strækninger i Jylland.

3. At reducere omkostningerne til immunisering til et minimum ved at signaludruste Ringsted-Nykøbing Falster og Fredericia-Aalborg/Aalborg lufthavn samt Holbæk-Kalundborg samt reducere vedligeholdelsesomkostningerne ved at udruste strækningen Vejle-Struer.
4. Udruste strækningerne København-Esbjerg og København – Sønderborg/Padborg i takt med at der indsættes fremtidens tog. Dermed vil det nye signalsystem først være rullet ud over hele landet i 2029.

Deloitte har gennemgået Banedanmarks oplæg til ramme for ny udrulningsplan og vurderer, at det er det scenarium, der har den største chance for at blive gennemført i forhold til at tilgodese den mest stabile drift for jernbanevirksomhederne i indfasningsperioden (Se afsnit 17.2).

<sup>97</sup> Dette afsnit er udarbejdet af Banedanmark



Tabel 17.1. El-lokomotiver (tallene i parentes angiver en materielreserve)

År/køreplansperiode	Antal i drift
Køreplan 2021 Q1	7 (1)
Køreplan 2021 Q2	19 (1)
Køreplan 2021 Q3	23 (2)
Køreplan 2022	26 (2)

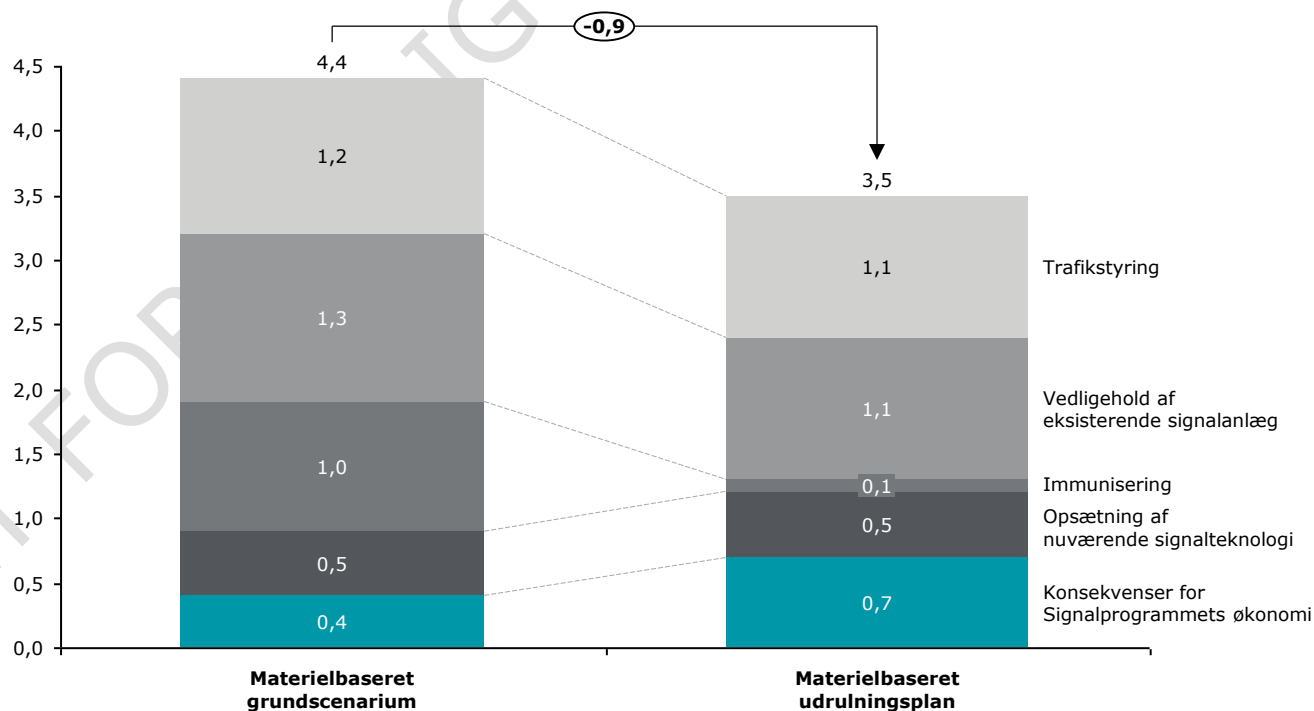
Tabel 17.2. Fremtidens tog (tallene i parentes angiver en materielreserve)

År	Antal i drift
2024 (Køreplan 2025 Q1)	36 (4)
2025 (Køreplan 2026 Q1)	72 (8)
2026 (Køreplan 2027 Q1)	108
2027 (Køreplan 2028 Q1)	144
2028 (Køreplan 2029 Q1)	180
2029 (Køreplan 2030 Q1)	204

Som det fremgår af Deloitte's afdækning af risikoprofilen for udrustning af IC3-togene, konkluderer Deloitte, at alle IC3-togene kan være udrustet ultimo 2021. Baseret på Deloitte's analyse, er Banedanmark enige i at der hertil skal lægges en risiko-buffer på et til to år, hvorfor Banedanmark tidligst kan regne med en fuld udrustet IC3-flåde ultimo 2023.

For at DSB kan afvikle landsdelstrafikken, vurderes det nødvendigt at udruste hele IC3 flåden. Det har været overvejet, om man helt skulle undlade at udruste IC3-togene, men det vil betyde en langt større meromkostning til immunisering, trafikstyring, vedligehold af eksisterende signaler mv., end ved at foretage udrustningen af IC3-togene selv for en kortere periode i drift. De afledte konsekvenser som følge af grundscenariet, hvor IC3-togene ikke udrustes, er

Figur 17.2. Skøn for afledte konsekvenser af grundscenarie og revideret udrulningsplan



Kilde: Banedanmark.

estimeret til cirka 4,4 mia. kr., mens konsekvenserne af den reviderende udrulningsplan er estimeret til cirka 3,5 mia. kr. Grundscenariet medfører dermed en merudgift til afledte konsekvenser på cirka 0,9 mia. kr. Merudgifterne i de to scenarier fremgår af Figur 17.2.

Givet at strækningen Fredericia-Aarhus-Aalborg tidligst kan være elektrificeret i 2024/2025, må Fremtidens Tog starte med at køre mellem København og Syd- og Sønderjylland. For at kunne trafikere denne

strækning vurderes behov for 22 togsæt i drift plus en materielreserve.

Fra 2026 bliver der leveret yderligere 36 togsæt, hvorfor det skønnes, at være muligt, at kunne køre mellem København H – Nord- og Østjylland (suppleret med IC3 togdrift, der løbende udskiftes med Fremtidens Tog).

I 2027 vil der i alt være leveret 108 nye togsæt, og da der skønnes kun at være behov for at have 99 togsæt i drift for at kunne køre mellem København H – Nord- og Østjylland, vil det være muligt at kunne køre på disse strækninger alene med Fremtidens Tog.

Fra køreplanen i 2028 vil Regional øst, Kystbanen og Vestbanen ligeledes kunne befares med Fremtidens Tog.

Tabel 17.3 og Tabel 17.4 viser hvornår de enkelte strækninger vil blive taget i brug med det nye ERTMS-system.

*Tabel 17.3. Revideret udrulningsplan vest for Lillebælt*

Udrulning	Strækning	2016-plan	Revideret plan
EDL Full	Lindholm-Frederikshavn	Medio 2018	Primo 2019
RO8	Struer-Thisted	Primo 2019	Medio 2020
RO5	Langå-Struer	Medio 2019	Medio 2020
RO4	Vejle-Struer	ult. 2020	Primo 2022
RO6	Esbjerg-Holstebro	Medio 2021	Primo 2027
RO7	Skanderborg-Skjern	ult. 2021	Primo 2027
RO1a	Fredericia-Århus	ult. 2022	Primo 2024
RO1b	Århus-Aalborg (Aalborg Lufthavn)	ult. 2023	Medio 2024
RO2	Lunderskov-Esbjerg	ult. 2021	Primo 2026

RO11	Bramming-Tønder	Medio 2022	Primo 2026
RO3	Snoghøj/Taulov-Padborg	ult. 2023	Medio 2026
RO10	Tinglev-Sønderborg	ult. 2023	Medio 2026
RO12	Lillebælt/Taulov-Fredericia	ult. 2023	Medio 2026

Øst for Lillebælt vil den strækningsvise udrulning se således ud.

*Tabel 17.4. Revideret udrulningsplan øst for Lillebælt*

Udrulning	Strækning	2016-plan	Revideret plan
EDL Full	Roskilde-Køge-Næstved	Medio 2018	Primo 2020
RO1	Vigerslev-Ringsted	ult. 2018	Primo 2024
RO10	Odense-Svendborg	ult. 2019	Primo 2021
RO7a	Ringsted-Nykøbing F	ult. 2021	Ultimo 2023
RO8	Roskilde-Holbæk	ult. 2020	Ultimo 2023
	Holbæk-Kalundborg	ult. 2020	Ultimo 2024
RO4	Hk/Vigerslev-Peberholm	ult. 2023	Primo 2024
RO5	Korsør-Lillebælt	Medio 2021	Primo 2028
RO7b	Nykøbing F. Femern	ult. 2028	ult. 2028
RO3	Roskilde-Korsør	Medio 2022	Medio 2029
RO9	Helgoland-Helsingør	ult. 2023	Medio 2029
RO2 (EoG)	København H-Roskilde	ult. 2022	Primo 2030
RO11 (EoG)	København H-Helgoland	ult. 2023	Primo 2030

## Godsoperatører

Banedanmarks reviderede udrulningsplan vil i sagens natur ikke kun påvirke passagertrafikken, men også have indflydelse for jernbanegodsoperatørerne.

For at opnå stordriftsfordele ved indkøb af udstyret til fjernbanen indgik Banedanmark, efter udbud, en rammekontrakt med Alstom om ERTMS-udstyr til rullende materiel og uddannelse af medarbejdere.

De 38 medordregivere (jernbane-, og entreprenør- og infrastrukturvirksomheder) har ingen forpligtelse til at anvende kontrakten. Det har dog været forventningen, at de fleste danske jernbanevirksomheder, herunder DSB, vil afgive ordre, idet rammeaftalen synes at være det økonomisk mest optimale tilbud.

Udbudsmaterialet åbner mulighed for, at såfremt der skulle komme nye jernbanevirksomheder på fjernbanen, vil det være muligt for dem at tilmelde sig rammeaftalen og købe på de i aftalen fastlagte priser og vilkår.

Til dags dato har der dog ikke været rejst ønsker fra andre medlemmer af branchen om at blive optaget som medordregiver.

Der er for nuværende kun indgået kontrakter med Alstom om udrustning af passagermateriel. Men det er vurderingen, at der yderligere kan blive tale om omkring 75 godslokomotiver og et antal arbejdskøretøjer.

Der foreligger på nuværende tidspunkt ikke vished om antallet eller tidspunktet for udrustningen af disse enheder, hvorfor de er udeladt af dette scenario.

Det gennemførte review vil ikke ændre på den rammekontrakt Banedanmark har indgået med Alstom. Endvidere vil det heller ikke påvirke godsoperatørernes mulighed for at søge om at blive kompenseret med op til 50 pct. af de udgifter, de bliver pålagt i forbindelse med overgangen til ERTMS jævnfør den politiske aftale om "En ny Storstrømbro, Holstrebromotorvejen mv." af 21. marts 2013.

## 17.2 Sammenhæng med plan for materieludrustning<sup>98</sup>

Deloitte har analyseret de risici, der knytter sig til at kunne levere den forudsatte mængde tog udrustet med signaludstyr i forhold til den reviderede udrulningsplan, som beskrives i kapitel 16.

Der fokuseres indledningsvist på de leveringsrisici, der knytter sig specifikt til IC3 togene, da det er en grundlæggende forudsætning for den reviderede udrulningsplan, at denne togtype udrustes i rette omfang og til rette tid, hvis omfattende driftsforstyrrelser på den jyske hovedstrækning (Fredericia-Aalborg) skal undgås.

Derefter gennemgås vurderingen af øvrige udvalgte togtyper, som vurderes at være kritiske i forhold til at kunne sikre den nødvendige grad af driftsstabilitet i den alternative udrulningsplan.

---

<sup>98</sup> Dette afsnit er udarbejdet af Deloitte

### Risikoprofil for udrustning af IC3 i forhold til den reviderede udrulningsplan

I udrulningsplanen fra 2016 var det planlagt, at strækningen Fredericia-Aalborg skulle ibrugtages i tre følgende etaper: Hobro-Aalborg i 2018, Fredericia til Århus i 2022 og strækningen fra Århus inkl. Århus H til Hobro i 2023. I den reviderede udrulningsplan er udrulningstakten ændret, idet strækningen Fredericia – Aalborg/Aalborg Lufthavn inkl. Århus H udrustes med det nye signalsystem med ibrugtagning i primo 2024. Samtidig planlægges kommissionering af den nye bane mellem København og Ringsted i starten af 2024, som også skaber et behov for, at samtlige IC3-tog er udstyret med ERTMS.

Som det ses af Figur 17.3 vil denne udrulningsplan sikre, at der er næsten 14 måneders buffertid i forhold til en "worst case" leveringsprofil fra Alstom. Denne buffer kan anvendes til at absorbere de risici, som ikke medtages i simuleringen af leveringsrisici og kan skabe den nødvendige luft, der gør, at det reviderede ibrugtagningstidspunkt fastholdes og at driftsforstyrrelser i videst muligt omfang undgås.

