

Banedanmark
Signalprogrammet
Amerika Plads 15
2100 København Ø
www.bane.dk

Signalprogrammet – beslutningsoplæg

December 2008

Indhold

- 1 Resumé , s. 5
- 2 Introduktion til beslutningsgrundlaget, s. 19
- 3 Introduktion til signalsystemer, s. 21
- 4 Aftale om trafik for 2007, s. 27
- 5 Hovedresultater på fjernbanen, s. 35
- 6 Analyseresultater på S-banen, s. 54
- 7 Booz|Allen|Hamiltons analyseresultat og hovedresultater fra Signalprogrammet, s. 67
- 8 Den tekniske løsning, s. 71
- 9 Uddybning af udbudsstrategi, s. 86
- 10 Ekstern kvalitetssikring af Signalprogrammets analyse, s. 93
- 11 Banedanmarks opgaver i forbindelse med Signalprogrammet, s. 97

1 Resumé

1.1 Indledning

Det er nødvendigt at udskifte Banedanmarks signalanlæg på både fjernbanen og S-banen på grund af signalsystemernes alder. Tidligere analyser har vist, at det vil være mest hensigtsmæssigt at gennemføre denne udskiftning som en totaludskiftning over en kortere årrække med afslutning omkring 2020.

Banedanmarks analyse viser, at det vil være mest hensigtsmæssigt at udskifte signal-systemet på fjernbanen med et såkaldt ERTMS niveau 2 baseret system, hvor de ydre signaler fjernes, mens der på S-banen indføres et standard bybanesystem baseret på semi-automatisk drift af S-togene. Dette vil bl.a. give en højere rettidighed, på grund af et markant fald i antallet af signalrelaterede fejl, et højere sikkerhedsniveau samt bedre passagerinformation.

Endvidere viser Banedanmarks analyse, at det vil være mest hensigtsmæssigt at på-begynde udskiftningen i 2009 på både fjernbanen og S-banen. På fjernbanen er det samfundsøkonomisk mest hensigtsmæssigt og forbundet med færrest risici at afslutte projektet på fjernbanen i 2021, men totaløkonomisk billigst at afslutte det i 2020. På S-banen vil det samfundsøkonomisk, totaløkonomisk og ud fra en risikobetragtning være mest hensigtsmæssigt at afslutte udrolningen i 2020.

Samlet set forventes passagerne være knapt 1 mio. timer mindre forsinket pr. år, når de nye signalsystemer er indført på fjernbanen og S-banen.

Dette kapitel indeholder et udbygget resumé af beslutningsgrundlaget. Således kan kapitlet læses uafhængigt af resten af beslutningsgrundlaget. I de resterende kapitler uddybes punkterne i dette kapitel.

1.2 Baggrund

Kernen i et signalsystem er sikringsanlægget. På fjernbanen er hovedparten af sikringsanlæggene anlagt i 1950'erne og 1960'erne og er baseret på anlægstyper, hvoraf de ældste blev udviklet i 1912. På S-banen er anlæggene primært anlagt i 1970'erne, men anlæggene slides hurtigere grundet den større trafikintensitet. Mange

af sikringsanlæggene er udtjente i dag, og en stor del af de resterende anlæg vil være udtjente omkring 2020. Derudover vil togkontrollsystemet på både fjernbanen og S-banen skulle udskiftes omkring 2020. Således vil investeringerne i signalsystemet skulle øges i den kommende periode, hvis jernbanen som transportform skal oprettholdes på det nuværende niveau.

Dette illustreres i figur 1.1, hvor regularitetsudviklingen på fjernbanen i perioden 2007-2038 vises under forudsætning af, at Banedanmarks nuværende bevilling til signaler fastholdes i denne periode. Ud over en generel forringelse af kanalregulariteten må der ved et fastholdt investeringsniveau forventes markante nedbrud i trafikken af kortere eller længere varighed.

I 2006 blev der udarbejdet en analyse af den mest effektive strategi for at reinvestere i Banedanmarks signalanlæg. Dette fulgte af Aftale om trafik for 2007, jf. side 3. Strategianalysen blev udarbejdet af det uafhængige konsulentbureau Booz|Allen|Hamilton. Analysen bestod dels af en tilstandsvurdering af Banedanmarks nuværende signalanlæg, dels af en analyse af overordnede strategier for udskiftningen af signalsystemet.

Booz|Allen|Hamiltons tilstandsvurdering viste, at Banedanmarks nuværende signalanlæg er gamle, men velholdte. Derfor vil hovedparten af anlæggene kunne holdes i drift gennem en målrettet fornyelses- og levetidsindsats frem til omkring 2020.

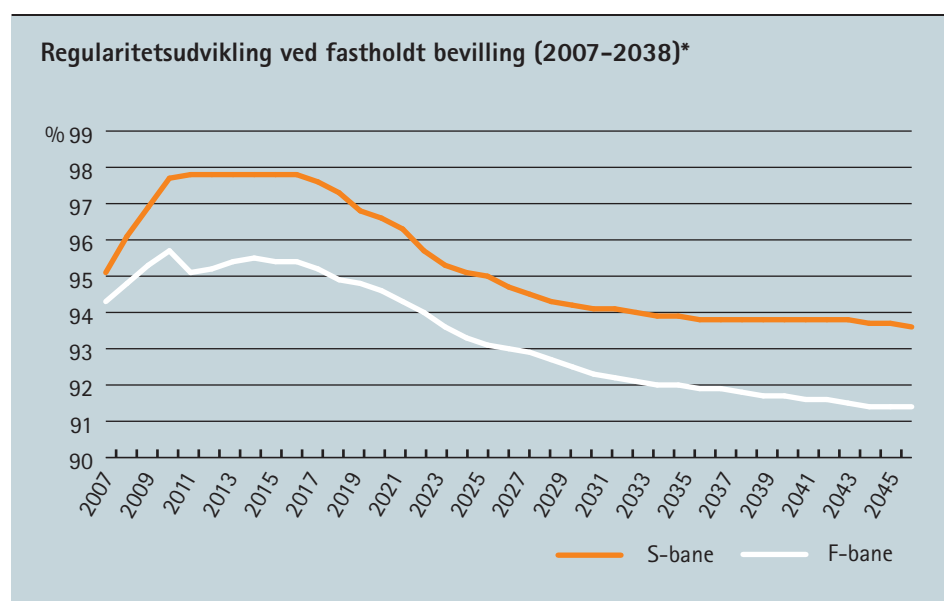
På baggrund af tilstandsvurderingen opstillede Booz|Allen|Hamiltons scenarier for at udskifte signalanlæggene på fjernbanen. Scenarierne var grundlæggende varianter over to forskellige strategier: totaludskiftning eller løbende udskiftning.

Analysen viste, at det ville være mest hensigtsmæssigt at gennemføre udskiftningen som en totaludskiftning, hvor ibrugtagningstidspunktet blev udskudt længst muligt.

Figur 1.1

Regularitetsudvikling ved fastholdt bevilling (2007-2038)*

* Gns. bevilling til signalområdet fra Aftale om trafik for 2004.



Booz|Allen|Hamilton anslog at ibrugtagningstidspunktet kunne udskydes til omkring 2020, hvor det nuværende togkontrolsystem (ATC) på fjernbanen bør være udskiftet, da det ikke vil kunne levetidsforlænges. Samtidig bliver det løbende vanskeligere at frem-skaffe reservedele samt medarbejdere med de rette kvalifikationer til at foretage reparationerne. Det følger af EU-reglerne, at når signalsystemerne på fjernbanen udskiftes, så skal det nye system baseres på den europæiske standard for signalsystemer ERTMS. Booz|Allen|Hamiltons analyse viste, at det vil være både billigst og give mest kapacitet, hvis det nye signalsystem baseres på ERTMS niveau 2, hvor de ydre signaler fjernes og "signalerne" i stedet for modtages i togets førerbord, i stedet for ERTMS niveau 1, hvor der opretholdes traditionelle signaler langs banen.

Booz|Allen|Hamiltons analyse af *S-banen* viste, at det inden for en kortere årrække vil være nødvendigt at udskifte signalanlægget på strækningen Lyngby–Hillerød med et helt nyt anlæg. Bl.a. fordi det koster ca. ½ mia. kr. at udskifte signalanlæggene på denne strækning, vil det være mest hensigtsmæssigt at totaludskifte S-banens signalsystem frem for en løbende udskiftning og lade udskiftningen af anlægget på denne strækning være første etape i en totaludskiftning af signalsystemet på S-banen. S-banen er ikke omfattet af EU-reglerne, og der er således ikke krav om ERTMS.

På ovenstående baggrund blev der truffet en principbeslutning om en udskiftning af Banedanmarks signalsystem i perioden 2015-2020. Det blev endvidere besluttet, at Banedanmark skulle udarbejde et egentligt budgetoverslag for udskiftningen af signalsystemet til fremlæggelse i 2008, herunder undersøge hvilken implementeringsprofil der ville være mest hensigtsmæssig. Der blev afsat 100 mio. kr. til arbejdet (jf. Aftale om trafik for 2007, der blev indgået mellem Venstre, Det Konservative Folkeparti, Dansk Folkeparti og Det Radikale Venstre).

Konkret blev det besluttet med Aftale om trafik for 2007, at Banedanmark skulle opstille scenarier med afslutning i hhv. 2020 og 2018 for udskiftningen af signalsystemet på fjernbanen.

På S-banen skulle Banedanmark identificere dels det teknisk/økonomisk mest optimale tidspunkt for afslutning af udskiftningen af signalsystemet, dels det hurtigst mulige tidspunkt for afslutning af udskiftningen.

Endvidere skulle Banedanmark undersøge, om det var muligt at afholde de samlede udgifter i perioden 2007-2014 til fornyelse og vedligeholdelse af det nuværende signalanlæg samt omkostningerne til opstart af etableringen af de nye signalsystemer inden for den med Aftale om trafik for 2007 afsatte ramme til signaler.

Derudover skulle Banedanmark opstille andre mulige scenarier, der i løbet af analysearbejdet viste sig attraktive ud fra et tidsmæssigt, økonomisk eller risikominimerende perspektiv.

På baggrund af ovenstående forudsætninger har Banedanmark identificeret i alt fire scenarier for udskiftningen af signalsystemet på fjernbanen og fire scenarier for udskiftning af signalsystemet på S-banen, idet fjernbanen og S-banen er adskilte projekter.

1.3 Beskrivelse af scenarierne på fjernbanen

Det fulgte direkte af Aftale om trafik for 2007, at Banedanmark skulle analysere to scenarier på fjernbanen med afslutning i hhv. 2018 og 2020. Derudover har Banedanmark undersøgt konsekvenser af at forlænge projektets første faser, således at totaludskiftningen først afsluttes i 2021. Endvidere skulle Banedanmark undersøge, om det var muligt at afholde de samlede udgifter i perioden 2007-2014 til fornyelse og vedligeholdelse af det nuværende signalanlæg samt omkostningerne til opstart af etableringen af de nye signalsystemer inden for den ramme til signaler, der blev afsat med Aftale om trafik for 2007. Dette opnås ved i størst mulig grad at udskyde projektets start til 2013 og afslutning til 2023. Der er således foretaget en uddybende analyse af følgende fire scenarier:

1. Udskiftning i perioden 2009-2018
2. Udskiftning i perioden 2009-2020
3. Udskiftning i perioden 2009-2021
4. Udskiftning i perioden 2013-2023

Som det fremgår ovenfor, adskiller scenarierne sig fra hinanden med hensyn til starttidspunkt og hastigheden hvormed udskiftningen gennemføres. Kort opsummeret er ulemperne ved at forcere gennemførelsen af projektet, at risikoen for at der sker fejl, der medfører fordyrelser og forsinkelser, vokser. Fordelen ved en hurtig gennemførelse er, at gevinsterne ved det nye signalsystem som f.eks. den forbedrede rettidighed opnås hurtigere, samt at der skal anvendes lidt færre midler til vedligeholdelse og fornyelse af det eksisterende anlæg. På samme måde vil en udskydelse af starttidspunktet medføre ekstraomkostninger til at holde det nuværende signalsystem i drift.