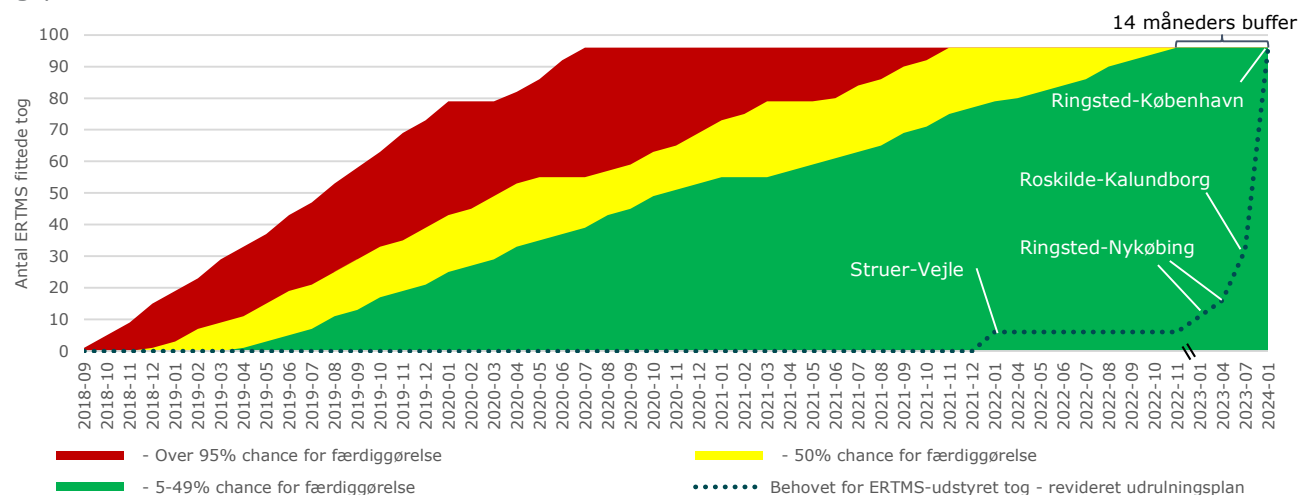
Konsekvensen af den nye udrulningsplan vil i givet fald være, at elektrificeringen af strækningen Fredericia-Ålborg/Aalborg lufthavn skal replanlægges.

Det forventes fortsat muligt, at kunne køre med el materiel til Aarhus H ultimo 2024, idet elektrificeringen af Aarhus H inkluderes i etappen Fredericia-Århus, hvor den tidligere lå på udrulningen mellem Århus og Hobro. Der er dog risiko for, at projektet forsinkes et halvt år til medio 2025. Banedanmark har hidtil planlagt med, at der kunne køre el-tog til Aalborg/Aalborg lufthavn ultimo 2025. Dette vil med den nye plan forventeligt blive ultimo 2026. Tidsplanen afhænger dog

i høj grad af, om leverandørens leveranceplan kan optimeres, så forsinkelsen kan minimeres. Modsat trækker dog, at det, jævnfør erfaringerne med leverandøren, i forvejen er vanskeligt at holde de aftalte tidsplaner.

For IC3-togene gælder, at den reviderede udrulningsplan i særlig grad giver den nødvendige grad af robusthed – ikke blot i forhold til de kvantificerbare risici, som er medtaget i beregningerne, men også i forhold til de øvrige ikke-kvantificerbare risici, som kan påvirke ombordudstysplanen.

Figur 17.3. Leveringsrisici for ombordudstysinstallation i IC3-togene i forhold til behovet i den reviderede udrulningsplan.



Anm.: Ikke-kvantificerbare risici er ikke medregnet.  
Kilde: Deloitte Monte Carlo simulering af fitment plan.

### Effekten af identificerede mitigerende tiltag for udrustning af IC3 togene i forhold til den reviderede udrulningsplan

Risikoen for forsinket levering kan i den reviderede udrulningsplan yderligere reduceres, såfremt ét eller flere af de mitigerende tiltag, som beskrives i rapportens kapitel 15, gennemføres.

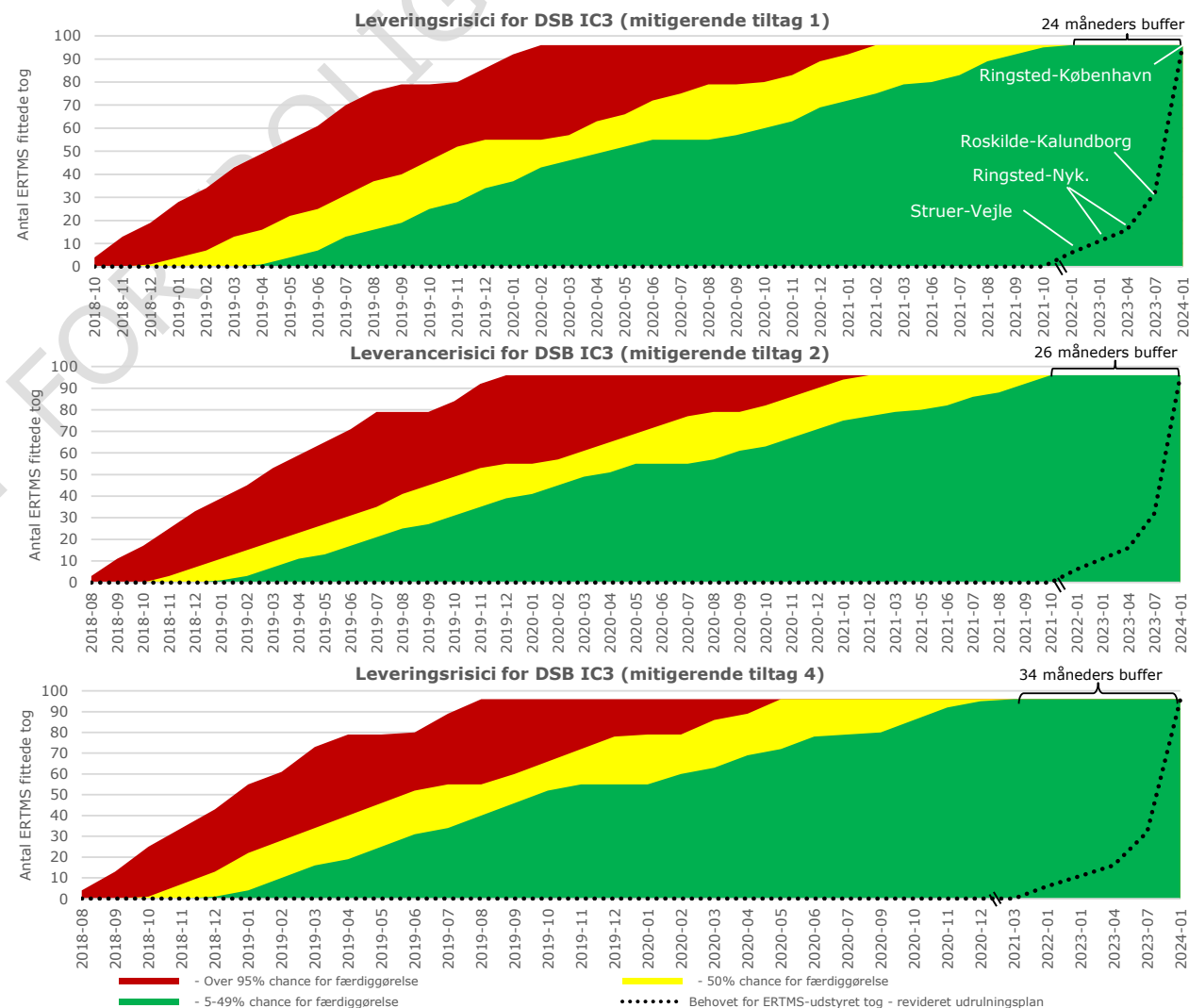
Dette skal ses i sammenhæng med, at reduktionen i antallet af tog, der skal udstyres med ombordudstyr, alt andet lige må gøre det nemmere for jernbanevirksomhederne at acceptere, at flere tog inden for samme kategori tages ud.

Den konkrete effekt af de mitigerende tiltag forventes at variere afhængigt af den enkelte togtype, men de overordnede effekter er generelt sammenlignelige. Derfor anvendes installation af udstyr i IC3-togene som eksempel på tiltagenes effekt i kontekst af den konkrete udrulningsplan.

Såfremt mitigerende tiltag 1 (justering af principaftaler og tillysning af ekstra workshopkapacitet) gennemføres, vil det betyde, at der i tillæg til de ca. 14 måneders tidsbuffer, som allerede er indeholdt i planen kan frigøres yderligere ca. 10 måneders buffer. Effekten af tiltaget vurderes at aftage over tid, idet de fulde 10 måneder som udgangspunkt kun kan realiseres, såfremt tiltaget iværksættes fra starten af installationsperioden (primo 2018).

Såfremt mitigerende tiltag 2 (leverandøren pålægges at gennemføre installationsarbejde i weekender) gennemføres, vil der kunne frigøres yderligere ca. 12 måneders tidsbuffer i forhold til de 14 måneder, som følger med den reviderede plan.

Figur 17.4. De mitigerende tiltags effekt på leveringsrisici for IC-3 togene i forhold til den reviderede udrulningsplan.



Anm.: Ikke-kvantificerbare risici er ikke medregnet.

Kilde: Deloitte Monte Carlo simulering af fitment plan.



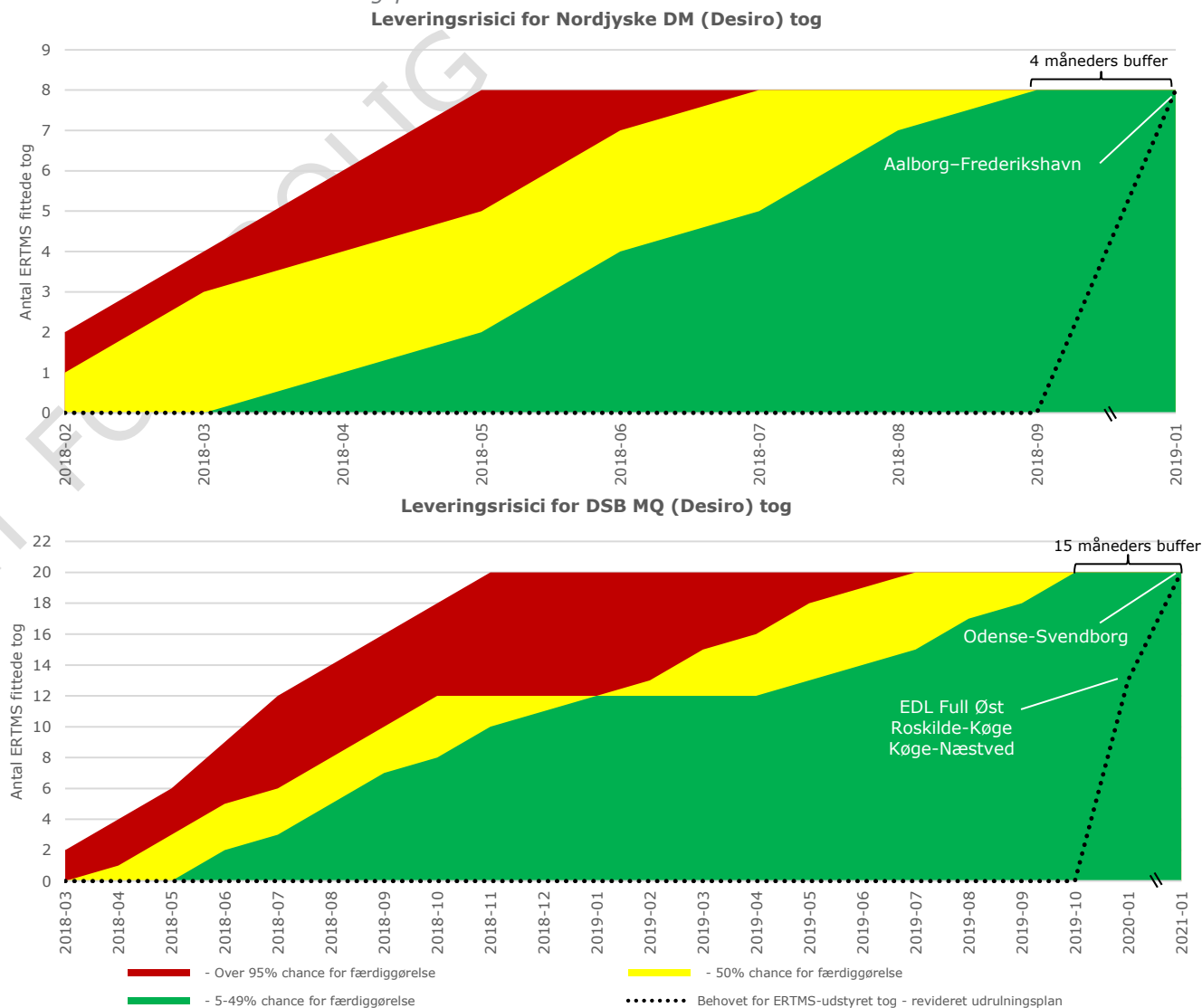
Såfremt tiltag 1 og 2 kombineres, kan der frigøres yderligere 20 måneder i forhold til oprindelige 14 måneder. Samlet set vil kombinationen af mitigerende tiltag således kunne give Signalprogrammet op til 34 måneders tidsbuffer, inden forsinkelser på ombordudstørsplanen kan forventes at have driftsmæssige konsekvenser for den reviderede udrulningsplan. Se Figur 17.4 for effekten af de mitigerende tiltag på IC3-togene.

Banedanmark har i den reviderede udrulningsplan imidlertid valgt ikke at indregne disse effekter, idet der for nuværende ikke er nogen indikation på, at leverandøren vil kunne honorere de foreslåede mitigerende tiltag. Som det fremgår af kapitel 18, vil Banedanmark gå i dialog med leverandøren i forhold til at afdække mulighederne for at kunne iværksætte de mitigerende tiltag, og hvis det viser sig, at leverandøren leverer en bedre fremdrift end forudsat, så vil det være muligt at fremrykke udrulningen af det nye signalsystem på nogle strækninger.