Alle scenarierne på fjernbanen baserer sig på, at det nye signalsystem på fjernbanen baseres på ERTMS niveau 2, hvor de ydre signaler fjernes og signalering fremover sker via en skærm i togets førerrum. Som nævnt ovenfor blev dette anbefalet af Booz|Allen|Hamilton i strategianalysen fra 2006, og Banedanmark har som en del af analysearbejdet dokumenteret, at ERTMS niveau 2 fortsat vil være den mest hensigtsmæssige standard.

Indførelsen af et nyt signalsystem baseret på ERTMS niveau 2 vil medføre en række fordele. Hovedformålet med udskiftningen af signalsystemet er, at det bliver muligt at opretholde jernbanen som transportform, hvilket understreger, at Signalprojektet i hovedsagen er et reinvesteringsprojekt på linje med beslutningen om genopretning af sporområdet fra 2006. Signaludskiftningen vil dog også betyde, at signalteknologien opgraderes markant i forhold til det nuværende niveau, hvilket vil give en række yderligere fordele som f.eks.:

1. Indførelse af et signalsystem baseret på ERTMS niveau 2 på fjernbanen vil alt andet lige medføre en gennemsnitlig *forbedring af regulariteten* for operatører-

ne (f.eks. Arriva, DSB osv.) på ca. fire procentpoint¹, idet ca. 80 procent af forsinkelserne, der primært er forårsaget af signalsystemet, forventes elimineret.

Forbedringen af regulariteten opnås, dels fordi de nedslidte anlæg udskiftes, dels fordi et system baseret på ERTMS niveau 2 vil have mere kapacitet end det nuværende system. Den ekstra kapacitet kan anvendes til at forbedre regulariteten og/eller køre flere tog. Hvis hele den ekstra kapacitet bruges til at forbedre regulariteten, vil alle de tog, som Banedanmark forsinker på fjernbanen, blive reduceret med 50 pct. i forhold til situationen, når sporområdet er genoprettet i 2014.

Det betyder, at regulariteten på fjernbanen vil være forbedret fra omkring 84 pct. i 2005-2006, til omkring 90 pct. i 2014, når genopretningen af spor er gennemført og til omkring 94 pct., når signalsystemet er fuldt ibrugtaget².

En regularitet på 94 pct. i gennemsnit for operatørerne svarer til, at Banedanmark vil kunne stille en regularitet til rådighed for operatørerne på ca. 97,2 pct., hvilket svarer til en stigning på 2,8 procentpoint i forhold til den forventede situation, når genopretningen af sporområdet er gennemført. Dette forudsætter dog, at det nødvendige aktivitetsniveau til fornyelse og vedligeholdelse på sporområdet også prioriteres efter 2014.

Samlet set forventes passagerne at være forsinket ca. 790.000 færre timer pr. år, når det nye signalsystem er etableret.

2. Indførelsen af de nye signalsystemer vil give en *mere effektiv drift af jernbanen*, som vil medføre besparelser på fornyelse og vedligeholdelse af signaler, spor og det rullende materiel samt effektivisering af trafikstyringen i Banedanmark mv. for skønsmæssigt samlet set 6,7 mia. kr. over systemets levetid (25 år).
3. Der opnås *et højere sikkerhedsniveau* på en række mindre trafikerede banestrækninger, hvor der i dag ikke er et fuldt udbygget togkontrollsystem samt på den mere trafikerede strækning fra Hobro til Aalborg, hvor der ikke er etableret et togkontrollsystem.
4. Et nyt signalsystem vil gøre det muligt at levere en *bedre passagerinformation* på en række regional- og lokalbaner i forhold til i dag, ligesom signalsystemet vil være forberedt til automatisk at levere datagrundlaget til den videre udbygning af passagerinformationen som f.eks. SMS og rejseplanen.dk.

1 Dette er et skøn ud fra den samlede produktregularitet. Det angivne tal baserer sig på et anslået gennemsnit af regulariteten for DSB og Arriva, idet der ikke opgøres en samlet regularitet for fjernbanen.

2 Se fodnote 2. 2005-2006 tallet er beregnet med udgangspunkt i forsinkelseskriteriet 4:59, som vil være gældende fra år 2009 og frem.

Forbedringerne er fælles for alle scenarierne.

Det bør bemærkes, at forudsætningen for at opnå de ovenfor angivne fordele er, at det nye signalsystem er it-baseret. Når signalsystemet baseres på it-systemer, ændres fejltypene, fra mange fejl spredt ud over hele nettet som i dag til færre, men mere omfattende nedbrud. Dette er en problemstilling, der kendes fra den københavnske metro, og vil især være aktuell mens systemet tages i brug.

Scenarierne er blevet sammenlignet ud fra tre parametre:

1. Scenariets relative "*samfundsøkonomiske effekt*" viser omkostningen for samfundet ved finansiering af projektet og regularitetsgevinsten herefter, hvor begge dele opgøres relativt i forhold til scenariet med afslutning i 2020 (således vil den relative samfundsøkonomiske effekt i scenarierne med afslutning i 2020 pr. definition være 0).
2. *Totalomkostningen* svarer til anlægsudgiften inkl. 30 pct. korrektionstillæg (reserve) som følge af ny anlægsbudgettering samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det eksisterende system, men eksklusiv udgifter til at holde de nye signalsystemer i drift og besparelser som følge af ibrugtagningen af det nye signalsystem.
3. *Scenariets risikoprofil* udtrykkes som en samlet kvantificering af risikoudsættelsen samt en angivelse af den sandsynlige forsinkelse af afslutningstidspunktet. Kvantificeringen af risikoudsættelsen er udregnet som sandsynligheden for, at de forskellige risici indtræffer ganget med den økonomiske konsekvens, hvis det sker. Angivelsen af den sandsynlige forsinkelse er på samme måde foretaget ved at gange sandsynligheden for at en risiko indtræffer med den tidsmæssige konsekvens, hvis det sker. Denne fremgangsmåde følger internationale anbefalinger for risikoanalyser.

Som det fremgår af tabel 1.1, har scenariet med afslutning i 2021 den bedste relative samfundsøkonomiske effekt og den laveste risikoudsættelse. Det betyder, at scenariet er det mest optimale ud fra en sammenvejning af udgifter og indtægter set over anlæggets levetid, samt at tidsplanen for projektet er solid.

Scenariet med afslutning i 2020 har den laveste totalomkostning frem til anlægget ibrugtages. Det skyldes, at udbudsfasen er kortere end i 2021-scenariet, hvilket betyder, at der skal afholdes færre udgifter til at holde det nuværende signalanlæg i drift end i 2020-scenariet. Det eksterne konsulentbureau Booz&Co har vurderet, at en udbudsfase på to år i 2020-scenariet er ambitiøst, hvorfor der knytter sig lidt større risici til scenariet i forhold til scenariet med afslutning i 2021.

Scenarierne med afslutning i hhv. 2018 og 2023 er de samfundsøkonomiske mindst hensigtsmæssige. Således har scenariet med afslutning i 2023 den højeste totalomkostning, idet der skal bruges flere midler til at holde det nuværende anlæg i

Kvantificering af forskelle mellem scenarier på fjernbanen, 2009-niveau				
Aktivitetsperiode	"Samfunds- økonomisk effekt" ¹ (mia. kr.)	Total -omkostning ² (mia. kr.)	Risikoprofil	
			Risikoværdi (mia. kr.)	Sandsynlig forsinkelse
2009 - 2018	-2,2	20,5	3,8	8-16 måneder
2009 - 2020	0,0	20,1	2,9	0 måneder
2009 - 2021	0,9	20,7	2,8	0 måneder
2013 - 2023	-0,7	23,6	3,2	2-3 måneder

Table 1.1

Kvantificering af forskelle mellem scenarier på fjernbanen.

Anm: Grå markering fremhæver den mest hensigtsmæssige værdi

Note 1: opgøres som omkostningen for samfundet ved finansiering af projektet og regularitetsgevinsten herved relativt til 2020-scenariet

Note 2: anlægsudgiften samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det eksisterende system.

drift i forhold til de andre scenarier. Endvidere skal det bemærkes, at hvis projektet startes senere end 2009 og afsluttes senere end 2021, vil det dels medføre en forøget risiko for større nedbrud med store gener for passagerne til følge, dels øgede projektomkostninger.

Derudover vil en udskydelse af afslutningstidspunktet på fjernbanen udover 2021 betyde merudgifter, idet der skal afholdes en række dobbeltudgifter til signalsystemer på de nye baneanlæg i forbindelse med Femern Bælt og en evt. ny bane på strækningen København-Ringsted, medmindre projekterne udskydes. Endvidere vil det først være muligt at gennemføre en timemodel, når signalsystemet er udskiftet på de relevante strækninger, idet det ikke er muligt at køre 200 km/t med det nuværende signalsystem. Uanset valg af scenarie vil det være nødvendigt at vurdere udrulningsplanen i løbet af foråret 2009 på baggrund af den endelige beslutning om investeringsplanen i efteråret 2008.

Scenariet med afslutning i 2018 har den højeste risikoudsættelse på grund af den hurtigere udrulningsplan. Det er således nødvendigt at afsætte ekstra midler i budgettet til at imødegå risici mv. Derfor er der afsat ca. 600 mio. kr. mere i budgettet for 2018-scenariet hertil i forhold til scenarierne med afslutning i 2020 og 2023 og ca. 750 mio. kr. mere end i scenariet med afslutning i 2021, idet risikoen for fejl er mindre i 2021-scenariet i forhold til de andre scenarier. Endvidere må det forventes, at tidsplanen i 2018-scenariet ikke kan holdes. Det vurderes sandsynligt, at projektet forsinkes mellem 8 og 16 måneder i 2018-scenariet i forhold til det planlagte afslutningstidspunkt i 2018.

Tidsplanen for de forskellige scenarier opsummeres i figur 1.2.

Overordnede tidsplaner for fjernbanen															
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Fjernbane 2018	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2½ år)		Test og afprøvning (2½ år)		Udrulningsfase (3 år)								
Fjernbane 2020	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2½ år)		Test og afprøvning (2½ år)		Udrulningsfase (5 år)								
Fjernbane 2021	Udbud og kontrakt (3 år)			Design (3 år)		Test og afprøvning (3 år)			Udrulningsfase (4 år)						
Fjernbane 2023				Op- manding	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2½ år)		Test og afprøvning (2½ år)		Udrulningsfase (4 år)				

Figur 1.2

Overordnede tidsplaner for fjernbanen.

Anm: "Opmanding" i 2023 scenariet dækker over, at det nuværende signalprogram lukkes ned i tre år, hvorfor der vil skulle oprettes en helt ny projektorganisation.

I tabel 1.2 ses totaludgifterne til scenarierne fordelt på tidsperioder.