### Øvrige tog-typer

Ud over IC3 kræver den reviderede udrulningsplan, at en række andre togtyper ligeledes bliver udstyret med ERTMS. Tidspunkterne for ibrugtagning af togene er imidlertid ændret med udrulningsplanen, hvorfor risikoprofilen for de enkelte togtyper også er ændret i forhold til den vurdering, der fremgår af rapportens kapitel 15. Risikoprofilen under det alternative udrulningsscenarie gennemgås for hver af de relevante litra herunder.

Figur 17.5. Leveringsrisici for ombordudstørsinstallation i Nordjyske Desiro og DSB MQ (Desiro) tog i forhold til behovet i den reviderede udrulningsplan.



Anm.: Ikke-kvantificerbare risici er ikke medregnet.  
Kilde: Deloitte Monte Carlo simulering af fitment plan.

## Nordjyske DM Desiro

De otte Desiro-tog, som skal befærde EDL nord i Nordjylland, skal i den reviderede udrulningsplan anvendes fra januar 2019. Den hidtidige planlagte ibrugtagningsdato var i august 2018.

Deloitte vurderer, at denne leverance som udgangspunkt er realistisk, men at tidsplanen kun efterlader en mindre tidsbuffer i forhold til at kunne håndtere, de risici, som ikke er medtaget i vurderingen. Her tænkes specielt på en fejl i konvertering af Nordjyskes allerede indhentede APIS til Level 0 drift til en fuld APIS til ERTMS Level 2.

I forhold til den mest realistiske leveringsprofil, vil bufferen være på omkring seks måneder, mens den i "worst case"-profilen vil være reduceret til fire måneder, jævnfør Figur 17.5.

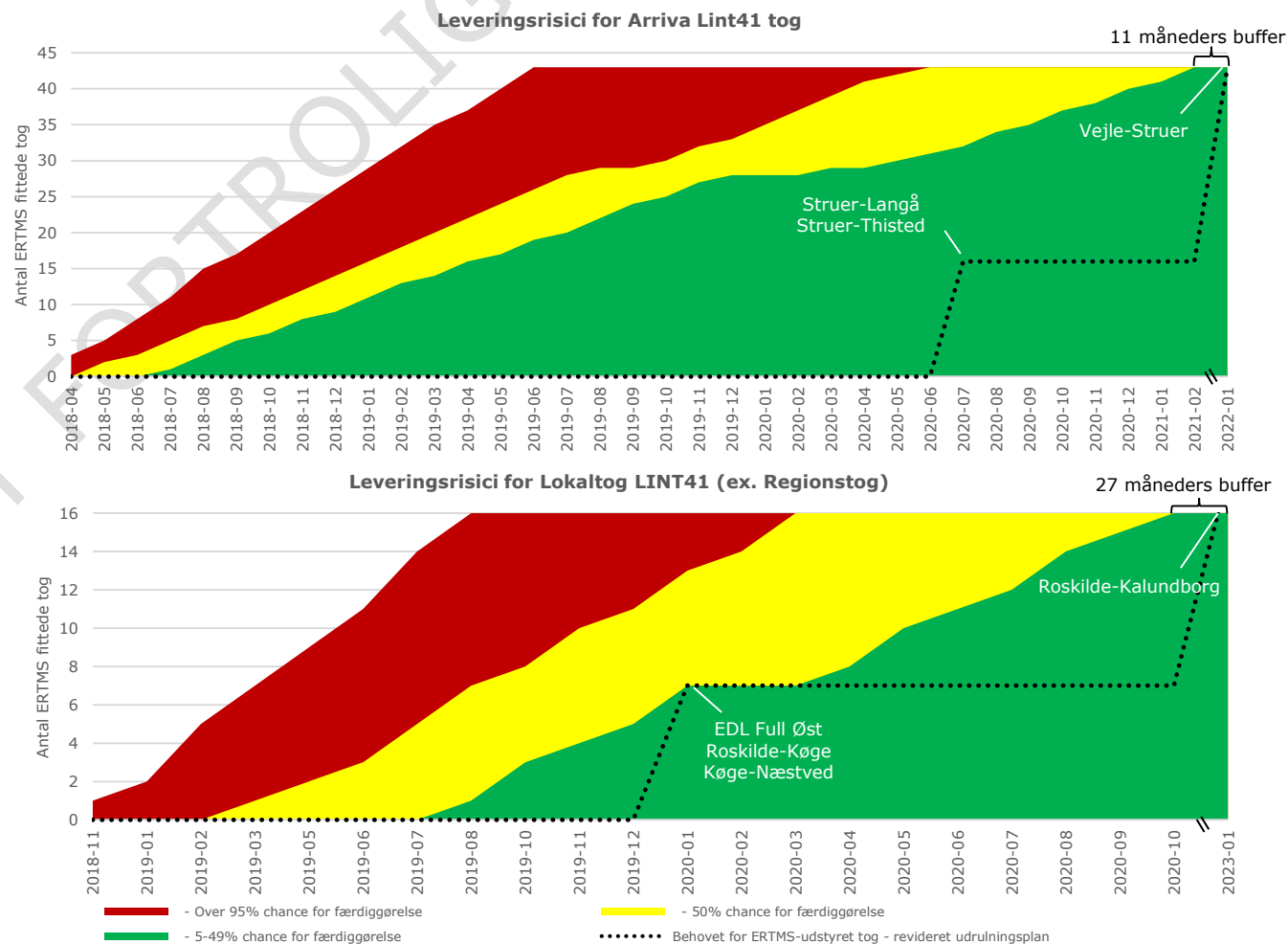
Yderligere udskydelse af EDL Vest nord vurderes at være forbundet med mange andre risici, da EDL-strækningen blandt andet er nødvendig for at kunne påbegynde godkendelse af andre togtyper direkte til APIS Level 2, frem for APIS Level 0.

Det skal bemærkes, at Nordjyske derudover planlægger at få leveret 13 nye Coradia Lint 41 tog, der kommer ombordudrustet fra leverandøren i 2017.

## DSB MQ (Desiro)

DSBs MQ tog skal anvendes på EDL Full øst og også på strækningen mellem Odense og Svendborg. Den oprindelige ibrugtagning af EDL Full øst udskydes i den reviderede udrulningsplan fra september 2018 til januar 2020, hvilket forbedrer den manglende "tidsbuffer" for DSB MQ serie 1 som er beskrevet i rapportens kapitel 15.

Figur 17.6. Leveringsrisici for ombordudstyrsinstallation i Arriva Lint 41 og Lokaltog Lint 41 tog i forhold til behovet i den reviderede udrulningsplan.



Anm.: Ikke-quantificerbare risici er ikke medregnet.  
Kilde: Deloitte Monte Carlo simulering af fitment plan.

Overordnet set opnås der med den alternative udrulningsplan omkring fire måneders buffer for ibrugtagningen af togene på EDL Full øst, mens bufferen for ibrugtagningen af de resterende otte tog er 15 måneders buffer, i worst case scenariet. Dette er illustreret af nederste graf på Figur 17.5. Det er således Deloitte's vurdering, at installationsplanen er realistisk i den nuværende form og under nuværende behovsforudsætninger.

### Arriva Lint 41

Ibrugtagningen af Arrivas Lint 41 udskydes i den alternative udrulningsplan fra januar 2019 til juli 2020 og det faktiske behov mindskes også fra den fulde flåde af 43 tog til kun 16 tog til kommissioneringen af strækningen fra Langå til Struer og fra Struer til Thisted, jævnfør øverste graf i Figur 17.6. Derefter ibrugtages togsættene gradvist på de jyske strækninger over perioden frem mod januar 2022, hvor alle 43 Arriva tog er i anvendelse.

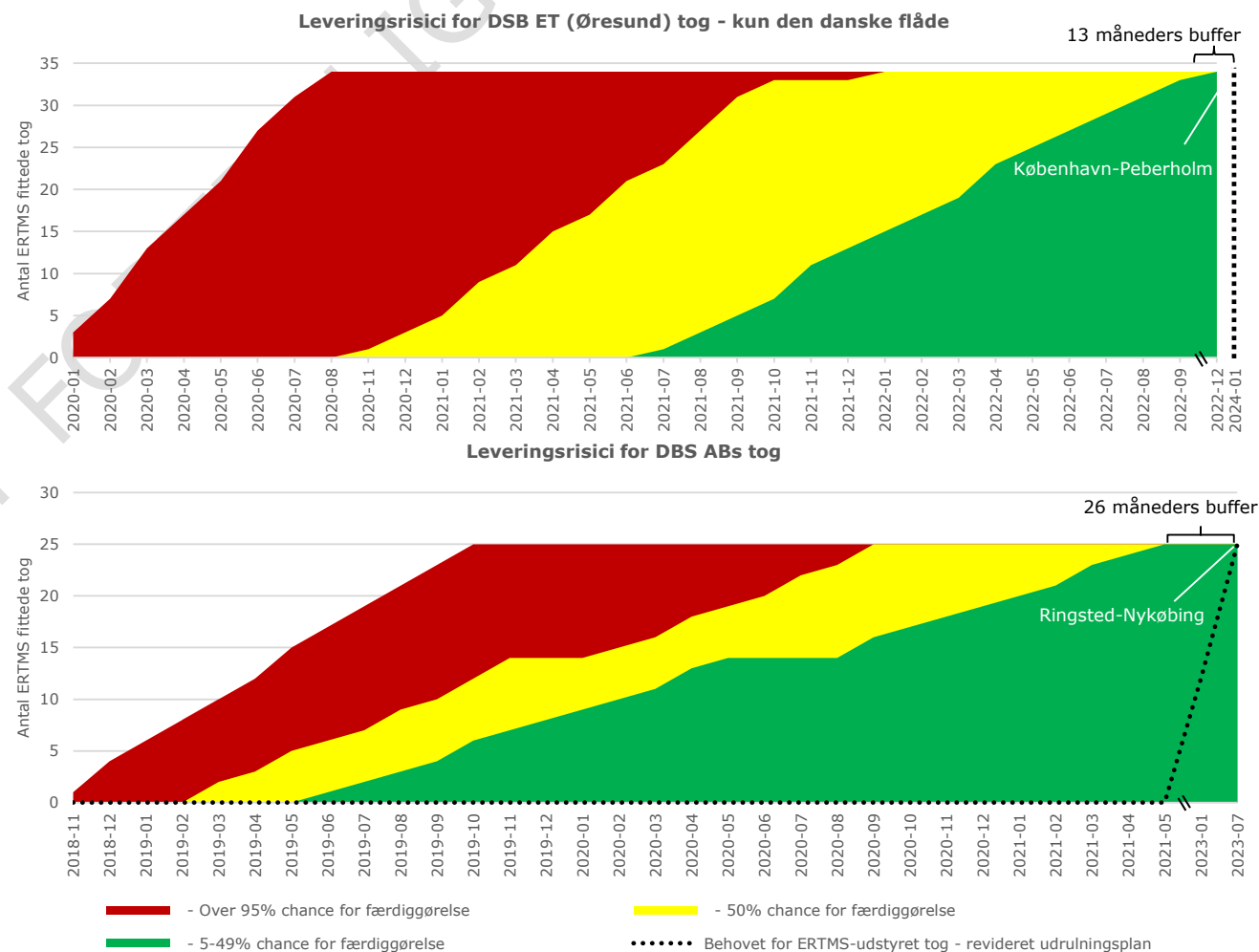
Den alternative udrulningsplan giver i worst case scenariet en 11 måneders buffer i tidsplanen, mens bufferen i det realistiske scenarie er 17 måneder. Deloitte vurderer således at installationsplanen er realistisk i sin nuværende form.

### Lokaltog Lint 41

Syv af de 16 Lint 41 tog i Lokaltogs flåde, tidligere Regionstog, skal anvendes på EDL Full øst, som oprindeligt var tiltænkte udrullet i december 2018. Med den alternative udrulning, skal de pågældende togsæt først ibrugtages i januar 2020.

På nuværende tidspunkt, vil denne leverancedeadline være overholdt, dog uden buffer.

Figur 17.7. Leveringsrisici for ombordudstyrsinstallation i DSB ET (Øresund) og DSB ABs tog i forhold til behovet i den reviderede udrulningsplan.



Anm.: Ikke-kvantificerbare risici er ikke medregnet.  
Kilde: Deloitte Monte Carlo simulering af fitment plan.

Modelleringen afhænger imidlertid af, at det mitigerende tiltag (tiltag 3 jævnfør kapitel 15), som fremrykker installationsprocessen for disse tog, implementeres af Alstom. Dette kræver at FoC for Lokaltogs Lint 41 påbegyndes umiddelbart efter færdiggørelsen af Arriva Lint 41 FoC er færdiggjort. Såfremt Signalprogrammet ikke kan sikre implementeringen af dette tiltag, vil der opstå leveranceproblemer, da der ifølge den realistiske simulering kun forventes fem fuldt fittede tog, jævnfør Figur 17.6.

Under antagelse af at FoC fremskyndes, vil der være en buffer på 27 måneder i forhold til leveringen af alle 16 tog, som er påkrævet i januar 2023 til kommissioneringen af Roskilde-Kalundborg.

#### *DSB ET (Øresund)*

DSBs ET tog skal alle ibrugtages på samme tid, når Københavns Hovedbanegård fittes og strækningen til Sverige som i den reviderede plan er tiltænkt kommissioneret i januar 2024, jævnfør nederste graf i Figur 17.7

Simuleringen viser, at der i worst case vil være 13 måneders buffer for leverancen af de 34 danske togsæt. Det er i simuleringen ikke taget højde for hvordan installationsprocessen i Sveriges ET flåde vil forløbe. Banedanmark pointerer, at de svenske myndigheder endnu ikke har indgået aftale om ombordudrustning af deres 74 ET-tog. Det overvejes af de svenske myndigheder om, de skal udbyde fitment eller tilslutte sig den danske kontrakt og få fittet togene af Alstom.

Åbningen i januar 2024 er dog i høj grad fastsat med henblik på at undgå en stor reinvestering i signalanlægget mod Peberholmen. Hvis udrustningen af ET forsinkes, må det første mitigerende tiltag være, at

undersøge om ibrugtagningen af strækningen af udskydes yderligere i forhold til at undgå den store fornyelsesomkostning.

#### *DSB ABs*

Ibrugtagningen af DSBs ABs-vogne skydes i den reviderede plan fra den oprindelige tiltænkte kommissionering på strækningen København-Ringsted i december 2018, til nu at skulle i anvendelse dels på Ringsted-Næstved i køreplansskiftet 2021/2022, samt på Roskilde-Holbæk fra køreplansskiftet 2022/2023, hvor de skal anvendes sammen med DSBs nye el-lokomotiver.

Risici for forsinket levering i forhold af denne togtype vurderes med den reviderede udrulningsplan at være mindsket markant. Planen vil give en tidsbuffer på cirka 26 måneder, jævnfør Figur 17.7.

#### *Lokaltog IC2*

For at opretholde driften af den sjællandsk regionaltrafik, kræves også en række IC2 tog, som opereres af Lokaltog. Både med og uden det mitigerende tiltag som fremskynder installationsprocessen af Lokaltogs flåde, vil de 13 IC2 tog blive færdige til tiden, og med en buffer på mellem 14 og 20 måneder, jævnfør Bilag F. Det undersøges dog videre, om det kan undgås at udruste disse tog, givet deres meget korte levetid.

#### **Opsummering af risikovurdering vedr. udrustning af tog i forhold til den reviderede udrulningsplan**

Den reviderede strækningsvise udrulningsplan for ERTMS sikrer, at det for alle berørte togtyper er overvejende sandsynligt, at der vil være nok ERTMS-udstyrede tog klar til kommissioneringsdatoen for de strækninger, der benytter togene.

For alle togtyper er der i worst case scenariet nu en estimeret buffer i tidsplanen, så eventuelle uforudsete skred i tidsplanen kan mitigeres uden yderligere re-planlægning. Dog bør det pointeres, at ovenstående risikosimuleringer ikke inkluderer større usikkerhedspunkter, så som længerevarende samarbejds vanskeligheder (eksempelvis i tilfælde af forhandlingsdeadlocks) eller fratagelse af Level 0 godkendelse for fitede tog, som følge af sikkerhedsrelaterede fejl i APIS level 2 processen. Der er heller ikke taget højde for, at yderligere togtyper skal tilføjes til ombordudstyrplanen, herunder for eksempel IC4-togene, da dette kan have indvirkning på den samlede produktionskapacitet på tværs af togtyperne.

### 17.3 Afledte konsekvenser<sup>99</sup>

I kapitel 16 blev der redegjort for ekstraomkostningerne til det materielbaserede grundscenarie samt reduktionen som følge af de forskellige mulige tiltag. Nedenfor redegøres for ekstraomkostningerne til det anbefalede udrulningsscenario. Det materielbaserede grundscenarium var angivet til en meromkostning på 4,4 mia. kr. I det anbefalede udrulningsscenario reduceres denne meromkostning til 3,4 mia. kr.

I det følgende gennemgås hvert af de områder der driver omkostninger som følge af forslaget til revideret udrulningsplan.

#### Videreførelse af det nuværende signalsystem

En ny udrulningsplan medfører, at det eksisterende signalsystem, på nogle strækninger, skal holdes i drift

i yderligere en årrække. Videreførelse af det nuværende signalsystem vil medføre meromkostninger til vedligehold af systemet i forhold til den eksisterende ramme.

Banedanmarks beregninger viser, at de samlede merudgifter vil beløbe sig til ca. 1,1 mia. kr. over perioden 2018-2030.

Merudgifterne består af udgifter til årligt vedligehold på 0,3 mia. kr. (ca. 25 pct.) og enkeltstående investeringer på ca. 0,8 mia. kr. (ca. 75 pct.)

Tabel 17.5. Skønnede merudgifter til vedligehold af eksisterende signalsystem.

Revideret udrulningsplan	Merudgift 2018-2030 (mia. kr. PL2017)
Vedligehold af eksisterende signalsystem	1,1

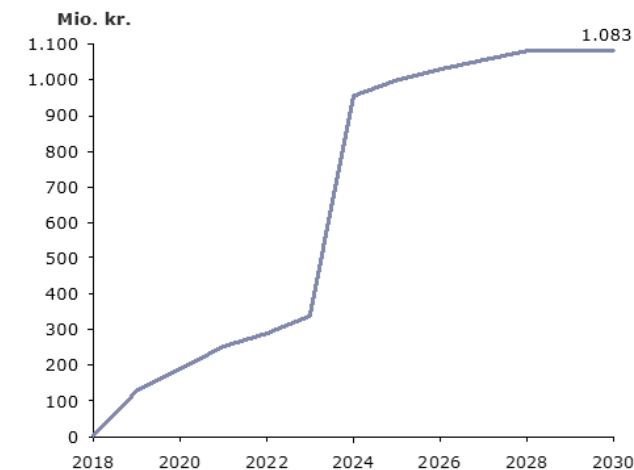
Kilde: Banedanmark.

Figur 17.8 viser de skønnede merudgifter periodiseret. Grafens tydelige knæk reflekterer de forventede reinvesteringer, som specielt relaterer sig til perioden 2020-2025.

Beregningerne af merudgifterne forudsætter en årlig prisfremskrivning på 5 procent for reservedele. Derudover er der indregnet reinvesteringer i udvalgte år, som skal sikre en fastholdt fejlrate på signalsystemerne, som bevares.

Omkostningen ved at drive ERTMS på de strækninger der er udskudt i forhold til 2016-plan var forventeligt 0,7 mia. kr. Omkostningen ved fortsat at drive det ek-

Figur 17.8. Akkumulerede udgifter til vedligehold af eksisterende signalsystem.



Kilde: Banedanmark.

<sup>99</sup> Dette afsnit er udarbejdet af Banedanmark

sisterende signalanlæg på de strækninger, der er udsendt i forhold til 2016-plan er opgjort til cirka 1,8 mia. kr., hvormed merudgiften er cirka 1,1 mia. kr.

Merudgiften er beregnet ud fra en forudsætning om, at udrulning af det nye ERTMS-system var forventet, at reducere vedligeholdelsesomkostningerne med 30 procent i forhold til vedligeholdelsesomkostninger af eksisterende signalsystemer.

De primære risici i opgørelsen af merudgifter til videreførelse af det nuværende signalsystem er derfor, at den historiske fejlrate ikke viser sig at være en retvisende indikator for den fremtidige fejlrate. Dermed kan Banedanmark opleve en situation, hvor de planlagte reinvesteringer ikke er tilstrækkelige til at fastholde en uændret fejlrate på systemerne. En situation med højere fejlrate end forventet vil medvirke til, at øge de samlede merudgifter, ligesom det vil have en negativ påvirkning på passagererne.

Desuden bør det fremhæves, at de forventede merudgifter er behæftet med høj usikkerhed, idet omkostningerne til reinvesteringer vurderes at være behæftet med stor usikkerhed af Banedanmark. Usikkerheden begrundes i, at reinvesteringerne baseres på ikke dokumenterede skøn og erfaringer i Banedanmark. For at imødegå denne usikkerhed indeholder de opgjorte merudgifter et risikobaseret tillæg på 50 procent, som dog kan vise sig at være utilstrækkeligt og dermed påvirke merudgiften.

### Merudgifter til trafikstyring

Banedanmarks reviderede udrulningsplan betyder, at udrulningen af ERTMS udskydes for en række strækninger. Dermed skal en række tjenestesteder til trafikstyring, som ellers var forudsat lukket som en del

af 2016-udrulningsplanen, bevares i længere tid. Opretholdelse af disse tjenestesteder medfører en meromkostning for Banedanmark, som hovedsageligt knyttes til aflønning af nuværende trafikledere og uddannelse af nye trafikledere.

Banedanmarks beregninger viser, at merudgifterne til trafikstyring kan være 1,1 mia. kr. over 2018-2030.

Tabel 17.6. Skønnede merudgifter til trafikstyring.

Revideret udrulningsplan	Merudgift 2018-2030 (mia. kr. PL2017)
Trafikstyring	1,1

Kilde: Banedanmark.

Merudgifterne består af merudgifter til bemanning på ca. 1 mia. kr. (91 pct.) og uddannelse af elever på ca. 0,1 mia. kr. (9 pct.). De mest centrale risici vurderes af Banedanmark at være relateret til muligheden for, at rekruttere tilstrækkeligt med trafikstyringselever samt at kunne fastholde eksisterende medarbejdere. Såfremt det fremtidige frafald blandt medarbejderne stiger mere end den nuværende rate, vil merudgifterne stige som følge af et øget uddannelsesbehov.

Desuden bemærkes at de estimerede merudgifter ikke omfatter udgifter til opretholdelse af trafiklederuddannelsen for det eksisterende signalsystem samt øgede udgifter til transport, herunder timeforbrug og drift af tjenestebiler.

### Immuneringsudgifter

I det anbefalede udrulningsscenarium er der kun behov for at immunisere fra Roskilde til og med Holbæk. Dermed sænkes omkostningen til immunisering fra ca. 1 mia. kr. til 0,1 mia.

Tabel 17.7. Skønnede udgifter og tidsforbrug til immunisering.

Strækning	Udgift 2018-2025 (mia. kr. PL2017)	Tidsforbrug
Roskilde-Holbæk	0,1	4 år

Kilde: Banedanmark.

Udgifterne til immunisering er opgjort baseret på Banedanmarks projektmodel med allokering af de totale omkostninger på projektfaser, jævnfør Figur 17.9.

Analysen viser, at den primære omkostningsdriver er udførelsesfasen, som både indeholder omkostninger til ressourcer og fysik/tekniske komponenter til installation. De øvrige faser i projektet omfatter omkostninger til ressourcer. Samlet forventes ressourcerne at koste 40 mio. kr., svarende til ca. 44 årsværk. Fysik til immunisering af strækningen på 35 km forventes at beløbe sig til ca. 69 mio. kr.

Banedanmarks analyse forudsiger, at der kan opnås synergier i program-, projektering-, og afslutningsfasen, såfremt flere strækninger skal immuniseres, og samme tekniske løsning kan anvendes.

Disse potentielle synergieffekter skal dog vurderes i forhold til, at de mest centrale risici vurderes af Banedanmark til at være mulige ressourcemæssige flaskehalse.

Endvidere viser den forventede tidsplan for immunisering, at koordination med andre programmer i Banedanmark er en central forudsætning for at lykkes indenfor den forventede tidsplan.

Specielt er der behov for koordinering med Elektrificeringsprogrammet for at sikre, at Elektrificeringsprogrammet ikke tænder for strømmen inden immuniser-

ingen er gennemført. Banedanmark har derfor vurderet, hvilke merudgifter der kan forventes ved en re-planlægning af elektrificering, jævnfør afsnit nedenfor.

### Konsekvenser for Signalprogrammets økonomi

Udkastet til en materielbaseret udrulningsplan har en række afledte økonomiske konsekvenser for Signalprogrammet. Disse vedrører primært merudgifter til udskydelser af strækninger, merudgifter til forlænget levetid for programorganisationen samt mindre udgifter, idet der i den materielbaserede udrulningsplan er færre tog, der skal udstyres med ombordudstyr.

En række strækninger skydes i tid i forhold til udrulningsplanen fra efteråret 2016, hvilket medfører, at Banedanmark skal kompensere leverandøren for tomgang i relevant omfang. Det er dog vigtigt at understrege, at leverandøren kun kan få dække faktiske omkostninger og ikke tabt fortjeneste. Desuden vil der være yderlige en række tab på strækninger hvor udrulningen allerede er påbegyndt. Banedanmark bemærker, at udgifterne til udskydelse af strækninger

Figur 17.9. Immuniseringsudgifter og ressourcebehov for Roskilde-Holbæk.



Kilde: Banedanmark.

ikke omfatter udgifter til afmontering og senere genmontering af signaludstyr samt udgifter til uddannelse af jernbanevirksomhedernes lokomotivførere.

Udskydelserne af strækningerne medfører også, at programorganisationens levetid strækkes. Konkret udskydes programmets afslutning fra ultimo 2023 til ultimo 2029. Selv om programmet, som følge af udskydelserne, vil kunne overgå til et lavere årligt aktivitetsniveau med en lavere bemanning til følge, forventes den forlængede udrulningsperiode at indebære merudgifter. Disse merudgifter vil særligt vedrøre støttefunktioner og funktioner i Operations Management, idet disse funktioner ikke er direkte skalerbare med aktivitetsniveauet. Den forlængede levetid for programorganisationen vil derfor indebære merudgifter for programmet. Beregningen bygger på en forudsætning om, at [REDACTED]

Endeligt indebærer udkastet til en materielbaseret udrulningsplan mindreudgifter for Signalprogrammet, idet der ikke vil være behov for installation af ombordudstyr i [REDACTED] togsæt og lokomotiver, relativt til den installationsplan og det budget, som er lagt til grund for analysen i del I og II. Descoping af [REDACTED]

[REDACTED] Disse potentielle effekter er indregnet i estimatet, der fremgår af Tabel 17.8

De økonomiske konsekvenser af ovenstående modsatrettede effekter fremgår af nedenstående tabel.