For alle scenarierne gælder, at udbuddet gennemføres som et såkaldt funktionsudbud. Et funktionsudbud betyder, at der opstilles nogle krav til, hvilke funktioner som signalsystemet skal have (f.eks. systemets automatiseringsgrad). Til gengæld overlades de konkrete tekniske løsninger til leverandøren, hvorved antallet af leverandører, der kan byde, øges, og prisen på løsningerne sænkes, idet leverandøren kan anvende sine egne allerede afprøvede løsninger. Funktionsudbud betyder således, at udskiftningen i størst muligt omfang sker ved anvendelse af standardkomponenter.

På fjernbanen forventes projektet opdelt i to hovedkontrakter – hhv. Øst- og Vestdanmark. Det skyldes for det første, at størrelsen af det samlede projekt på fjernbanen er stort også i international sammenhæng, hvilket betyder, at meget få leverandører vil kunne løfte projektet alene. For det andet vil en opdeling i to kontrakter betyde, at hvis det bliver nødvendigt at opsiges kontrakten med den ene leverandør, vil den anden leverandør i et sådant (ekstremt) tilfælde kunne tilbydes arbejdet med at færdiggøre hele projektet. Dermed bliver Banedanmarks gennemførelse af signalprogrammet mindre afhængigt af én leverandør.

Tabel 1.2

Totaludgift for fjernbanen fordelt på tidsperioder.

Anm: anlægsudgiften samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det eksisterende system.

Totaludgift for fjernbanen fordelt på tidsperioder, 2009-niveau (mia. kr.)				
Aktivitetsperiode	2009 - 2014	2015 - 2020	2021 ->	I alt
2009 - 2018	5,2	15,3	0,0	20,5
2009 - 2020	4,8	15,2	0,1	20,1
2009 - 2021	2,3	16,4	1,9	20,7
2013 - 2023	0,8	13,1	9,7	23,6

Muligheden for at opdele projektet i to kontrakter opstår, fordi der med EU-reglerne på området fastlægges nogle klare standarder for udformningen af de tekniske løsninger i hhv. togene og på skinnerne. Således kan risikoen ved at have to leverandører minimeres, herunder specielt problemstillingen omkring grænseflader.

Det bemærkes, at der pågår et arbejde i EU-regi med at opdatere de standarder, der ligger til grund for den overordnede ERTMS-standard (dette må ikke forveksles med forskellen på ERTMS niveau 1 og 2). Arbejdet går ud på at fastlægge standarden for nogle yderligere tekniske løsninger (eksempelvis for overkørsler og store stationer). Det er vigtigt at understrege, at arbejdet ikke omhandler udvikling af tekniske løsninger, men alene valg mellem kendte løsninger samt test af, at løsningen kan anvendes sammen med de andre tekniske løsninger, der allerede indgår i standarden. Banedanmark deltager i dette arbejde, idet fastlæggelse af disse standarder er et centralt element i udrulningen på fjernbanen. Tidsplanen for scenarierne med afslutning i 2020, 2021 og 2023 er afstemt efter EU's tidsplan. Imidlertid knytter der sig altid risici til sådanne tidsplaner. Hvis standardiseringsarbejdet mod forventning ikke skulle blive færdig efter tidsplanen, vil det ifølge Banedanmark kunne medføre ekstraomkostninger for op til 300 mio. kr. Denne risiko indgår i risikoanalysen af de forskellige scenarier.

1.4 Beskrivelse af scenarierne på S-banen

På S-banen har Banedanmark undersøgt den teknisk/økonomisk mest hensigtsmæssige løsning for etableringen af et nyt signalsystem. Med den teknisk/økonomisk mest hensigtsmæssige løsning menes den løsning, hvor en sammenvejning af de nuværende anlægs restlevetid, risici, passagerfordele og projektomkostninger mv. giver den bedste samlede økonomi. Banedanmarks analyse viser, at den mest hensigtsmæssige løsning er en totaludskiftning med start i 2009 og afslutning i 2020.

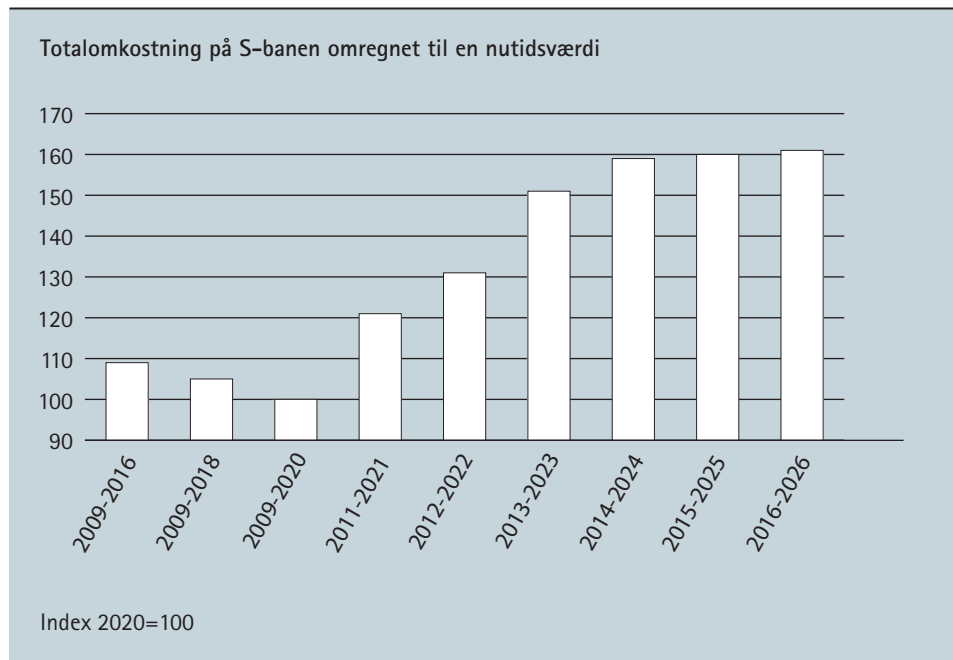
I forhold til S-banen er Banedanmark endvidere blevet bedt om at identificere den hurtigst mulige udrulning samt undersøge, hvorledes udgifterne inden 2015 kan minimeres mest muligt. Banedanmarks undersøgelse viser, at det hurtigst mulige afslutningstidspunkt for en totaludskiftning af signalsystemet på S-banen er 2016. Dette forudsætter dog en meget forceret tidsplan med stor risiko for forsinkelser. Derudover er der blevet analyseret en mellemløsning med afslutning i 2018, hvor tidsplanen er mindre forceret end 2016-scenariet. For at undersøge muligheden for at minimere udgiften inden 2015 har Banedanmark også undersøgt muligheden for at udskyde starttidspunktet med to til seks år, hvorved afslutningstidspunktet udskydes et til seks år, idet der anvendes en let forceret udrulning i forhold til 2020-scenariet. Resultatet af analysen af de forskellige scenarier er gengivet i figur 1.3 nedenfor.

Analysen er foretaget ved at sammenligne scenariernes totalomkostning (opgjort som netto-udtidsværdi) inkl. udgifter til fornyelse og vedligeholdelse af det nuværende signalsystem, indtil det nye signalsystem ibrugtages ud over de midler, der blev afsat med Aftale om trafik for 2007 (jf. tabel 1.1).

Figur 1.3

Totalomkostning på S-banen omregnet til en nutidsværdi.

Anm.: anlægsudgiften samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det eksisterende system. Kalkulations-renten i beregningen udgør 4 pct.



Analysen viser, at hvis afslutningstidspunktet udskydes til efter 2020, vil der skulle afholdes store udgifter til at holde det nuværende anlæg i drift frem til det nye signalsystem ibrugtages. Det skyldes bl.a., at signalanlægget på strækningen Lyngby-Hillerød skal være udskiftet senest i 2014 grundet sikringsanlæggenes meget høje alder. Hvis dette ikke sker som en del af totaludskiftningen, må det ske som konventionel fornyelse, hvilket vil være spildt, når totaludskiftningen kort efter gennemføres. Endvidere viser analysen, at begge scenarier, der afsluttes før 2020, vil være dyrere end 2020-scenariet, idet der skal afsættes flere midler i budgettet til at imødegå risici ved den forcerede udrulningsplan.

Ligesom på fjernbanen er hovedformålet ved udskiftningen af signalsystemet på S-banen, at sikre opretholdelse af togdriften. Imidlertid medfører udskiftningen også en række afledte fordele på S-banen, ved at signalteknologien opdateres til en tidsvarende teknologi, som f.eks.:

1. Indførelsen af et nyt signalsystem på S-banen vil betyde et højere sikkerhedsniveau, ikke mindst fordi den forsimplede version af togkontrollsystemet på S-banen, der er i drift på strækningen Lyngby-Hillerød, vil blive udskiftet med et moderne togkontrollsystem. Det vil samtidig betyde, at hastigheden på strækningen Lyngby-Hillerød kan øges.
2. Indførelsen af et nyt signalsystem på S-banen betyder, at rettidigheden vil stige, idet antallet af fejl reduceres. Det vurderes, at regulariteten vil blive forbedret med 0,8 procentpoint fra 97,8 pct. til 98,6 pct. fra det nye signalsystem

ibrugtages fuldt ud³. Det betyder, at de tog, som Banedanmark forsinket, bliver reduceret med ca. 34 pct. på S-banen, og dermed vil DSB S-tog kunne levere en regularitet på omkring 95 pct. Det forudsætter dog, at genopretningen på sporområdet vil medføre den forventede regularitetsforbedring i 2014, samt at det nødvendige aktivitetsniveau til fornyelse og vedligeholdelse på sporområdet også prioriteres efter 2014. Dette er fælles for alle scenarierne.

Samlet set forventes passagerne at være forsinket ca. 140.000 færre timer pr. år på S-banen, når det nye signalsystem er etableret.

- Der indføres semi-automatisk drift på S-banen, hvilket betyder, at togets kørsel mellem stationerne optimeres, hvilket giver mere kapacitet, mere flydende kørsel og forventeligt lavere energiforbrug.
- Signalsystemet på S-banen vil være forberedt til en evt. overgang til førerløse S-tog i forbindelse med udfasingen af de nuværende S-tog omkring slutningen af 2020'erne.

Ligesom på fjernbanen er indførelsen af et it-baseret system en forudsætning for at opnå den høje regularitet. Således må der også på S-banen forventes, at de få tilbageværende fejl vil tage form af større nedbrud især i forbindelse med at systemet ibrugtages.

I det efterfølgende afrapporteres på det teknisk/økonomisk mest optimale scenarie. Scenariet sammenlignes med tre andre scenarier: dels de to scenarier med afslutning før 2020, dels med et scenarie med start i 2012 og afslutning i 2022. Hovedtallene for scenarierne opsummeres i tabel 1.3 nedenfor.

Hovedtal for totaludskiftning på S-banen, 2009-niveau				
Aktivitetsperiode	"Samfunds-økonomisk effekt" ¹ (mia. kr.)	Total -omkostning ² (mia. kr.)	Risikoprofil	
			Risikoværdi (mia. kr.)	Sandsynlig forsinkelse
2009 - 2016	-0,8	4,3	0,8	12 måneder
2009 - 2018	-0,5	4,3	0,7	6-8 måneder
2009 - 2020	0,0	4,1	0,5	0 måneder
2012 - 2022	-1,8	6,0	0,6	3-5 måneder

Tabel 1.3

Hovedtal for totaludskiftning på S-banen.

Anm.: Grå markering fremhæver den mest hensigtsmæssige værdi

Note 1: opgøres som omkostningen for samfundet ved finansiering af projektet og regularitetsgevinsten her-ved relativt til 2020-scenariet

Note 2: anlægsudgiften samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det eksisterende system.

³ Inkl. effekten af den nye køreplan på S-banen, der trådte i kraft i 2007. Køreplanen er estimeret til at give en forbedring af regulariteten i 2014 på 0,2 procentpoint.

Som det fremgår af tabel 3, har scenariet med afslutning i 2020 den relativt bedste samfundsøkonomiske effekt, den laveste totalomkostning og den laveste risikoudsættelse. Det betyder, at scenariet er det mest optimale ud fra samtlige parametre.

For scenarierne med afslutning i 2016 og 2018 gælder, at forceringen af tidsplanen medfører så store risici for fordyrelser og forsinkelser, at det ikke opvejer fordelene herved i form af sparede omkostninger til at holde det nuværende anlæg i drift efter 2014, og at regularitetsforbedringen opnås tidligere.

For scenariet med afslutning i 2022 gælder, at der vil skulle afholdes udgifter til særskilt fornyelse af signalanlægget på strækningen Lyngby-Hillerød med den teknologi, der anvendes på S-banen i dag. Dette koster i sig selv i størrelsesordenen ½ mia. kr. Endvidere betyder starttidspunktet i 2011/2012, at den efterfølgende tidsplan også i dette scenarie forceres for at minimere forbruget på at holde det nuværende signalsystem i drift. Således har dette scenarie også en større risikoeksponering end scenariet med afslutning i 2020.

Totaludgiften for de fire scenarier på S-banen opdelt på tidsperioder er gengivet i tabel 1.4.

Ligesom på fjernbanen gennemføres udbuddet af projektet på S-banen som et funktionsudbud. Dermed bliver det muligt, at anvende standardkomponenter, der allerede anvendes andre steder i verden. Det forventes at give den laveste pris, idet leverandøren kan anvende sine egne allerede afprøvede løsninger, ligesom risiciene ved det nye systemet minimeres mest muligt.

På S-banen vil projektet blive gennemført med én leverandør. Det skyldes, at projektet på S-banen vurderes at være af en størrelse, som mange internationale leverandører vil kunne håndtere. Anvendelsen af én leverandør vurderes således ikke at formindske konkurrencen, men derimod at give leverandøren mulighed for at opnå stordriftsfordele i anlægsperioden. Endvidere findes der i modsætning til fjernbanen ikke en standard for, hvorledes de tekniske løsninger i hhv. togene og på skinnerne skal "tale sammen". Hvis der således var flere leverandører, ville der være betydelige risici forbundet med at få de forskellige tekniske løsninger til at tale sammen.

Tabel 1.4

Totaludgift for S-banen fordelt på tidsperioder.

Note: Anlægsudgiften samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det eksisterende system.

Totaludgift for S-banen fordelt på tidsperioder, 2009-niveau (mia. kr.)				
Aktivitetsperiode	2009-2014	2015-2020	2021 ->	I alt
2009 - 2016	3,1	1,3	0,0	4,3
2009 - 2018	2,4	1,9	0,0	4,3
2009 - 2020	2,3	1,8	0,0	4,1
2012 - 2022	0,7	4,8	0,5	6,0

Overordnede tidsplaner, S-bane															
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2016	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2 år)		Test og afprøvning (2 år)		Udrulningsfase (2 år)								
2018	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2 år)		Test og afprøvning (2 år)		Udrulningsfase (4 år)								
2020	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2 år)		Test og afprøvning (2 år)		Udrulningsfase (6 år)								
2022			Op- mand.	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2 år)		Test og afprøvning (2 år)		Udrulningsfase (5 år)					

1.5 Ny anlægsbudgettering og ekstern kvalitetssikring

Signalprogrammets budget er opstillet efter retningslinjerne for ny anlægsbudgettering. Således er budgettet opregnet fra komponentniveau og ud fra en konkret vurdering af priser. Derudover er der som følge af ny anlægsbudgettering tillagt anlægsbudgettet et korrektionstillæg på 30 pct.

Endvidere er der som følge af ny anlægsbudgettering gennemført en ekstern kvalitetssikring af de tekniske rapporter og budgetrapporterne, der ligger til grund for nærværende beslutningsgrundlag. Konklusionen på den eksterne kvalitetssikring har været, at rapporterne udgør et solidt teknisk grundlag for en beslutning om implementering af ERTMS niveau 2 på fjernbanen og et passende metro-/bybane-system på S-banen. I forbindelse med den eksterne kvalitetssikring er der dog blevet peget på forhold, som vil skulle adresseres i de næste faser af Signalprogrammet, f.eks. behovet for fremdrift i udviklingen af nye trafikale regler. Håndteringen af disse forhold indgår i de næste faser af projektet, og der er i nødvendigt omfang afsat midler i budgettet til at gennemføre aktiviteterne.

Derudover har det uafhængige konsulentbureau Booz&Co gennemført en specifik analyse af Banedanmarks kapacitet til at gennemføre et projekt af Signalprogrammets størrelse, hvilket bl.a. blev fremhævet i strategianalysen fra 2006 som en af de største projektrisici. Analysen har vist, at Banedanmark på nuværende tidspunkt har gennemført de nødvendige tiltag, men at der vil skulle gennemføres en række yderligere tiltag i næste fase af projektet. Aktiviteterne omhandler primært opbygning af Signalprogrammets organisation, herunder f.eks. ansættelse af medarbejdere, udarbejdelse af procedurer for økonomifølgning mv., hvilket først kan ske, når der er truffet politisk beslutning om at gå videre med projektet. Således vil tiltagene i hovedsagen blive gennemført, når projektets gennemførelse er besluttet.

Figur 1.4

Overordnede tidsplaner for S-banen.

Anm: "Opmanding" i 2022-scenariet dækker over, at det nuværende signalprogram lukkes ned i tre år, hvor-for der vil skulle oprettes en helt ny projektorganisation.

1.6 Udbud og opfølgning

Som grundlag for nærværende beslutningsgrundlag har Banedanmark udarbejdet et egentligt projektforslag for hhv. fjernbanen og S-banen. Projektforslaget er udarbejdet på et detaljeringsniveau, så det kan udgøre kernen i udarbejdelsen af udbudsmaterialet i Signalprogrammets næste fase. Hovedopgaven i næste fase af Signalprogrammet vil være at omsætte projektforslaget til et egentligt udbudsmateriale samt at gennemføre udbudsprocessen.

Frem til de endelige kontrakter underskrives, vil der være to centrale milepæle:

1) udsendelse af udbudsmaterialet og 2) de endelige kontrakter underskrives.

Umiddelbart før disse to milepæle nås, vil Banedanmark på baggrund af arbejdet med udbudsmaterialet udarbejde en udvidet status på projektet inkl. opdateret risiko-, omkostnings- og tidsestimater, herunder en status på EU's standardiseringsarbejde. Denne status vil blive lagt til grund for en politisk stillingtagen om at gå videre med projektet.

Banedanmark vil løbende afrapportere på Signalprogrammets status i overensstemmelse med retningslinjerne for ny anlægsbudgettering. Den løbende opfølgning vil ske i følgende allerede eksisterende rapporter, som fremsendes til Folketinget:

- Afrapporteringen på Aftale om trafik for 2007 (halvårligt)
- Status for anlægsprojekter på Transportministeriets område (halvårligt)
- Banedanmarks årsrapport (regnskab og opfølgning på resultatkontrakt).

2 Introduktion til beslutningsgrundlaget

I dette kapitel gennemgås først opbygningen af selve beslutningsgrundlaget. Derefter beskrives baggrundsmaterialet for beslutningsgrundlaget.

2.1 Opbygning af beslutningsgrundlaget

I kapitel 3 gives en introduktion til signalsystemer generelt, hvorefter de tidligere analyser af Banedanmarks nuværende signalanlæg gennemgås i kapitel 4.

I kapitel 5 og 6 afrapporteres på Signalprogrammets hovedkonklusioner i forhold til omkostninger, udrulningsplaner, risici og fordele for passagerne.

I kapitel 7 sammenlignes hovedresultaterne med resultatet af Booz|Allen|Hamiltons strategianalyse fra 2006.

I kapitel 8 beskrives den tekniske løsning for både fjernbanen og S-banen

I kapitel 9 gives en uddybende beskrivelse af kontraktstrategien

I kapitel 10 gennemgås processen omkring og resultatet af den eksterne kvalitetssikring.

I kapitel 11 gennemgås den fremtidige organisering af Signalprogrammet.

2.2 Bagvedliggende rapporter og analyser

Nærværende beslutningsgrundlag baserer sig på et omfattende materiale.

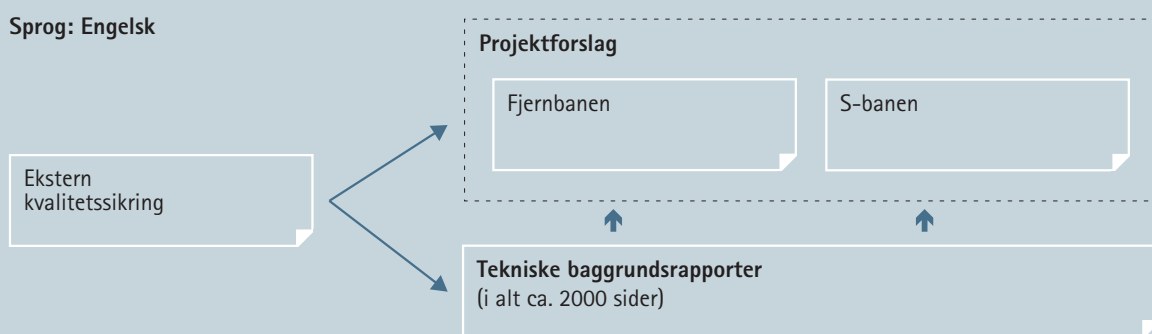
Som en del af signalprogrammet har Banedanmark udarbejdet et projektforslag for hhv. fjernbanen og S-banen. Disse projektforslag er udarbejdet på et detaljeringniveau, så det kan udgøre kernen i udarbejdelsen af funktionsudbuddene. De to projektforslag baserer sig igen på en række tekniske rapporter. Hele dette materiale er udarbejdet på engelsk, således at det kan indgå i et internationalt udbud.

Sammenhæng mellem rapporter

Sprog: Dansk



Sprog: Engelsk



Figur 2.1
Sammenhæng mellem rapporter.

På baggrund af projektforslaget er der udarbejdet en uddybende baggrundsrapport, der beskriver de forskellige analyser samt forudsætningerne herfor. Baggrundsrapporten er udarbejdet på dansk. Baggrundsrapporten er opsummeret til nærværende beslutningsgrundlag.

Endelig er der blevet foretaget en ekstern kvalitetssikring af de tekniske baggrundsrapporter samt af Banedanmarks organisations kapacitet til at gennemføre Signalprogrammet.

Sammenhængen beskrives i ovenstående figur 2.1.

3 Introduktion til signalsystemer

3.1 Resumé

I dette kapitel gives en grundlæggende introduktion til signalsystemer.

3.2 Hvad er et signalsystem?

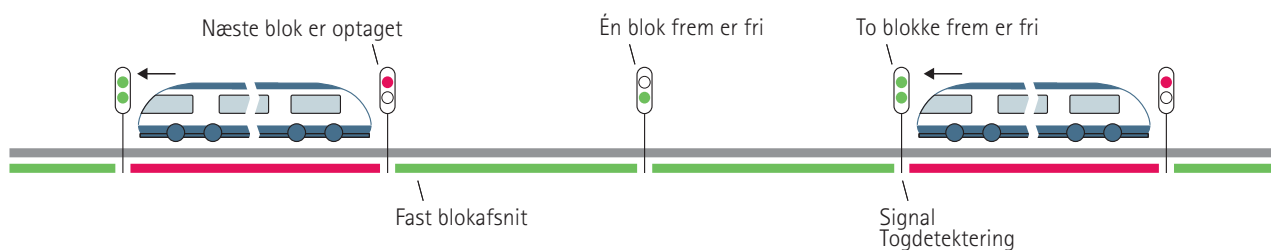
Det grundlæggende formål med et signalsystem er at sikre, at togene ikke kører ind i hinanden. Det er således signalsystemet, som fortæller lokomotivføreren, om der må køres.