Tabel 17.8. Skønnede økonomiske konsekvenser for programmet.

	<b>Merudgift 2018-2030</b> (mia. kr. PL2017)
Udskydelse af strækninger	■
Merudgifter til programorganisation	■
Mindreudgifter til installation af ombordudstyr	■
<b>Total</b>	<b>0,7</b>

Kilde: Banedanmark.

Ovenstående estimater vedrørende merudgifter til programorganisationen tager ikke højde for de forslag til optimeringer, tilpasninger og forbedret styring, der fremgår i kapitlet om forenklet programstyring. Konkrete estimater vil kunne udarbejdes i forbindelse med udarbejdelse af et endeligt beslutningsoplæg for en materielbaseret udrulningsplan.

### Opsætning af signaler med nuværende teknologi

Analysen af meromkostningerne ved opsætning af signaler med nuværende signalteknologi på København-Ringsted og Lufthavnsbanen er beskrevet i kapitel 16.2.

De skønnede merudgifter til opsætning af nuværende signalteknologi på København-Ringsted og Lufthavnsbanen ses i Tabel 17.9.



Tabel 17.9. Skønnede merudgifter til opsætning af nuværende signalteknologi (mia.kr, PL2017).

<b>Merudgift 2018-2030</b> (mia. kr. PL2017)	
København-Ringsted og Luft-havnsbanen	0,5

Kilde: Banedanmark.

### Replanlægning af elektrificeringsprogram

Konsekvensen af en ny udrulningsplan kan være at Elektrificeringsprogrammets nuværende udrulningsplan ikke kan gennemføres. Derfor har Banedanmark undersøgt hvad udgifterne til en udskydelse/standstill periode kan forventes at koste.

Elektrificeringsprogrammet gennemføres under kontrakt med konsortium EPAS bestående af Siemens og Aarsleff. Banedanmarks mulighed for at estimere forventede merudgifter ved udskydelse af elektrificering på udvalgte strækninger baseres på leverandøromkostninger og interne omkostninger til projektorganisering i Banedanmark.

Kammeradvokaten peger på, at Banedanmark har en række muligheder i kontrakten med EPAS i forhold til at suspendere strækninger, bytte rundt på strækninger samt skabe "huller" i udrulningen. Modsat er Banedanmark forpligtet til at betale EPAS nogle omkostninger, hvis disse ikke med rimelighed kan undgås. Det har ikke på den korte tid til rådighed været muligt at lave et tilstrækkeligt præcist oplæg til ny udrulningsplan for elektrificering til, at der har kunnet laves en juridisk vurdering af Banedanmarks stilling, og på baggrund heraf et estimat for meromkostningerne ved at lave "huller" i udrulningen af elektrificeringen.

Denne problemstilling skal også ses i forhold til, at

Der kan således ikke gives et retvisende skøn for meromkostning til elektrificering på nuværende tidspunkt.

Endvidere bemærker Kammeradvokaten, at leverandøren ikke vil kunne gøre krav på dækning af tabt fortjeneste, herunder fremtidig fortjeneste (kontraktens punkt 7.2.3) i en situation, hvor Banedanmark udskyder eller suspenderer hele eller dele af arbejdet.

### Samlede skønnede merudgifter

De samlede skønnede merudgifter der opstår som konsekvens af ændringerne i den reviderede ERTMS udrulningsplan beløber sig til ca. 3,5 mia. kr., jævnfør Tabel 17.10.

Tabel 17.10. Samlede skønnede merudgifter (mia.kr.).

<b>Revideret udrulningsplan</b>	<b>Merudgift 2018-2030</b> (mia. kr. PL2017)
Drift af eksisterende signaludstyr	1,1
Øgede trafikstyringsomkostninger	1,1
Omkostninger til immunisering	0,1
Omkostninger til elektrificering	-
Øgede omkostninger i Signalprogram	0,7
Opsætning af konventionel signalteknologi på nyanlagte strækninger (Kbh-Ringsted)	0,5

<b>Revideret udrulningsplan</b>	<b>Merudgift 2018-2030</b> (mia. kr. PL2017)
Total merudgifter	3,5

Kilde: Banedanmark.

Det bemærkes, at de skønnede meromkostninger er foreløbige, og at der ikke tages højde for de effektiviserings- og besparestiltag, som nævnes i del II i denne rapport. Implementerbarheden af disse tiltag vurderes stadig at være gældende, men effekten bør genberegnes i forhold til den konkrete påvirkning på Signalprogrammets robusthed, styrbarhed og muligheder for optimering, så det sættes i relation til den reviderede udrulningsplan.

Eksempelvis vil omkostninger til dekommissionering af eksisterende signaludstyr stadig kunne reduceres, men effekten vil være anderledes, idet nedtagningen af det eksisterende signaludstyr sandsynligvis ikke vil kunne gennemføres på samme måde. Det samme gælder muligheden for at optimere processer og programorganisation, herunder udskiftning af konsulenter.

Der ligger generelt uden for denne analyse at se på de afledte driftskonsekvenser for operatørerne – både i form af merudgifter til selve driften og i form af indtægtstab fra passagerfracfald som følge af reduktioner i direkte tog, knaphed på siddepladskapacitet og afledte punktligheds konsekvenser.

# 18 Forslag til videre proces<sup>100</sup>

Banedanmarks reviderede ramme for en udrulningsplan for Signalprogrammet fokuserer i høj grad på at skabe en robust udrulningsplan, men planen er ikke uden risici. Dette gælder ikke mindst i forhold til udrustning af IC3-togene.

Det er set i andre store it-projekter, at samarbejdet med leverandørerne eller tekniske problemstillinger i forbindelse med idriftsættelse betyder, at projekterne blive langt mere forsinket end nogen risiko-simulering viser.

Derfor er det Banedanmarks anbefaling, at der den videre proces for Signalprogrammet udformes efter en fase-godkendelsesmodel, hvor der løbende tages stilling til, hvor programmet er samt hvilke strategi det anbefales at følge.

Konkret betyder det, at det vil i 2017 være nødvendigt at træffe beslutning om immunisering af strækningen Roskilde-Holbæk samt alternative løsninger for København-Ringsted og de fire Nordjyllandsprojekter. Således vil Banedanmark fremlægge selvstændige beslutningsgrundlag herfor i løbet af november/december 2017.

Endvidere vil det være nødvendigt at træffe beslutning om at undlade at ombordudruste relevante togtyper, for eksempel IC4 mv.

De næste centrale milepæl på materiel-siden baseret på Alstoms plan er:

- Nordjyske Desiro (DM) og Lint 41: Alstom planlægger APIS for FoC i januar-februar 2018. RDT afsluttet ultimo marts.
- IC3: Planlagt APIS for FoC marts-april 2018. RDT afsluttet ultimo juni 2018.
- DSB ABs: Planlagt APIS for FoC i august 2018. RDT afsluttet ultimo oktober 2018.

Samtidig vil Banedanmark gå i dialog med Alstom i forhold til at få Alstom til at implementere nogle af de optimeringstiltag, som Deloitte har anbefalet. Om dette rent faktisk sker vil Banedanmark også have et godt billede i efteråret 2018.

I efteråret 2018 vil Banedanmark endvidere være så tæt på at skulle idriftsætte EDL i både øst og vest, at Banedanmark kan give en vurdering af, om der er identificeret kritiske forhold i den forbindelse.

Som det fremgår af kapitel 16 og 17 er det Banedanmarks vurdering, at rammen omkring en ny udrulningsplan nu er robust, men givet de risici som også er identificeret, så er det Banedanmarks anbefaling, at der også igangsættes programfase for immunisering af strækningerne Ringsted-Nykøbing Falster, Holbæk-Kalundborg og Fredericia-Aalborg. Det vil tage ca. et år at lave disse programfaser. Hvis de derfor

---

<sup>100</sup> Dette kapitel er udarbejdet af Banedanmark

først igangsættes, når behovet konstateres, så vil immuniseringen i sig selv blive voldsomt forsinket. Det vil koste ca. 16 mio. kr. at gennemføre disse programfaser, men Banedanmark vurderer, at det er en god forsikring at have i forhold til ikke at forsinke indsættelsen af Fremtidens tog mere end allerede angivet med immuniseringsprojekterne, hvis det må konstateres, at ombordudrustningen forsinkes yderligere.

Dermed vil en række scenarier være mulige at beslutte i efteråret 2018. I efteråret 2018 opstilles det næste beslutningstidspunkt, der forventeligt vil ligge ca. et år senere.

KOMMERCIELT FORTROLIG

# 19 Ekstern kvalitetssikring

Banedanmark har udarbejdet en ramme for en materielbaseret udrulningsplan med tilhørende vurderinger af afledte konsekvenser, der skal kvalificeres frem mod et endeligt beslutningsgrundlag for en revideret udrulningsplan for Signalprogrammet.<sup>101</sup>

## 19.1 Baggrund

Det samlede udkastet til en materielbaseret udrulningsplan består primært af produkter udarbejdet af Banedanmark og enkelte produkter udarbejdet af Deloitte. Hertil kommer, at Deloitte har foretaget en ekstern kvalitetssikring af Banedanmarks produkter.

Dette indebærer, at Deloitte har udarbejdet analysen af risici relateret til den nuværende udrulningsplan i kapitel 15 og afsnit 17.2 om sammenhæng med planen for materieludrustning.

Banedanmark har udarbejdet udkastet til den reviderede udrulningsplan i afsnit 17.1 og vurderet de afledte konsekvenser i afsnit 17.3, herunder skøn for

merudgifter ved realisering af scenariet. Hertil kommer, at Banedanmark har udarbejdet kapitel 18 om videre proces.

Deloitte har faciliteret og understøttet Banedanmarks interne proces og analysearbejde dog således, at analyser, vurderinger og skøn i sidste ende er Banedanmarks.

I det følgende præsenteres resultaterne af Deloitte's eksterne kvalitetssikring.

Resultaterne skal ses i sammenhæng med, at udarbejdelse af udkastet til en materielbaseret udrulningsplan har været en omfattende opgave og er udarbejdet over en måned i oktober 2017.

Deloitte's kvalitetssikring tager højde for dette, idet de nuværende forslag til ændringer i udrulningsplan og beregnede skøn for afledte konsekvenser sammenholdes med den proces Banedanmark lægger op til i Kapitel 18 om videre proces.

Hertil kommer, at Deloitte foreslår kvalificeringer af beregninger og yderligere analyser frem mod udarbejdelse af et endeligt beslutningsgrundlag for den materielbaserede udrulningsplan.

---

<sup>101</sup> Dette kapitel er udarbejdet af Deloitte.

## 19.2 Fremgangsmåde

Givet tidsrammen for analysearbejdet har kvalitetssikringen af Banedanmarks analyser frem mod udarbejdelse af udkastet til en materielbaseret udrulningsplan med tilhørende vurdering af afledte konsekvenser og forslag til videre proces været en iterativ proces.

Processen har været tilrettelagt sådan, at Banedanmark i nogle tilfælde har fremlagt analyseudkast og beregninger for Deloitte, som Deloitte efterfølgende har forholdt sig og stillet uddybende spørgsmål til, hvor på Banedanmark har opdateret analyserne forud for Deloittes endelige vurdering.

På andre områder har Deloitte faciliteret udarbejdelsen af analyserne og bistået med udarbejdelse af beregninger. Dette arbejde er gennemført i tæt dialog med Banedanmark sådan at analyser, konklusioner og vurderinger i sidste ende er Banedanmarks. Deloitte har derfor også i kvalitetssikringen af disse produkter forholdt sig til dem som værende udarbejdet af Banedanmark.

Konkret har Deloitte kvalitetssikret Banedanmarks:

- Udkast til materielbaseret udrulningsplan for Signalprogrammet.
- Analyse af videreførelse af nuværende signalsystem.
- Analyse af merudgifter til trafikstyring.
- Analyse af tidsplan og udgifter forbundet med immunisering.
- Analyse af konsekvenser for Signalprogrammets økonomi.
- Analyse af opsætning af signal med nuværende signalteknologi.
- Udgifter forbundet med replanlægning af elektrificeringsprogrammet.

- Opgørelsen af de samlede skønnede merudgifter.
- Forslag til videre proces for Signalprogrammet.

Med dette afsæt udgør de præsenterede resultater og vurderinger i dette kapitel Deloittes eksterne kvalitetssikring af Banedanmarks analyser.

## 19.3 Kvalitetssikringskriterier

Deloittes kvalitetssikring er gennemført med udgangspunkt i seks kvalitetssikringsparametre med central betydning for analysens robusthed. Kvalitetssikringsparametre med tilhørende kvalitetssikrings-spørgsmål er uddybet i boksen til højre.

Tilgangen til kvalitetssikringen har været, at vurdere om der kan svares positivt på kvalitetssikrings-spørgsmålene. Er dette tilfældet for alle spørgsmål kan analyserne siges at være robuste.

Hvor det ikke er muligt at svare positivt på alle kvalitetssikrings-spørgsmål har Deloitte vurderet, hvilke konsekvenser dette har for analysens konklusioner og resultater, herunder om disse er behæftet med usikkerhed. Det vurderes derudover, om dette bør have konsekvenser i forhold til det præsenterede forslag til videre proces for Signalprogrammet præsenteret i kapitel 19.

Hvor Deloitte vurderer, at analysens robusthed kan styrkes er endvidere givet forslag til videre arbejde, der kan styrke analyserne frem mod udarbejdelse af et endeligt beslutningsgrundlag for en materielbaseret udrulningsplan.