Udgangspunktet for signalsystemet er, at en strækning opdeles i en række sporstykker, der kaldes blokafsnit. Signalsystemet fortæller lokomotivføreren, om de næste blokafsnit er ledige via de ydre signaler i sporet. I figur 3.1 ses, hvordan strækningen er opdelt i fire blokke, der adskilles af signal. Signalerne fortæller lokomotivføreren, om det næste sporstykke er ledigt.

Grundstenen i signalsystemet er sikringsanlæggene, der gør det muligt at sætte signaler og sporskifter rigtigt, så togene kommer ind på den rigtige rute samt sikre, at signalerne viser rødt, når et blokafsnit er optaget. I det nuværende signalsystem er

Figur 3.1
Strækning opdelt i sporstykker.

Strækning opdelt i sporstykker



der sikringsanlæg for såvel stationer som for strækningen mellem stationerne. Det fremtidige signalsystem forventes baseret på store områdesikringsanlæg.

Derudover er hovedstrækninger og andre tæt befærdede strækninger udbygget med et togkontrolsystem. Systemet sikrer, at toget bremses, hvis lokomotivføreren kører forbi et rødt signal.

Endvidere består signalsystemet af et fjernstyringssystem, som samler information fra sikringsanlæggene og togkontrolsystemet, og som kan styre sikringsanlæggene fra centralt hold. Dermed bliver trafikstyringsmedarbejderne i stand til at styre flere sikringsanlæg samtidig.

Endelig hører der også et radiosystem til et signalsystem. Radiosystemet gør det muligt for lokomotivføreren og trafikstyringsmedarbejderen at kommunikere via taleradio, og muligt for signalsystemerne at kommunikere via dataradio.

Et moderne signalsystem kan således overordnet opdeles i:

- *Blokafsnit*, der er den grundlæggende inddeling af banen
- *Sikringsanlæg og de tilknyttede signaler*, der fortæller om et blokafsnit er optaget eller ej og dermed om, der må køres og hvor hurtigt, der må køres.
- *Togkontrolsystemet*, der overvåger om lokomotivføreren følger de givne signaler. I tilfælde af at lokomotivføreren f.eks. overser et stopsignal, vil togkontrolsystemet bremse toget, inden det passerer signalet.
- *Fjernstyringssystemet*, der gør, at togtrafikken kan styres og overvåges fra fjernstyringscentraler, der er forbundet med signaler og sporskifter. Herfra dirigeres togene ind på de rigtige ruter (kaldet togveje).
- *Radiosystem*, der gør det muligt at kommunikere mellem toget og fjernstyringscentralen

Nedenfor gennemgås disse fem elementer uddybende.

3.2.1 Blokafsnit

Som nævnt ovenfor, er grundlaget for signalsystemet, at en strækning inddeles i en række blokafsnit. Der er således behov for et system, der kan registrere, om der er et tog i de enkelte blokafsnit. Disse anlæg kaldes togdetekteringsanlæg. Togdetektering er monteret i sporene.

I dag anvendes såkaldte sporisolationer til at registrere, om der er et tog i et blokafsnit (jf. figur 3.2). Sporisolationen er en elektrisk isolering, der, efter skinnerne er skåret over, bliver monteret mellem de to skinnestykker. Sporisolationer forudsætter således, at skinnerne skæres over mellem alle blokafsnittene. Når et tog er i et blokafsnit, sker der en elektrisk kortslutning mellem de to skinner, hvorved signalsystemet registrerer, at der er et tog i blokafsnittet.



Figur 3.2
Skinne med sporisation.

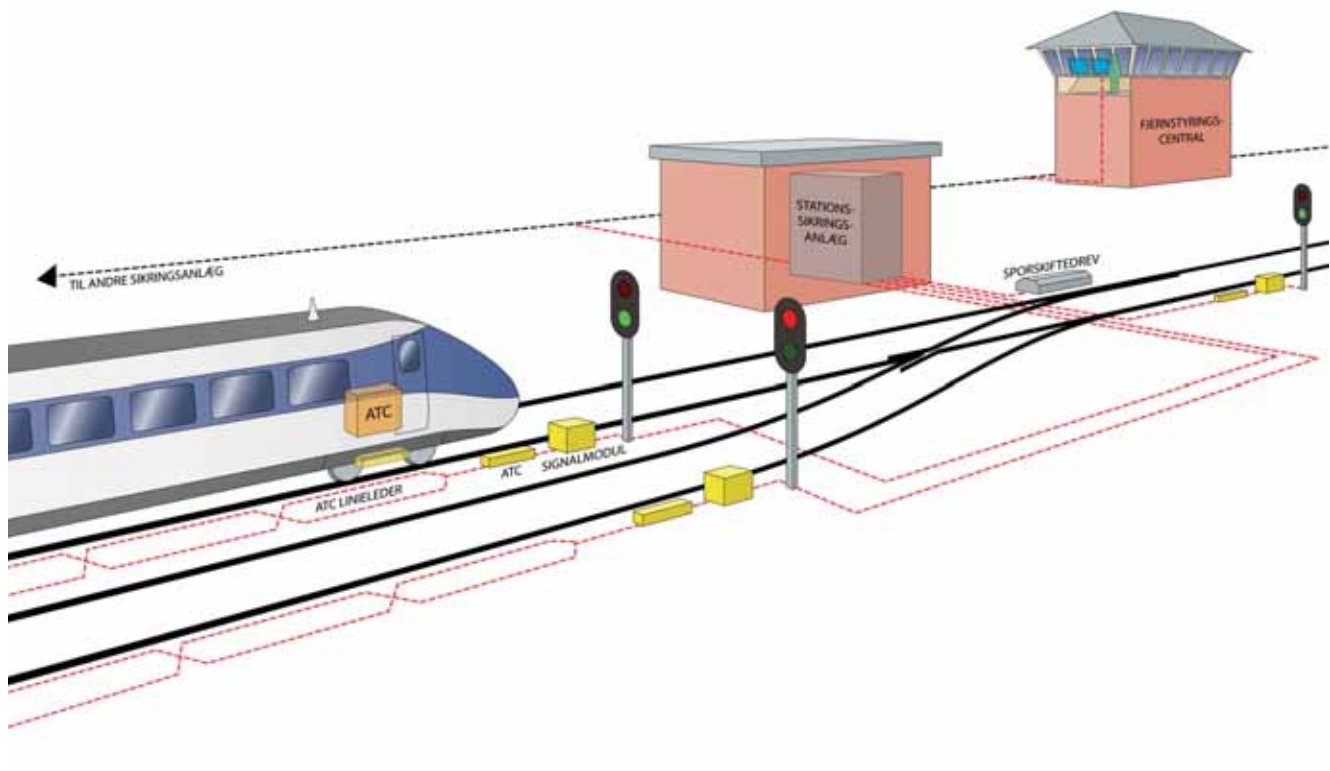
Brugen af sporisationer giver imidlertid anledning til en række ulemper, fordi der opstår ujævnheder i sporet, hvor skinnerne er skåret over. Sporisationer giver derfor et stort slid på togenes hjul, idet de slås "skæve", hvilket igen giver et afledt slid på sporene. Endvidere viser erfaringerne med sporisationer, at de medfører flere signalfejl end mere moderne togdetekteringsløsninger. Det betyder, at sporisationer i sig selv giver lavere regularitet.

Et eksempel på et moderne alternativ til sporisationer er akseltællere. Når et tog kører ind på et blokafsnit, registrerer akseltællerne, hvor mange aksler der er på toget, og samtidig lukkes blokafsnittet for andre tog. Blokafsnittet frigøres igen, når akseltælleren ved enden af blokafsnittet har registret, at det samme antal aksler er kørt ud af blokafsnittet.

3.2.2 Sikringsanlæg og signaler

Sikringsanlæggene har grundlæggende to funktioner. For det første er sikringsanlæggene den sikkerhedsmæssige kerne i signalsystemet. Det er sikringsanlæggene, der stiller signalerne på rødt, når et blokafsnit bliver optaget, således der ikke gives tilladelse til, at flere tog kører ind i dette blokafsnit. For det andet stiller trafikstyringsmedarbejderne sporskifter og signaler via sikringsanlæggene, så togene kommer ind på den rigtige togvej (rute).

I dag kontrollerer hvert sikringsanlæg en station eller en bestemt sporstrækning. Fremover forventes det, at det enkelte sikringsanlæg vil kontrollere et langt større område inkl. både stationer og strækninger. Sikringsanlæggene tilpasses individuelt til det spornet, som de kontrollerer, så de mulige togveje på en given strækning og deres indbyrdes afhængighed er indarbejdet i det pågældende anlæg (dette gælder både for traditionelle og moderne sikringsanlæg).



Figur 3.3

Illustration af et nuværende sikringsanlæg på fjernbanen.

Ældre typer af sikringsanlæg er typisk baseret på låsemekanik eller sammenbygning af elektromekaniske relæer, mens moderne sikringsanlæg er it-baserede. De ældre typer er relativt enkle for små stationer, men bliver meget komplicerede, pladskrævende og svære at vedligeholde for større stationer.

Moderne sikringsanlæg kan typisk håndtere større områder end blot én station og giver dermed mulighed for at samle signaludstyret i færre bygninger. Endvidere giver moderne anlæg mulighed for automatisk overvågning af systemets tilstand, så det hurtigt opdages, hvis de fejler eller er ved at fejle, hvilket skaber grundlag for en højere regularitet og lavere vedligeholdelsesomkostninger.

3.2.3 Togkontrol og radiosystemet

Som nævnt ovenfor er det sikringsanlæggene, der stiller signalerne, når et blokafsnit bliver optaget, så der ikke gives tilladelse til, at flere tog kører ind på det samme blokafsnit. Sikringsanlæggene kan imidlertid ikke forhindre et tog i at køre forbi et rødt signal. Derfor er der i moderne signalsystemer også etableret et togkontrolsystem.

Et togkontrolsystem er et system, der overvåger, om lokomotivføreren faktisk kører efter signalerne. Hvis der køres for hurtigt eller frem for et rødt signal, så stopper togkontrolsystemet toget.

Figur 3.4

Togkontrol på Banedanmarks jernbanenet.



Togkontrolsystemer består af anlæg i både toget og langs sporet. Anlæggene i toget overvåger togets kørsel og viser informationerne for lokomotivføreren. Anlæggene langs sporet sender informationer fra sikringsanlæggene til anlæggene i togene om signalerne står på rødt. Mere moderne togkontrolsystemer bremser også toget, hvis det kører for hurtigt.

Med de nuværende togkontrolsystemer på fjernbanen og S-banen overføres informationerne via udstyr i og langs sporene. I moderne signalsystemer overfører togkontrolsystemet informationer til togene ved hjælp af radiokommunikation, hvilket indebærer mindre udstyr i og langs sporene og lavere vedligeholdelsesudgifter.

Det togkontrolsystem, der anvendes på den danske fjernbane, kaldes ATC (Automatic Train Control). ATC-systemet overvåger, at toget ikke overskrider den maksimalt tilladte hastighed og sørger for, at toget ikke kører forbi stopsignaler. Hvis den tilladte hastighed overskrides, eller toget nærmer sig et rødt signal, bliver toget automatisk bremsat.