## 19.4 Materielbaserede udrulningsscenarier

Deloitte har kvalitetssikret Banedanmarks udkast til den reviderede udrulningsplan for Signalprogrammet.

### Boks 19.1 Kvalitetssikringskriterier

Deloittes kvalitetssikring af gennemført med afsæt i seks kvalitetssikringskriterier med central betydning for analysens robusthed. Til hvert kriterium er tilknyttet et kvalitetssikrings-spørgsmål, der har været styrende for Deloittes kvalitetssikring. Kvalitetssikringskriterierne er:

#### **Aktualitet**

Spørgsmål: Er grundlag og beregninger baseret på senest gældende data?

#### **Fuldstændighed**

Spørgsmål: Er de anvendte metoder, analyser og data – i dybde og bredde – dækkende i forhold til de dragne konklusioner?

#### **Fleksibilitet**

Spørgsmål: Tager konklusioner og eventuelle anbefalinger højde for eventuelle ændringer i grundlag, forudsætninger og potentielle risici?

#### **Realisme**

Spørgsmål: Er forudsætninger og antagelser underbygget af faktiske forhold?

#### **Konsistens**

Spørgsmål: Er analyser og konklusioner i overensstemmelse med og logisk sammenhængende med de tilgængelige data og forudsætninger? Er der konsistens på tværs af delanalyser?

#### **Gyldighed**

Spørgsmål: Er de anvendte metoder, analyser og data sporbare og understøtter de dragne konklusioner?

## Aktualitet

Den reviderede udrulningsplan for infrastrukturen på fjernbanen er baseret på de risikovurderinger for ombordudstørsplanen, som Deloitte i oktober måned 2017 har foretaget dels i forhold til risici knyttet til udvalgte togtyper og i forhold til de generelle risici, der kan påvirke ombordudstørsplanen. Deloitte's analyse er baseret på den udrulningsplan for ombordudstyr, som leverandøren har fremsendt i oktober måned 2017. Aktualiteten heraf vurderes derfor at være tilfredsstillende.

Den reviderede udrulningsplan er baseret på den senest godkendte plan for udrulning på fjernbanen, som er fra efteråret 2016. Jævnfør denne rapport's del 1 er der indikationer på, at de strækninger, som allerede er igangsat, muligvis ikke når at blive klar til den tid, som er fastlagt i denne plan. Deloitte vurderer, at det inden for den afsatte tid for analysen ikke har været muligt for Banedanmark at kvantificere disse mulige forsinkelser i lyset af den reviderede udrulningsplan, hvorfor igangsatte strækninger stadig fremstår færdige i henhold til 2016-planen. Det anbefales på baggrund heraf, at allerede forventede forsinkelser på igangsatte strækninger tages med i det videre analysearbejde, inden udrulningsplanen anvendes som beslutningsgrundlag for den videre udrulning af signaludstyr.

Samspillet mellem Signalprogrammets udrulning af strækning og de øvrige programmer i Banedanmark er baseret på Banedanmarks reviderede anlægsplan

for 2018-2026. Det har inden for den afsatte tid til rådighed ikke været muligt for Banedanmark at undersøge, hvorvidt denne plan stadig udgør det mest retvisende grundlag for den reviderede udrulningsplan for Signalprogrammet. Derfor anbefales det, at de anlægsaktiviteter, som fremgår af denne plan, analyseres yderligere i det fremadrettede arbejde, for at sikre, at grundlaget er mest muligt retvisende.

## Fuldstændighed

Signalprogrammets reviderede udrulningsplan er designet med henblik på at opnå størst mulig driftsstabilitet for jernbanevirksomhederne i udrulningsperioden. Derfor har Banedanmark i samarbejde med Transport- Bygnings- og Boligministeriet udarbejdet behovsopgørelser for, hvilke- og hvor mange tog og lokomotiver, der skal udstyres med ERTMS, for at normaldrift på en strækning forventeligt kan opretholdes. Det har inden for den afsatte tid til rådighed for analysen kun været muligt for Banedanmark at påbegynde indledende drøftelser med jernbanevirksomhederne (DSB, Arriva og Nordjyske) i forhold til denne behovsopgørelse.<sup>102</sup>

Deloitte vurderer, at opgørelsen på grund heraf må forventes at være behæftet med en vis usikkerhed, idet jernbanevirksomhederne ved en mere detaljeret gennemgang af udrulningsplanen alt andet lige kan forventes at have bedre forudsætninger for at kunne kvantificere det fremadrettede behov. Idet behovsopgørelsen er et centralt omdrejningspunkt for designet af den reviderede udrulningsplan, anbefales det, at

hvor jernbanevirksomhederne har gjort opmærksom på visse forhold i det materielbaserede udrulningsscenario, som bør analyseres i nærmere detalje.

---

<sup>102</sup> Deloitte har fået udleveret en notat fra Transport- Bygnings- og Boligministeriet, hvor den hidtidige involvering af jernbanevirksomhederne er beskrevet. Baseret på indholdet af dette notat vurderer Deloitte, at der er indtil nu har været tale om indledende drøftelser,

jernbanevirksomhederne fremadrettet involveres yderligere i den fastlagte behovsopgørelse og samtidig får mulighed for at komme med ændringsforslag, inden udrulningsplanen anvendes som beslutningsgrundlag for den videre udrulning af signaludstyr.

Endelig har det inden for den fastlagte tidsramme ikke været muligt for Banedanmark at foretage en vurdering af den reviderede udrulningsplans påvirkning på tog- og kundepunktigheden. Den reviderede plan forudsætter blandt andet, at der på visse strækninger skal foretages omstigninger til andre tog, eller at strækninger, som i dag bruger én eller flere togtyper, i den reviderede plan skal serviceres af andre togtyper. Deloitte vurderer, at tog- og kundepunktighed vil være et centralt benchmark for den effekt, som planen forsøger at realisere, og det anbefales derfor at disse effekter analyseres yderligere (eventuelt i samarbejde med jernbanevirksomhederne), inden planen anvendes som beslutningsgrundlag for den videre udrulning af signaludstyr.

## **Fleksibilitet**

Den reviderede udrulningsplan baseres blandt andet på Deloitte's vurdering af de leveringsrisici, der knytter sig til ombordudstysplanen. Denne vurdering tager dog ikke højde for de risici, som enten er svære at kvantificere, eller som har en meget lav sandsynlighed koblet med en meget stor konsekvens. Det skyldes, at sådanne risici vil kunne skævvride den samlede vurdering og gøre de overordnede resultater for konservative. Banedanmark har i den reviderede udrulningsplan taget højde for, at ikke alle risici fremgår af analysen, og har derfor sikret en yderligere "tidsbuffer" i forhold til udrulningen af infrastrukturen og den forventede færdiggørelse af ombordudstyrede tog.

Deloitte vurderer, at denne buffer dels kan bringes i spil i forhold til at mitigere effekten af de ikke-medtagne risici for ombordudstysplanen, dels at det kan give den reviderede plan en vis robusthed, der kan håndtere ændringer i forudsætninger og antagelser.

Den reviderede udrulningsplan vurderes desuden at indeholde en vis fleksibilitet i forhold til den konkrete fastlæggelse af udrulningen af strækninger efter 2021. Deloitte vurderer, at planen rummer mulighed for at rykke strækninger frem i tid, såfremt installationsarbejdet på de første strækninger efter EDL viser sig at forløbe gnidningsfrit. Modsat vurderes der også at være luft i planen til at kunne udskyde enkelte strækninger, såfremt forudsætningerne for udrulningen ikke viser sig at holde stik.

I det fremadrettede analysearbejde vurderes således ikke at være væsentlige udeståender, der skal håndteres, idet løsningen indeholder en tilfredsstillende grad af fleksibilitet.

## **Realisme**

I visse dele af den reviderede udrulningsplan forudsættes det, at immuniserings-, elektrificerings- og signaludstysaktiviteter kan gennemføres på samme tid og på samme strækning (eksempelvis Roskilde-Holbæk), mens der på andre strækninger gennemføres elektrificeringsaktiviteter umiddelbart efter afslutningen af Signalprogrammet (eksempelvis på Fredericia-Århus). Det har inden for den afsatte tid for analysen ikke været muligt at vurdere realismen af disse samtidige installationsaktiviteter eller at vurdere de potentielle risici, der knytter sig til planlægningen heraf. Deloitte anbefaler på baggrund heraf, at realismen af parallelle eller nært sammenhængende udrulningsaktiviteter på samme strækning og med flere



forskellige programmer analyseres nærmere og at identificerede risici indgår i det endelige beslutningsgrundlag for en revideret udrulningsplan.

I den reviderede udrulningsplan planlægges særligt mange strækninger udrullet i på samme tid i perioden 2018-2021 i Vestdanmark og i perioden 2027-2029 i Østdanmark, mens udrulningsaktiviteterne i de mellemiggende perioder er mere begrænsede. Deloitte vurderer, at der kan være risici forbundet med den samtidige udrulning af så mange strækninger på samme tid, idet det kan resultere i flaskehalse hos leverandøren eller internt i Banedanmarks organisation.

Banedanmark angiver, at den viste gruppering af strækningerne ikke nødvendigvis er retvisende, idet den reviderede udrulningsplan netop giver en grad fleksibilitet, der kan sprede strækningerne mere ud, såfremt det måtte blive nødvendigt.

Deloitte anbefaler på baggrund heraf, at eventuelle flaskehalsproblemer for perioderne 2019-2021 og 2027-2029 analyseres nærmere, og at konsekvenserne heraf afspejles i det endelige beslutningsgrundlag for den videre udrulning af signaludstyr.

### **Konsistens**

Banedanmark vurderes i den reviderede udrulningsplan at have forholdt sig konsistent til behovet for rulende materiel på ERTMS-udstyrede strækninger, således at planen så vidt muligt forsøger at mitigere de risici, som opstår som følgende af en utilstrækkelig levering af tog med ombordudstyr.

Deloitte vurderer, at Banedanmark har vurderet risici i forhold til ombordudrustning i alle de relevante tog typer, dog ikke arbejdskretøjer og togsæt hos gods-

operatørerne, der dog forventes at have en meget begrænset indvirkning på det samlede billede af belastningen på udrustningskapaciteten.

### **Gyldighed**

Deloitte vurderer, at sporbarheden i forhold til synkronisering af behovet for ERTMS-udstyrede tog og udrulningen af strækninger er tilfredsstillende. Det er således muligt at sammenholde risici for levering af tog med timingen for udrulningen af den infrastruktur, der skal bruge togene. Det har imidlertid ikke været muligt at skabe fuld sporbarhed i behovsopgørelsen i forhold til detaljerede beregninger af, hvor mange tog der skal anvendes på en given strækning, og hvorfor behovet i givet fald er kvantificeret, som det er.

Deloitte anbefaler i den forbindelse, at det strækningssvise behov for tog udarbejdes og dokumenteres yderligere i samarbejde med jernbanevirksomhederne, således at sporbarhed og mellemregninger for behovet fremstår mere klart i det endelige beslutningsgrundlag for en revideret udrulningsplan.

### **Samlet vurdering**

Generelt fremstår den reviderede udrulningsplan fornuftig i forhold til at skabe bedre synkronisering mellem udrulningen af ombordudstyr og infrastruktur på fjernbanen. Det vurderes desuden, at der med den reviderede plan skabes en større grad af robusthed i forhold til at mitigere de risici, der knytter sig til ombordudstyrplanen, og at der også i et vist omfang tages højde for de risici, som ikke er medtaget i analysen af togene.

Dog vurderes det, at Banedanmark inden for den tid, der har været afsat til analysen, ikke har haft mulighed for fuldt ud at dække en række områder, som

kan vise sig at være kritiske for udfaldet af den endelige beslutning om en materielbaseret udrulningsplan.

Således vurderes det, at den materielbaserede udrulningsplan i store træk lever op til kriteriet om aktualitet, idet ændringer til 2016-planen dog anbefales medtaget i det videre arbejde. I forhold til fuldstændighed anbefales det, at Banedanmark inddrager jernbanevirksomhederne yderligere i forhold til behovsopgørelsen for rullende materiel på de enkelte strækninger, og at planens påvirkning på tog- og kundepunktighed efterfølgende analyseres. Planen vurderes at rumme den nødvendige grad af fleksibilitet, mens det i forhold til graden af realisme anbefales at undersøge realiserbarheden af de aktiviteter, der eksempelvis planlægges gennemført på samme tid og på samme strækning.

Inden planen anvendes som beslutningsgrundlag for den videre udrulning af signaludstyr anbefales det endelig, at behovet for tog i forhold til udrulningen af strækninger dokumenteres mere detaljeret, således at sporbarheden i opgørelsen er mere robust.

## 19.5 Afledte økonomiske konsekvenser

Deloitte har kvalitetssikret Banedanmarks analyser af afledte økonomiske konsekvenser, herunder merudgifter til trafikstyring, forlænget drift og vedligehold af det eksisterende signalanlæg samt immunisering, udskudt elektrificering og en række programorganisatoriske forhold.<sup>103</sup>

### Aktualitet

I analyserne af de afledte økonomiske konsekvenser er der i vid udstrækning benyttet aktuelle data og enhedspriser, ofte fra 2016, som herefter er fremskrevet til PL2017.

I beregningen af merudgifter til fortsat drift og vedligehold indgår en række større enkeltstående investeringer, som er baseret på Banedanmarks ekspertskøn og erfaringer fra tidligere projekter. Da der ikke er forelagt yderligere dokumentation for fastlæggelse af disse investeringer, har det ikke været muligt at vurdere aktualiteten af disse.

### Fuldstændighed

Set i lyset af den begrænsede tid der har været til rådighed til udarbejdelse af analyserne af de afledte økonomiske konsekvenser, vurderer Deloitte, at Banedanmark i vidt omfang har inkluderet de væsentligste omkostningsdrivende forhold i analyserne.