I dag er ATC-systemet installeret på alle hovedstrækninger med undtagelse af hovedstrækningen fra Hobro til Aalborg. På enkelte regionale og lokale strækninger er der installeret ATC-togstop⁴ (jf. figur 3.4). Der er således en række strækninger, hvor der slet ikke er noget togkontrolsystem. Det giver anledning til et uensartet sikkerhedsniveau og en uensartet arbejdsituation for lokomotivførere, der kører tog på strækninger med forskellige sikkerhedsniveauer og dermed forskellige trafikale regler.

Det tilsvarende togkontrolsystem på S-banen kaldes HKT-systemet (HKT står for Hastighedskontrol og togstop). Det findes i dag på alle S-togsstrækninger undtagen strækningen Lyngby-Hillerød (jf. figur 9). HKT-systemet overvåger S-togene på omtrent samme måde som ATC-systemet på fjernbanen.⁵ På strækningen mellem Lyngby og Hillerød er der en forenklet form af HKT-systemet – kaldet F-HKT. F-HKT systemet bremser først toget, når det kører forbi et stopsignal. F-HKT sikrer ikke, at toget holder før et stopsignal, og F-HKT overvåger ikke hastighedsoverskridelser. F-HKT har således et lavere sikkerhedsniveau end HKT.

En væsentlig fordel ved at udskifte signalsystemerne er, at der opnås et ensartet sikkerhedsniveau på hele fjernbanen og S-banen.

4 ATC togstop er en reduceret udgave af ATC, der alene sikrer, at et tog ikke passerer et signal i stop.

5 HKT er dog baseret på en løbende signalgivning til toget, hvilket giver højere kapacitet end et system som ATC, der er baseret på punktvis opdatering.

4 Aftale om trafik for 2007

4.1 Resumé

Udarbejdelsen af nærværende beslutningsgrundlag blev igangsat med Aftale om trafik for 2007, der blev indgået mellem regeringen, Dansk Folkeparti og Det Radikale Venstre.

Baggrunden for denne beslutning var en uafhængig strategianalyse udarbejdet af det internationale konsulentbureau Booz|Allen|Hamilton. Strategianalysen viste, at det ville være samfundsøkonomisk mest hensigtsmæssigt at udskifte alle signalanlæggene på både fjernbanen og S-banen som en totaludskiftning, samt at udskiftningen på fjernbanen burde baseres på den europæiske standard ERTMS niveau 2 og være afsluttet omkring 2020.

4.2 Baggrund

Med Aftale om trafik for 2006 traf regeringen, Dansk Folkeparti og Det Radikale Venstre beslutning om at gennemføre en analyse af den mest effektive strategi for reinvesterings i Banedanmarks signalsystemer, idet det var erkendt, at en række signalanlæg allerede var udskiftningsmodne og at markant flere ville blive det i de nærmeste år.

Analysen skulle omfatte en afdækning af investeringsbehov og risikomomenter samt konsekvenser for regularitet og driftsøkonomi ved forskellige scenarier for udskiftning af signalanlæggene. Endvidere skulle der opstilles en plan for at leve op til EU-krav vedrørende togkontrol.

På den baggrund blev det besluttet, at konsulentbureauet Booz|Allen|Hamilton skulle gennemføre en uafhængig analyse af de mulige strategier for reinvesterings i Banedanmarks signalanlæg.

Strategianalysen havde to hovedformål:

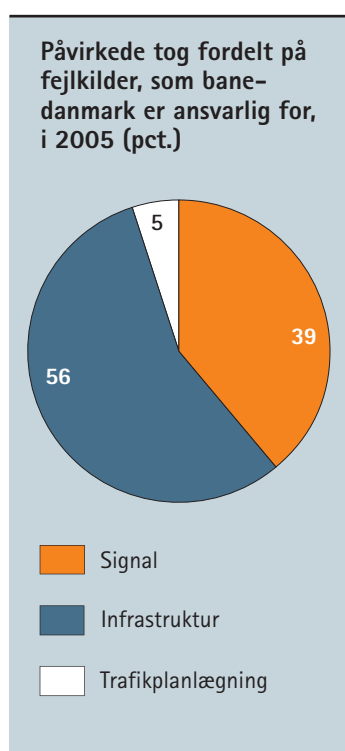
1. at gennemføre en tilstandsvurdering af Banedanmarks nuværende signalanlæg og på baggrund af denne tilstandsvurdering
2. at opstille sammenlignelige scenarier for mulige reinvesteringsstrategier

4.3 Tilstandsvurdering af Banedanmarks anlæg

Tilstandsvurderingen blev gennemført med udgangspunkt i Banedanmarks register over signalanlæggene, som Booz|Allen|Hamilton validerede ved inspektioner og tilstandsvurderinger af ca. 13 pct. af anlæggene samt ved afholdelse af workshops med relevante medarbejdere i Banedanmark og eksperter fra rådgivningsfirmaet Atkins⁶.

Gennemgangen viste, at nogle af Banedanmarks signalanlæg er fra før 1950, og at hovedparten af anlæggene er installeret i perioden frem til og med 1970'erne. Således har Banedanmarks signalanlæg en meget høj gennemsnitsalder. Endvidere har Banedanmark mange forskellige typer signalanlæg, når det gælder teknologi og funktionalitet, hvilket medfører en række problemer med at få anlæggene til at "tale" sammen. Samlet set medfører det, at der opstår signalfejl, hvilket leder til forsinkede tog. Det afspejledes i, at antallet af signalfejl i perioden 2002 til 2005 var steget med 38 procent. Således kunne Booz|Allen|Hamilton i 2006 konstatere, at ca. 40 procent af de forsinkede tog i 2005, da analysen blev foretaget, primært kunne henføres til signalfejl (jf. figur 4.1).

Derudover medfører anlæggenes alder høje vedligeholdelsesomkostninger og stor afhængighed af nogle få nøglepersoner i Banedanmark, der kender den gamle teknologi.



Figur 4.1

Pivirkede tog fordelt på fejlkilder, som Banedanmark er ansvarlig for, i 2005 (pct.).

I figur 4.2 ses en oversigt over Banedanmarks signalanlæg og deres ibrugtagningsår

Som det fremgår af figur 4.2 er levetiden (mellem 35 og 55 år afhængigt af teknologien) for flere af Banedanmarks signalanlæg allerede udløbet eller er ved at udløbe. Dette gælder især på hovedstrækningen på fjernbanen og S-banen, men eksempelvis også på strækningen mod den kommende Femern forbindelse. På S-banen har enkelte anlæg overskredet deres levetid (40 år), mens mange anlæg indenfor en kortere årrække vil overskride levetiden, hvis der ikke gøres noget.

Når et anlæg passerer sin levetid, bliver den faktiske tilstandsudvikling meget svær at forudsige. Idet det vil tage 10-12 år at udskifte alle signalanlæggene, vil gruppen af anlæg i den kritiske kategori stige i den kommende periode. Det vil således være en markant udfordring at holde signalernes negative pivirkning af regulariteten nede på det nuværende, indtil signalanlæggene er udskiftet.

Signalanlæggernes høje alder betyder, at der er meget lidt restlevetid tilbage i anlæggene, hvorfor en stor andel af signalanlæggene uanset hvad skal udskiftes inden for den kommende periode. Idet så stor en del af anlæggene er "afskrevet" og således ikke har megen restværdi, kan der gennemføres en totaludskiftning uden store tabte omkostninger for så vidt angår de nuværende anlæg.

⁶ Atkins købte Banedanmarks Rådgivningsenhed i 2001, hvorfor Atkins har stor indsigt i Banedanmarks signalanlæg.

Figur 4.2

Signalanlæggenes ibrugtagningsår.



Ibrugtaget år:

- | | | |
|-----------------------|-----------------|--------------------------|
| ● — 2001 eller senere | ● — 1981 - 1990 | ● — 1961 - 1970 |
| ● — 1991 - 2000 | ● — 1971 - 1980 | ● — 1960 eller tidligere |

Som det vil fremgå, afgøres det optimale tidspunkt for at påbegynde en totaludskiftning af signalanlæggene på S-banen af behovet for at udskifte signalanlægget på strækningen Lyngby-Hillerød, mens den afgørende faktor på fjernbanen er behovet for at udskifte det samlede togkontrolsystemet omkring 2020 (jf. afsnit 4.4 nedenfor).

4.4 Valg af togkontrolsystem

Banedanmarks nuværende togkontrolsystem skal udskiftes omkring 2020. En rapport udarbejdet af leverandøren af togkontrolsystemet på fjernbanen i forbindelse med Booz|Allen|Hamiltons analyse viste, at togkontrolsystemet på fjernbanen kan levetidsforlænges frem til 2020. Banedanmarks efterfølgende analyser har vist, at togkontrolsystemet formentlig kan holdes i drift lidt længere ved en ekstraordinær fornyelsesindsats.

Det følger af EU's regler, at når togkontrolsystemet udskiftes, skal det nye togkontrolsystem baseres på den europæiske standard ERTMS, der står for European Railway Traffic Management System.

Udgangspunktet for det europæiske ERTMS-projekt er, at de traditionelle nationale togkontrol- og radiosystemer ikke er interoperable – dvs. at togkontrolsystemet, der er installeret i toget, ikke kan anvendes på tværs af landegrænser. Således kan tog, der indgår i grænseoverskridende trafik i Europa, i dag være udstyret med op til seks forskellige togkontrol- og radiosystemer, hvilket medfører ekstraudgifter til både anskaffelse og vedligeholdelse samt udgør en barriere for togtrafikken over grænserne og dermed den fri bevægelighed af gods og passagerer.

Derfor fastsættes der med ERTMS-projektet standarder for togkontrolsystemet og radiosystemet, som er de afgørende komponenter i signalsystemet i forhold til interoperabilitet.

Den internationale ERTMS-standard gør det muligt at operere et tog i flere lande uden særskilte togkontrol- og radiosystemer for hvert land. En fælles standard betyder desuden, at ERTMS baserede systemer kan udbydes på hele det europæiske marked, hvilket bidrager til at styrke konkurrencen og på sigt dermed sænke priserne.

4.5 Analyse af strategier for udskiftning af Banedanmarks signalanlæg

På baggrund af tilstandsvurderingen af Banedanmarks signalanlæg undersøgte Booz|Allen|Hamilton seks strategier for udskiftning af Banedanmarks signalanlæg. Heraf baserede tre af strategierne sig på, at anlæggene blev udskiftet efterhånden som deres levetid blev overskredet (strategi 1, 2a og 2b), mens tre andre scenarier baserede sig på, at der blev foretaget en totaludskiftning af alle signalanlæg over en kortere

Udgifter ved strategier for udskiftning af Banedanmarks signalanlæg på fjernbanen og S-banen						
Mia. kr. 2007-niveau	Løbende udskiftning			Totaludskiftning		
	Strategi 1	Strategi 2a	Strategi 2b	Strategi 3 (2016)	Strategi 1x (2020)	Strategi 1y (2020)
Totalomkostninger inkl skatteforvridning	24,2	24,4	28,8	26,2	22,9	22,9
Risikoværdi	18,1	14,4	17,9	18,8	10,5	10,1
Totalomkostning inkl. risikoværdi	42,2	38,7	46,8	45,0	33,3	33,0
Brugergevinster	0,0	-0,5	-1,4	-1,8	-1,4	-1,6
Nettopositionen	42,2	38,2	45,4	43,1	31,9	31,4
Samfundsøkonomisk effekt i forhold til strategi 1	-	4,0	-3,2	-0,9	10,4	10,9

Tabel 4.1

Udgifter ved strategier for udskiftning af Banedanmarks signalanlæg på fjernbanen og S-banen.

periode (strategi 3, 1x og 1y). Analysen omfattede både fjernbanen og S-banen, men med primær fokus på fjernbanen. Analysens resultater er opsummeret i tabel 4.1.

Forskellen mellem de tre strategier for løbende udskiftning er, at i strategi 1 begrænses budgettet frem til 2015 (svarende til Aftale om trafik for 2007), mens der i strategi 2a og 2b ikke er en tilsvarende budgetbegrænsning. I strategi 2a anvendes enkeltvis udskiftning af anlæggene efterhånden som anlæggenes levetid overskrides, mens der i strategi 2b anvendes strækningsvis udskiftning af anlæggene efter 2014. Strategi 1 og 2a blev baseret på ERTMS niveau 1, mens strategi 2b blev baseret på ERTMS niveau 2. Dette uddybes i boks 4.1 nedenfor.

De tre strategier for en totaludskiftning (3, 1x og 1y) adskiller sig fra hinanden ved, hvor mange midler der anvendes inden 2015. I strategi 3 er der ingen budgetbegrænsninger, hvorfor totaludskiftningen afsluttes i 2016. I strategi 1x indføres en budgetbegrænsning svarende til bevillingen givet med Aftale om trafik for 2004, mens der i strategi 1y anvendes midler til at forberede totaludskiftningen ud over bevillingen givet med Aftale om trafik for 2004.

Som det fremgår af tabel 4.1, viste Booz|Allen|Hamiltons analyse, at ud fra en samfundsøkonomisk betragtning ville en totaludskiftning med afslutning omkring 2020

Konsekvenser ved en løbende udskiftning

Der er grundlæggende to måder at foretage reinvesteringen i Signal-systemet på: enten foretages en totaludskiftning eller også foretages løbende udskiftning. I denne boks beskrives løbende udskiftning og konsekvenserne heraf.

Baggrund

En løbende udskiftning baseres på, at anlæg udskiftes, når dets levetid er overskredet. Det er typisk en fremgangsmåde, der anvendes, når nogle dele af anlægget er meget nye, mens andre dele er meget gamle. Dette adskiller sig fra Banedanmarks signallystemer, der generelt er karakteriseret ved at være meget gamle.

Når anlæg udskiftes, vil det normalt ske til den mest tidssvarende og nye teknologi. Imidlertid vil muligheden for at installere tidssvarende teknologi typisk blive begrænset af det resterende net. Hvis der således foretages en løbende udskiftning af signallystemet på fjernbanen, vil det være nødvendigt at basere denne udskiftning på ERTMS niveau 1 i stedet for ERTMS niveau 2 som ved en totaludskiftning. Samtidig betyder en totaludskiftning, at der vil være mange forskellige typer af anlæg på banen. Det betyder dels, at der opstår en lang række grænsefladeproblemer i forhold til at få disse anlæg til at "tale" sammen, dels at Banedanmark skal have kompetencer inden for mange forskellige typer af sikringsanlæg.

Konsekvenser

Hvis udskiftningen af Banedanmarks signalanlæg foretages som en løbende udskiftning, vurderes det samlet set at blive væsentlig dyrere end ved en totaludskiftning (jf. figur 4.3).

Ud over at en løbende udskiftning vil være væsentlig dyrere end en totaludskiftning, vil der også være en række andre ulemper forbundet herved. Der kan fremhæves:

- En løbende udskiftning vil blive baseret på ERTMS niveau 1, hvorfor regulariteten aldrig vil kunne blive lige så høj som ved en totaludskiftning, der kan baseres på ERTMS niveau 2.
- En løbende udskiftning vil betyde, at der vil være mange grænseflader mellem det gamle og det nye system, hvilket vil påvirke driftsstabiliteten negativt.
- Det vil være billigere at gennemføre elektrificeringen, når signalsystemerne er udskiftet, idet der spares midler til immunisering. Ved en løbende udskiftning vil der gå længere tid (anslået 10-20 år) inden signalsystemet på alle relevante strækninger er udskiftet. Hvis man vælger løbende udskiftning, vil der således gå længere tid, inden det vil være optimalt at elektrificere, eller også skal der afholdes ekstraomkostninger for 1-2 mia. kr.
- Gennemførelsen af en timemodel vil blive udskudt, idet der vil gå længere tid, inden signallystemet vil kunne håndtere hastigheder på 200 km/t.
- Ved etablering af et ERTMS niveau 2 baseret system giver det nye signalsystem mulighed for gennem en række mindre investeringer at forøge kapaciteten (f.eks. bliver venstresporskørsel muligt på hele nettet, hvorfor der vil kunne opnås højere kapacitet gennem investeringer i en række transversaler). Dette vil ikke blive opnået ved en løbende udskiftning.

Boks 4.1

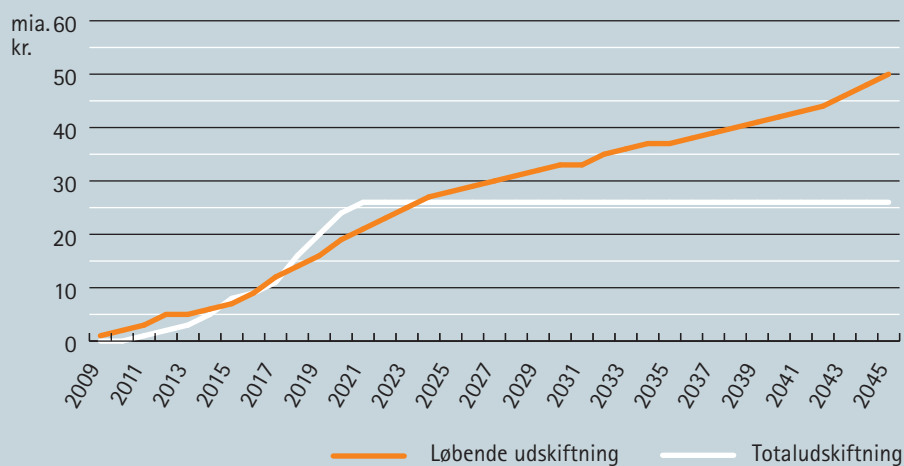
Konsekvenser ved en løbende udskiftning.

Figur 4.3

Sammenligning af løbende og totaludskiftning.

Note: Det bemærkes, at strategien om en løbende udskiftning kun er undersøgt på fase 1-niveau, hvorfor der er tillagt et erfaringsbaseret korrektionstillæg på 50 pct., mens totaludskiftning er undersøgt på fase 2-niveau svarende til et 30 pct. tillæg i overensstemmelse med ny anlægsbud-gettering.

Sammenligning af løbende og totaludskiftning



være den mest hensigtsmæssige løsning⁷. Det skyldes, at hvis udskiftningen blev forceret, ville det betyde, at der ville være stor risiko for fordyrelser og forsinkelser under udrulningen. Hvis udskiftningen derimod blev foretaget over en længere periode, ville det betyde, at der fortsat ville være store risici forbundet med at få gamle og nye anlæg til at "tale" sammen, ligesom at der ikke kunne indføres ERTMS niveau 2, hvorfor gevinsterne herved ikke kunne opnås.

Forskellen mellem strategi 1x og 1y er ca. 0,5 mia. kr. til fordel for strategi 1y. Henset til strategianalysens overordnede niveau kan denne forskel ikke vurderes som signifikant. Således kan det på baggrund af Booz|Allen|Hamiltons analyse konkluderes, at det vil være mest hensigtsmæssigt at basere en fremtidig strategi for reinvestering i Banedanmarks signalanlæg på en totaludskiftning og at udskiftningen på fjernbanen burde baseres på ERTMS niveau 2 med afslutning omkring 2020.

I alle scenarierne blev det forudsat, at S-banen blev totaludskiftet inden 2020.

4.6 Aftale om trafik for 2007

På baggrund af Booz|Allen|Hamiltons analyse blev der med Aftale om trafik for 2007 mellem regeringen, Dansk Folkeparti og Det Radikale Venstre truffet en principbeslutning om en totaludskiftning af Banedanmarks signalanlæg på både fjernbanen og S-banen.

Aftalen betød, at Banedanmark skulle opstille mere detaljerede tidsplaner, budgetoverslag og risikoprofiler for fire scenarier – to på fjernbanen og to på S-banen – med henblik på en beslutning i 2008. Banedanmark skulle endvidere undersøge, hvorledes udgifterne til signalområdet kunne begrænses mest muligt frem til 2015, jf. Aftale om trafik for 2007.

Til at gennemføre dette arbejde blev der med Aftale om trafik for 2007 afsat 100 mio. kr. til analysearbejdet. Det blev fastlagt, at Banedanmark skulle afrapportere på analysearbejdet i 2008 med henblik på en endelig beslutning om tidsplan og budget for totaludskiftningen af signalanlægget på både fjernbanen og S-banen.

I Aftale om trafik for 2007 blev det fastlagt, at der på *fjernbanen* skulle undersøges to scenarier for udskiftningen med afslutning i hhv. 2020 og 2018. Udgangspunktet for analysen skulle være Booz|Allen|Hamiltons anbefaling af ERTMS niveau 2, men Banedanmark skulle endvidere undersøge, om denne anbefaling var den mest hensigtsmæssige. Banedanmark har opstillet to hovedscenarier med afslutning i hhv.

7 Der indgår de samme udgiftsposter og gevinster i Booz|Allen|Hamiltons samfundsøkonomiske beregning og den samfundsøkonomiske beregning af de alternative scenarier. De 2 beregninger er imidlertid ikke direkte sammenlignelige. Det skyldes blandt andet, at baseline scenariet som danner udgangspunkt for beregningen af brugergevinsten i de 2 beregninger er forskelligt. I Booz|Allen|Hamiltons beregning er baseline scenariet en levetidsbaseret udskiftning, mens det i beregningen af de alternative scenarier er et scenarium baseret på ERTMS niveau 2 med afslutning i 2020.

2020 og 2018 – svarende til anbefalingen fra Booz|Allen|Hamilton. Derudover er som varianter over disse to hovedscenarier opstillet en række andre scenarier. Der afrapporteres på to scenarier med afslutning i hhv. 2021 og 2023, idet scenariet med afslutning i 2021 er det samfundsøkonomisk mest hensigtsmæssige, og scenariet med afslutning i 2023 i størst muligt omfang holder sig inden for den samlede ramme til signaler givet med Aftale om trafik for 2007 for perioden 2007-2014.

På baggrund af analysen af *S-banen* anbefalede Booz|Allen|Hamilton en totaludskiftning af signalanlægget på S-banen. Imidlertid blev anbefalingen ikke præciseret i forhold til afslutningstidspunkt eller teknologi. Derfor blev Banedanmark bedt om at undersøge den mest hensigtsmæssige løsning ud fra et teknisk og økonomisk perspektiv samt fastlægge den hurtigst mulige udskiftning. Banedanmarks indledende analyser har vist, at det teknisk/økonomisk mest hensigtsmæssige afslutningstidspunkt er 2020, og at udskiftningen tidligst kan være gennemført i 2016. Derfor har Banedanmark udarbejdet hovedscenarier med afslutning i hhv. 2020 og 2016. Derudover har Banedanmark opstillet en række varianter over disse to hovedscenarier. Der afrapporteres på et scenarie med afslutning i 2018 samt et scenarie, hvor starttidspunktet skydes til 2012, således at udgifterne frem til 2015 forsøges holdt inden for den samlede bevillingsramme til signaler givet med Aftale om trafik for 2007 for perioden 2007-2014. Herved udskydes sluttidspunktet til 2022.