I analysen af merudgifter til trafikstyring er en række afledte merudgifter ikke inkluderet. Det drejer sig om:

- Øgede udgifter til transport, herunder timeforbrug og drift af tjenestebiler.
- Udgifter til opretholdelse af to trafiklederuddannelser (eksisterende signalsystem hhv. ERTMS).

Hertil kommer, at der i beregningen af økonomiske konsekvenser for Signalprogrammet ikke er taget højde for justeringer af uddannelsesforløb for lokomotivførere, der skal uddannes i det nye signalsystem.

ikke været muligt at gennemføre kvalitetssikring af disse udgiftsskøn inden rapportens afslutning.

<sup>103</sup> Det samlede udgiftsskøn indeholder også opsætning af signaler på strækningerne Aalborg-Lindholm og København-Ringsted. Det har

## Fleksibilitet

Da de afledte økonomiske konsekvenser i høj grad er afhængige af udrulningsåret for hver enkelt delstrækning, vurderer den eksterne kvalitetssikring, at der ikke kan forventes en høj fleksibilitet i de præsenterede analyser i forhold til alternative udrulningsscenerier.

I analysen af konsekvenserne ved udskydelse af elektrificering kan Banedanmark, for at øge gennemsligtigheden omkring mulige omkostningsdrivere for standstill, med fordel opstille scenarier, som tydeliggør mulige besparelser eller meromkostninger til eksempelvis uddannelse af nyt personale efter standstill.

## Realisme

Analyserne af de afledte økonomiske konsekvenser beror i vid udstrækning på antagelser om fremtidig forhold, for eksempel eksempelvis medarbejderfravald i trafikstyring eller fremtidige vedligeholdelsesomkostninger for signalanlægget. Det vurderes, at Banedanmark, givet den begrænsede tid, der har været til rådighed til udarbejdelse af analyserne, i rimeligt omfang har opstillet realistiske beregningsforudsætninger.

I analysen af merudgifter til fortsat drift af det eksisterende signalsystem indgår de forventede vedligeholdelsesomkostninger til ERTMS. Det har inden for den givne tidsramme ikke været muligt for Banedanmark at foretage en beregning af den forventede omkostning. I analysen er det derfor antaget, at omkostninger til vedligehold af ERTMS udgør 70 procent af omkostningerne til vedligehold af det eksisterende signalanlæg. Da dette estimat ikke er yderligere begrundet, vurderes det at være behæftet med stor usikkerhed.

Hertil kommer, at udgifterne til programorganisationen forventes at kunne præciseres væsentligt i takt med at programmet får replanlagt aktiviteter i henhold til en revideret udrulningsplan.

## Konsistens

Analyserne af de afledte økonomiske konsekvenser vurderes samlet set at være konsistente både i form af konsistente beregningsmetoder og logisk sammenhæng mellem resultater og konklusioner.

Deloitte lægger i denne sammenhæng særligt vægt på, at Banedanmark i kapitel 18 præsenterer et forslag til videre proces for Signalprogrammet, hvor af det fremgår, at der gennemføres yderligere analysearbejde frem mod forelæggelse af endelige beslutningsgrundlag. Der vil således være mulighed for at analysere de forhold nærmere, som Deloitte i denne kvalitetssikring har påpeget, frem mod færdiggørelse af et endeligt beslutningsoplæg.

## Gyldighed

Givet tidsrammerne for udarbejdelsen af analyserne har Banedanmark i rimelig grad forelagt dokumentation for det data og de antagelser, der udgør grundlaget for analyserne.

I analysen af merudgifter til trafikstyring er der indregnet et risikotillæg på 30 procent, som skal dække over manglende rutine i styring af ERTMS-strækninger, mindsket medarbejderfleksibilitet ved begrænset udrulning samt manglende automatisering i de første udrulningsår. Begrundelsen for brugen af tillægget vurderes at være gyldig, men det skal bemærkes, at tillæggets størrelse ikke er videre dokumenteret, og er derved ikke sporbart.

## Samlet vurdering

Set i lyset af de givne tidsrammer vurderes det, at Banedanmark har fået udarbejdet skøn for de centrale omkostningsposter, herunder at skønnet kan anvendes til at anslå størrelsesordenen for de forventede merudgifter ved iværksættelse af en materielbaseret udrulningsplan.

Det vurderes, at Banedanmark vil have mulighed for at afklare de tilbageværende udeståender, herunder kvalificering af dele af datagrundlaget og antagelser bag analyserne, i perioden frem mod udarbejdelse af det endelige beslutningsgrundlag for et materielbaseret udrulningsscenario.

## 19.6 Videre proces for Signalprogrammet

Deloitte har kvalitetssikret Banedanmarks forslag til videre proces for Signalprogrammet.

### Aktualitet

Der er Deloitte vurdering, at forslaget til videre proces er baseret på de mest opdaterede og tilgængelige data Banedanmark har til rådighed på nuværende tidspunkt.

### Fuldstændighed

Det er Deloitte vurdering, at den videre proces fremhæver de mest centrale beslutningsporte og beslutninger, der vil være forbundet med realisering af den materielbaserede udrulningsplan, som skitseres i kapitel 17.

### Fleksibilitet

Banedanmark lægger op til en proces, der udformes efter en fasegodkendelsesmodel, hvor der løbende ta-

ges stilling til, hvor programmer er, samt hvilken strategi det anbefales at følge. Der anbefales en central beslutningsport i efteråret 2018 og det fremhæves, at der i den forbindelse vil blive forelagt forslag til næste beslutningsport, der forventeligt vil ligge et år ude i fremtiden.

Det er Deloitte vurdering, at denne tilgang indeholder tilstrækkeligt fleksibilitet i forhold til at kunne adressere, de risici og usikkerheder, som programmet ser ind i på nuværende tidspunkt.

### Realisme

Forslaget til videre proces lægger op til, at der gennemføres yderligere analysearbejde forud for fremlæggelse af beslutningsoplæg ultimo 2017 og 2018. Deloitte vurderer det realistisk, at Banedanmark har tilstrækkelig tid til at forberede disse beslutningsoplæg.

Hertil kommer, at Deloitte vurderer, at planen er realistisk i forhold til, hvornår Banedanmark opnår tilstrækkelig indsigt til at kunne foretage de vurderinger, der er påkrævet for udarbejdelse af beslutningsoplægget.

### Konsistens

Det er Deloitte vurdering, at der i forslaget til videre proces er overensstemmelse mellem de beslutningsporte Banedanmark har lagt op til, og timingen af de beslutninger, som er nødvendige for at udmønte en materielbaseret udrulningsplan.

### Gyldighed

Det er Deloitte vurdering, at der er sporbarhed mellem de analyseresultater, der ligger til grund for den i

kapitel 17 skitserede materielbaserede udrulningsplan, og det forslag til videre proces Banedanmark har præsenteret i kapitel 18.

## Samlet vurdering

Det er Deloitte's samlede vurdering, at Banedanmarks forslag til videre proces er afstemt i forhold til de konklusioner og resultater, der er udarbejdet som led i analyserne af et forslag til en materielbaseret udrulningsplan.

## 19.7 Samlet vurdering og anbefalinger

Med afsæt i ovenstående kvalitetssikring vurderer Deloitte, at Banedanmark inden for de tidsmæssige rammer har sandsynliggjort, at gennemførelse af en materielbaseret udrulningsplan er realistisk og kan sam tænkes med øvrige jernbaneprogrammer og introduktion af Fremtidens Tog.

Det er Deloitte's vurdering, at scenarieanalysen og det endelige scenarie, der arbejdes med, lever op til en væsentlig del af kvalitetskriterierne, men at scenarierne samtidig ikke er tilstrækkeligt velunderbyggede til at kunne udgøre et endeligt beslutningsgrundlag for den samlede udrulningsplan. Særligt er det afgørende at sikre yderligere inddragelse af jernbanevirksomhederne samt sikre grundig analyse af de trafikale og passager-relaterede konsekvenser. Analysen vurderes dog, at være tilstrækkelig velunderbygget til, at Deloitte kan anbefale, at der træffes de nævnte beslutninger, som Banedanmark peger på er nødvendige i 2017.

I forhold til analysen af konsekvenser er det Deloitte's vurdering, at de gennemførte analyser bærer præg af en meget stram tidsramme for analysen, og at flere konsekvensanalyser baserer sig på forudsætninger,

der ikke i tilstrækkelig grad er klare og underbyggede. Ligeledes peger Deloitte i kvalitetssikringen på, at der i flere af analyserne er forhold der med fordel yderligere kan belyses, før analyserne udgør grundlag for en endelig beslutning. Endelig bør det sikres, at analyserne afstemmes yderligere med jernbanevirksomhederne, der indtil nu kun i begrænset omfang har været involveret.

Deloitte finder, at Banedanmarks forslag til videre proces er afstemt i forhold til de analyseresultater og den viden Banedanmark har til rådighed på nuværende tidspunkt.

Frem mod udarbejdelse af de kommende beslutningsoplæg finder Deloitte det særligt centralt, at følgende forhold adresseres:

- Sammenhæng mellem en revideret udrulningsplan for Signalprogrammet og Banedanmarks samlede anlægsplan.
- Konsolidering af behovsopgørelse for togtyper, herunder yderligere afstemning af behov med jernbanevirksomheder.
- Den reviderede udrulningsplans konsekvenser for tog- og kundepunktlighed.
- Risici relateret til paralleludrulning af op til 4-5 strækninger på samme tid.
- Udeståender og antagelser relateret til beregning af afledte økonomiske konsekvenser som angivet i kvalitetssikringen heraf.

Hertil kommer, at der i rapportens del II peges på adskillige forslag, der kan tilføre programmet øget robusthed, øget styrbarhed og optimere programmet.

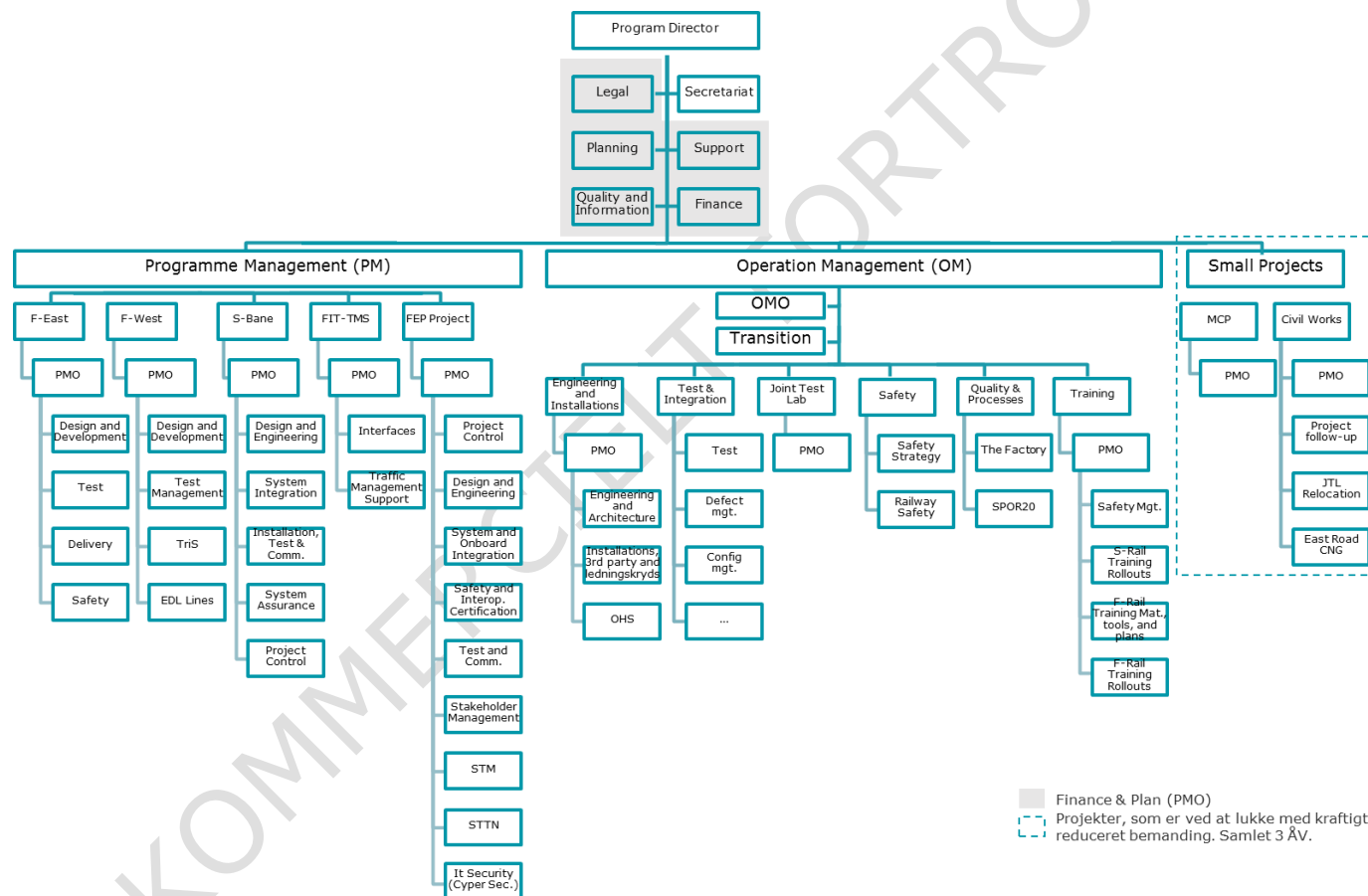
Deloitte finder det centralt, at Banedanmark som led i udarbejdelse af de kommende beslutningsoplæg forholder sig til, hvordan forslagene kan udmøntes inden for rammerne af en materielbaseret udrulningsplan.

KOMMERCIELT FORTROLIG

# BILAG

KOMMERCIELT FORTROLIG

# A. Organisering



Anm.: Organisationsdiagrammet for Operation Management området er endnu ikke implementeret og den viste organisering afspejler den kommende fremtidige organisering på området.



## B. Beregningsmodeller

Følgende bilag foreligger i Excelark og er fremsendt særskilt til Transportministeriets departement:

- Bilag B. 1 Beregningsmodel Overkørselsanlæg
- Bilag B. 2 Beregningsmodel FTN Passiv
- Bilag B. 3 Beregningsmodel Udrulning F-øst
- Bilag B. 4 Beregningsmodel Udrulning F-vest
- Bilag B. 5 Beregningsmodel Onboard
- Bilag B. 6 Beregningsmodel Dekommissionering
- Bilag B. 7 Beregningsmodel Dimensionering af programorganisation
- Bilag B. 8 Beregningsmodel Godkendelsesprocesser

## C. Juridisk notat

Bilag C er oversendt særskilt til Transportministeriets  
Departement.

KOMMERCIELT FORTROLIG

## D. Kommissorium

Bilag D er oversendt særskilt til Transportministeriets  
Departement.

KOMMERCIELT FORTROLIG

## E. Forslag og hypoteser

De fem analyseområder er struktureret efter Deloittes hypoteser. Hypoteserne er analyseret og formuleret som forslag, der understøtter øget robusthed, øget styrbarhed og bidrag til programreserven.

Analyseområde	Forslag	Øget robusthed	Øget styrbarhed	Bidrag til programreserve
Redimensionering af den tekniske løsning	Reduktion af Signalprogrammets bidrag til FTN netværk			✓
Optimeret udrulning	Ingen udrulning af nyt signaludstyr på udvalgte strækninger på F-banen	✓		✓
	Reduktion i antallet af tog og togtyper, som skal modificeres med nyt signaludstyr	✓		✓
	Forbedring af designgrundlaget i forbindelse med udrulningsaktiviteter	✓	✓	
	Reduktion af udgifter til dekommissionering			✓
Forenklet programstyring	Reduktion af organisatorisk kompleksitet i Signalprogrammet		✓	✓
	Hjemtagning af konsulentopgaver			✓
	Standardisering af godkendelsesprocesser	✓	✓	✓
	Forbedret økonomistyring		✓	
	Ensartet risikostyring		✓	
	En mere stringent og ensartet kontraktstyring		✓	
Forbedrede snitflader	Centralisering af projektreserver		✓	✓
	Placering af S-baneprojekt udenfor Signalprogrammet		✓	
	Overførsel af udskudte F-bane strækninger til anlægsdivisionen		✓	
Klargøre transition	Overdragelse af opgaver vedrørende installation af ombordudstyr i tog til operatører		✓	
	Fastlæggelse af beslutningsport for Early Deployment	✓	✓	
	Rebudgettering og etablering af styringsrelevant budget	✓	✓	
	Iværksættelse af interne omstillingsinitiativer i Signalprogrammet	✓	✓	
	Iværksættelse af initiativer, der understøtter transition i Banedanmarks Teknikdivision	✓	✓	

KOMMERCIELT FORTROLIG

En række hypoteser er undervejs i analyseforløbet blevet afvist, lukket eller konsolideret. Herunder ses de afviste hypoteser, som ikke kunne verificeres.

Afviste hypoteser	Årsag til afvisning
Hel eller delvis aflysning eller udskydelse af implementeringen af nyt signalsystem for udvalgte linjer på S-banen vil reducere omkostningerne til programmet.	Analysen viser, at CBTC-systemet er et mere integreret system end ERTMS-systemet på fjernbanen. Dette betyder, at bevares det gamle HKT-system vil det medføre meget større negative effekter for punktligheden for S-togene end ved udskydelser på fjernbanen.
Ny planlægning og optimering af opgaveportefølje mellem leverandører for ombordudstyr kan medvirke til en mere effektiv udnyttelse af leverandører og dermed reducere omkostninger og forbedre tidsplanen for implementering af ombordudstyr i togene.	Analysen viser, at kontrakten for Onboard kun tillader at alle opgaver bevares eller flyttes til anden leverandør. Med udgangspunkt i Signalprogrammets nuværende fremdrift vil overflytning af alle opgaver til anden leverandør medføre forsinkelser og høje sunk costs.
Optimering og automatisering af processen for installation af signaludstyr, eksempelvis ved at anvende samme udstyr, samme bemanning eller ved at blokere længere banestrækninger ad gangen, kan medvirke til at forbedre tidsplanen for udrulning og reducere omkostninger.	Analysen viser, at det er leverandørens ansvar at vælge dette, hvorfor Signalprogrammet eller øvrige divisioner i Banedanmark ikke kan påvirke dette. Signalprogrammet har mulighed for at udnytte bod/bonus regime, som angivet i kontrakterne. Dette behandles i en anden hypotese.
Tilpasning af Banedanmarks andre anlægsprojekter til Signalprogrammet kan reducere programmets kompleksitet, forbedre tidsplanen og reducere implementeringsomkostninger.	Analysen viser, at Banedanmarks øvrige projekter allerede planlægger aktiviteter efter udrulningsplanen for Signalprogrammet.
Den valgte TMS-løsning for fjernbane øst og vest er for ambitiøs.	Analysen viser, at TMS-systemet er så fremskredent, at signifikante ændringer til systemet vil medføre højere omkostninger for programmet end der potentielt kan spares ved at vælge en mindre ambitiøs løsning. Derudover vil tidsplanen påvirkes, idet alle linjer på fjernbanen er afhængige af et velfungerende TMS-system.
Det fulde Enterprise Service Bus (ESB)-interface og integrationen med samtlige øvrige programmer er ikke påkrævet for udrulningen af nye signaler.	Analysen viser, at hovedparten af programmerne har vurderet, at ESB er nødvendigt for at kunne supportere et operationelt ETRMS (og CBTC) system. Udviklingsfasen for øvrige programmer er for fremskredne til, at en descoping kan retfærdiggøres økonomisk.

Afviste hypoteser	Årsag til afvisning
<p>Ved at indarbejde krav til review af den tekniske løsning for hver station i Signalprogrammets udrulningsplan, kan mængden af signaludstyr anvendt og det krævede antal ændringer reduceres.</p>	<p>Hypotesen er sammentænkt med en bedre / optimeret planlægning og kortlægning af udrulningsgrundlaget i forbindelse med den strækningsvise udrulning. Således analyseres både behovet for at kunne skabe et bedre grundlag for den detaljerede planlægning af en udrulning både i forhold til stationernes designs og designet af de åbne strækninger.</p>
<p>En reduktion i omfang og kompleksitet for den valgte løsning på level crossings for fjernbane øst og S-banen vil reducere omkostningerne og spare tid for Signalprogrammet.</p>	<p>Analysen viser, at Alstoms design ikke understøtter integration af eksisterende level crossings med det nye signalsystem. Dertil kommer level crossings på S-banen.</p>
<p>Hovedparten af GSM-R installationen er gennemført med ca. 1/3 af budgettet er fortsat ikke brugt. Kvalificering af de tilbageværende aktiviteter og tilhørende omkostninger indenfor GSM-R kan reducere de samlede omkostninger.</p>	<p>Analysen viser, at hovedparten af de planlagte aktiviteter vedrører support til udrulning af ERTMS uden voice communication. Kontrakten er tildelt en leverandør (Nokia) og installationsaktiviteterne er i gang. Aktiviteterne, som er planlagt, vurderes at være nødvendige, for at kunne supportere et operationelt ERTMS-system på fjernbanen.</p>
<p>Gennemførelse af testaktiviteter tidligere end hidtil planlagt vil give tillade plads i planen til at gennemføre flere tests uden at påvirke den samlede plan. Dette vil reducere programomkostninger idet følgevirkningerne af gentestning og replanlægning kan undgås.</p>	<p>Analysen viser, at acceleration af tests er uhensigtsmæssig i forhold til programmets nuværende udfordringer med godkendelsesprocesserne, som har medvirket til forsinkelser.</p>

En række hypoteser er undervejs i analyseforløbet konsolideret. Disse hypoteser ses herunder.

Konsoliderede hypoteser	Ny hypotese
<p>Ved at forbedre styringen af kontrakterne og forudse forventede ændringer til kontrakterne kan omkostningerne til forventede kontraktuelle ændringer eller tilføjelser reduceres.</p>	
<p>Ved at sikre klare rammer og krav til leverandørernes dokumentation af den implementerede løsning med udgangspunkt i kontraktens bestemmelser, kan Signalprogrammets sagsbehandlingstid til dokumentation begrænses.</p>	<p>Styrket styring af programmets kontrakter, herunder leverancestyring, ændringsstyring og håndhævelse af kontraktuelle incitamentsstrukturer kan øge robusthed og styrbarhed.</p>
<p>Implementering af proces til behandling og afvisning af claims fra leverandører mod Signalprogrammet kan reducere risikoen for at overskride budget og tidsplan.</p>	
<p>Validering af risikobudget vil sikre tydelighed omkring identificerede risici, samt tydeliggøre i hvilket omfang risikobudgettet indeholder irrelevante, udaterede eller overestimerede risici. Dette kan medvirke til at reducere de samlede programomkostninger.</p>	<p>Styrkelse af programmets risikostyring og integration med kontrakt og finansiel styring kan øge robustheden i programplanerne.</p>
<p>Som en del af rebudgetteringen af programmet, er den centrale programreserve blevet allokateret til hver af de større projekter. En re-centralisering af programreserven kan medvirke til, at genetablere programmets reserve.</p>	
<p>En mere effektiv og stringent økonomistyring, hvor betalinger sker i overensstemmelse med betingelserne i kontrakterne med leverandørerne, vil sikre, at Signalprogrammet kun betaler for gennemførte og godkendte leverancer i overensstemmelse med kontrakterne. Dette vil medvirke til at reducere det samlede budget og øge kvaliteten af leverandørens leverancer.</p>	<p>Styrkelse af økonomistyring kan medvirke til at skabe overblik og økonomisk transparens i sammenhæng med leverancer og forventede reserver.</p>



<b>Konsoliderede hypoteser</b>	<b>Ny hypotese</b>
<p>Øget revision og kvalitetskontrol inden igangsættelse af tests vil sikre højere gennemførelsesrate og dermed reducere programomkostninger relateret til programledelse og godkendelser.</p>	
<p>Simplificering af godkendelses- og sikkerhedsgodkendelsesaktiviteter til et niveau, som afspejler eksterne regler og regulering, vil afsløre, om de nuværende aktiviteter er overflødige eller mere komplicerede end kravene foreskriver. Dette kan medvirke til at reducere omkostninger til godkendelsesprocesser og spare tid.</p>	
<p>Et tættere samarbejde mellem Signalprogrammet og Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen omkring godkendelseskrav kan reducere tiden anvendt til godkendelsesaktiviteter og dermed forbedre tidsplanen og reducere risikoen for et merforbrug.</p>	<p>Forbedring af tilgang til test- og sikkerhedsgodkendelser kan medvirke til, at reducere resourceforbruget og øge robustheden af udrulningsplanerne.</p>
<p>Kravene til dokumentationsproces og -dokumenter, som Signalprogrammet skal udfylde til Banedanmarks driftsdivision, kan tydeliggøres og processen optimeres.</p>	

KOMMERCIELT FORTROLIG









## G. Ordliste

AAPP:	Authorisation Approval Process Plan
APIS:	Authorisation for Placing Into Service
ATC:	Automatic Train Control
CBTC:	Communication Based Train Control (the new standard for the S-bane signalling system)
COS:	Change Over System
CR:	Change Request
EDL:	Early Deployment Line
ERTMS:	European Railway Traffic Management System
ESB:	Enterprise Service Bus. A software architecture construction that provides fundamental services for complex IT architecture.
ETCS:	European Train Control System
FoC:	First of Class
FTN:	Fixed Transmission Network
G-ISA:	General Independent Safety Assessor
GSM-R:	Global System for Mobile phone communication adapted for railroad (R=Railway)
JTL:	Joint Test Lab
NoBo:	Notified Body
NSA:	National Safety Authority, synonymous with Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen
RO:	Roll-Out
RU:	Railway Undertakings, also called Train Operating Company (TOC)
SAT:	Site Acceptance Test
S-ISA:	Specific Independent Safety Assessor



#### Om Deloitte

Deloitte leverer ydelser indenfor revision, consulting, financial advisory, risikostyring, skat og dertil knyttede ydelser til både offentlige og private kunder i en lang række brancher. Deloitte betjener fire ud af fem virksomheder på listen over verdens største selskaber, Fortune Global 500®, gennem et globalt forbundet netværk af medlemsfirmaer i over 150 lande, der leverer kompetencer og viden i verdensklasse og service af høj kvalitet til at håndtere kundernes mest komplekse forretningsmæssige udfordringer. Vil du vide mere om, hvordan Deloittes omkring 245.000 medarbejdere gør en forskel, der betyder noget, så besøg os på Facebook, LinkedIn eller Twitter.

Deloitte er en betegnelse for en eller flere af Deloitte Touche Tohmatsu Limited, der er et britisk selskab med begrænset ansvar ("DTTL"), dets netværk af medlemsfirmaer og deres tilknyttede virksomheder. DTTL og alle dets medlemsfirmaer udgør separate og uafhængige juridiske enheder. DTTL (der også betegnes "Deloitte Global") leverer ikke selv ydelser til kunderne. Vi henviser til [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about) for en udførlig beskrivelse af DTTL og dets medlemsfirmaer.