5 Hovedresultater på fjernbanen

5.1 Resumé

I dette afsnit afreporteres hovedresultaterne vedrørende fjernbanen fra Signalprogrammets analyse. Overordnet set viser Signalprogrammets analyse, at det vil være samfundsøkonomisk mest hensigtsmæssigt at gennemføre totaludskiftningen af signalsystemet på fjernbanen i perioden 2009-2021. En sådan udskiftning medfører samtidig de færreste risici. Det skal dog bemærkes, at hvis der alene ses på totaludgiften i faste priser, vil det være mest hensigtsmæssigt at afslutte udrulningen i 2020.

Der redegøres uddybende herfor nedenfor.

5.2 Centrale forudsætninger på fjernbanen

De centrale forudsætninger for analyseresultatet vedrørende fjernbanen er, at signal-systemet baseres på ERTMS niveau 2, og at opgaven udbydes i to store anlægskontrakter. Derudover udbydes en separat kontrakt for installation af det nye system i togene.

5.2.1 Baseres på ERTMS niveau 2

Det følger af EU's regler, at et nyt signalssystem på fjernbanen skal baseres på den europæiske standard ERTMS. Booz|Allen|Hamilton anbefalede, at det nye signal-system på fjernbanen skulle baseres på den variant af ERTMS, der kaldes ERTMS niveau 2, idet det vil give den bedste regularitet, de laveste vedligeholdelsesomkostninger og den laveste anlægspris. Som en del af Signalprogrammet er disse konklusioner blevet undersøgt igen. På den baggrund kan der fortsat lægges op til at den tekniske løsning på fjernbanen baseres på ERTMS niveau 2.

5.2.2 Hovedopgaven udbydes i to store kontrakter

Banedanmarks analyse viser, at den mest hensigtsmæssige udbudsstrategi på fjernbanen er, at hovedopgaven opdeles i to kontrakter for hhv. det østlige og det vestlige Danmark. Det skyldes, at opgaven, selv i international sammenhæng, med at etablere et nyt signalssystem på hele fjernbanen er meget stor, som kun få leverandører kan

Boks 5.1

Rammekontrakter.

Rammekontrakter

Hvis Banedanmark konstaterer, at en leverandør misligholder sin kontrakt eller i helt uacceptabel grad ikke leverer i forhold til Banedanmarks forventning, har Banedanmark mulighed for at afbryde samarbejdet med leverandøren og overlade kontrakten til den anden leverandør på fjernbanen. Denne mulighed opstår, fordi Banedanmark forventer at udbyde opgaven med etablering af et nyt signal-system som en rammekontrakt, hvor der vil være to underkontrakter. Derved sikres, at Banedanmark ikke bliver fuldstændig afhængig af én enkelt leverandør.

Fordelene ved fremgangsmåden er:

- Et nyt EU-udbud kan undgås
- Mindre tids- og ressourceforbrug på kontraktindgåelse
- Kontrakt kan indgås med en etableret leverandør, hvilket må forventes at være billigere end en aftale med en helt ny leverandør,
- Mulighed for kortere mobiliseringsperiode

Hvis det besluttes at benytte sig af denne mulighed, skal rammerne for overdragelsen af kontrakten fra den ene leverandør til den anden leverandør fastlægges og planlægges. Dette er også en meget omfattende opgave, der vil medføre et stort ekstraarbejde og der vil være betydelige risici forbundet hermed. Der er således tale om en mulighed, der kun skal bruges i absolut sidste instans, hvis der ikke kan findes andre løsninger.

løfte. En opdeling i to kontrakter vil således øge konkurrencesituationen. Det vil være muligt for en leverandør at byde på begge kontrakter, hvorved det vil blive testet, om det er mest hensigtsmæssigt med to kontrakter.

Endvidere vil en opdeling i to kontrakter betyde, at hvis den ene leverandør ikke præsterer, så vil den anden leverandør i yderste konsekvens kunne tilbydes arbejdet jf. boks 5.1 ovenfor. Dermed bliver projektet mindre afhængigt af én enkelt leverandør.

Derudover vil der blive udbudt en særskilt kontrakt for installation af det nye tog-kontrolsystem mv. i togene samt en række mindre kontrakter for andre arbejder.

5.3 Omkostning for den tekniske løsning

Fremgangsmåden ved opstillingen af budgettet har været, at der først er blevet fastlagt en grundomkostning for den tekniske løsning. Denne omkostning er fælles på tværs af alle scenarier, idet den består af udgifter til de konkrete anlæg, styring af projektet osv. Det er en rimelig vurdering, at disse omkostninger vil være uafhængige af udrulningsplanen, da det er det samme arbejde, der skal udføres uanset tidsplanen.

For at kunne fastlægge grundomkostningen til den tekniske løsning har Banedanmark opbygget en såkaldt signalsystemmodel ved hjælp af hvilken, det kan udledes, hvor mange komponenter der skal anvendes ved anlæg af et signalsystem fordelt på standardstrækninger. Der er dog udviklet selvstændige estimater for komplekse

stationer som Københavns Hovedbanegård. Endvidere har Banedanmark opbygget et priskatalog på baggrund af informationer fra leverandører, andre infrastrukturforvaltere, konkrete projekter samt Banedanmarks egne erfaringer.

Det bemærkes, at idet kontrakterne udbydes som funktionsudbud, kan leverandøren anvende andre løsninger end dem, der er lagt til grund i projektforslaget for Signalprogrammet, ved opstilling af budgettet. Dette vurderes dog ikke at ændre på den samlede omkostning (jf. afsnit 9.3 om funktionsudbud).

Omkostningen til den tekniske løsning kan opdeles på omkostningselementer. Disse fremgår af tabel 6, og der redegøres efterfølgende her. Tabel 5.1 viser samlet set, at den grundlæggende tekniske løsning på fjernbanen vil koste ca. 15 mia. kr.

Som det fremgår af tabel 5.1, er de dyreste elementer de centrale sikringsanlæg (pkt. 1) samt anlæg langs sporet, der består af positionsbaliser, akseltællere, sporskiftedrev, sammenkobling med kørestrømsystem mv. (pkt. 2). Disse anlæg udgør tilsammen ca. 50 pct. af det samlede budget.

Som uddybet i afsnit 5.8.2 er en af de store opgaver i at designe og tilpasse signal-systemet til det konkrete danske tognet. Først skal de generelle løsninger, der ønskes anvendt, designes på baggrund af leverandørernes standardløsninger. Derefter skal det konkrete danske spornet lægges ind i signalsystemet. Det vil sige, at alle

Anlægsbudget på fjernbanen fordelt på udgiftselementer ekskl. midler til at håndtere risici og korrektionstillæg, 2009-niveau (mio. kr.)		
		Udgift
1	Centrale sikringsanlæg	4.291
2	Sikringsanlæg langs sporet*	3.034
3	Design, tilpasning, test og sikkerhedsgodkendelse	1.767
4	Projektleddelse og -styring**	1.402
5	Udstyr i togene	1.211
6	Telekommunikation og radioblokcentre	1.312
7	Fjernstyringssystemer	461
8	Bygninger inkl. anlæg af fjernstyringscentral	436
9	Oprydning mv.	301
10	Udannelse og omstilling af medarbejdere	280
11	Migrationsomkostninger inkl. erstatningsbusser	52
	I alt	14.546

Tabel 5.1

Anlægsbudget på fjernbanen fordelt på udgiftselementer ekskl. midler til at håndtere risici og korrektionstillæg.

* Inkl. kobling til kørestrømsanlæg

** Inkl. overhead til generelle supportfunktioner i resten af Banedanmark.

Anm.: Ekskl. erfaringsbaseret korrektionstillæg ifølge ny anlægsbudgettering på i alt 30 pct. Afvigelse skyldes afrundinger.

blokafsnit, sporskifter, overkørsler mv. skal indlæses. Derefter skal det testes, om de valgte løsninger fungerer, og når dette er på plads, skal hele systemet sikkerhedsgodkendes. På fjernbanen vil hele design- og implementeringsprocessen koste ca. 2 mia. kr. (jf. pkt. 3).

For at lede og styre et projekt af signalprogrammets størrelse forventes det, at der skal anvendes i gennemsnit 120 årsværk i Banedanmark (jf. pkt. 4). Opgaverne omfatter i grove træk 1) generel styring og økonomiopfølgning, 2) udarbejdelse af udbudsmateriale og gennemførelse af udbud, 3) kontrol af de tekniske løsninger (leverandøren udvikler løsningerne, og Banedanmark vil skulle kontrollere, at løsningerne lever op til kravspecifikationen), 4) nye trafikale regler og 5) planlægning og styring af uddannelsen af lokomotivførere, trafikstyringsmedarbejdere og sikringsteknikere i Banedanmark.

Udstyret til togene omfatter udskiftning af udstyr i førerbordet samt opgradering af radioudstyret i togene til det nye togkontrollsystem. Der er i alt ca. 550 tog og arbejdskøretøjer på fjernbanen (jf. pkt. 5). Det vil være operatørerne, der har ansvaret for den konkrete udrustning, men Banedanmark vil stå for udbuddet af en rammekontrakt, således at alle operatørerne kan opnå lave enhedspriser.

Telekommunikationsudgifterne i pkt. 6 omfatter etableringen af et såkaldt GSM-R datanetværk, der er en overbygning på det radiosystem, Banedanmark med Aftale om trafik for 2007 fik bevilling til at anlægge. Endvidere skal der anlægges en række større radioblokcentre, der sikrer kommunikationen mellem radiosystemet og de centrale sikringsanlæg.

Med indførelsen af det nye signalsystem vil det være muligt at centralisere fjernstyringen i nogle få centraler. På nuværende tidspunkt forventes, at der skal anlægges en central i Østdanmark og en i Vestdanmark. Det vil samtidig betyde, at passageinformation i hele landet vil kunne komme op på et niveau svarende til det mest udbyggede i det nuværende system.

Endvidere vil der skulle afholdes udgifter til at nedtage og bortskaffe det nuværende signalsystem (jf. pkt. 8), der skal anlægges en række nye bygninger (f.eks. til de to nye fjernstyringscentraler) og teknikhytter (jf. pkt. 9), ligesom der skal afsættes midler til migrationsomkostninger i form af erstatningsbusser mv. (jf. pkt. 11).

Endelig bør det bemærkes, at Signalprogrammet også er et stort uddannelsesprojekt. Således skal samtlige lokomotivførere uddannes i det nye signalsystem og de nye trafikale regler, der udvikles hertil. Endvidere skal trafikstyringsmedarbejderne uddannes til at bruge det nye system, ligesom Banedanmarks nuværende signalteknikere vil få nye opgaver, der mere vil handle om opfølgning på kontrakter og tilsyn med vedligehold end egentligt teknisk arbejde med de konkrete anlæg (jf. pkt. 10).

Forbedring af rettidigheden

Et tog kan blive forsinket af mange årsager: hastighedsnedsættelser grundet sporets tilstand, fejl, der kan henføres til signalsystemet, materielle fejl, forsinkelse i forbindelse med passageres ind- og udstigning osv. Uanset grunden til forsinkelsen vil passagerne opleve den i form af, at toget ikke kommer rettidigt frem.

Udskiftningen af signalsystemet vil medføre en bedre rettidighed af to grunde:

1. Det nye signalsystem fungerer mere stabilt, fordi gamle anlæg udskiftes med nye anlæg, hvorfor der vil være færre fejl, hvilket betyder en bedre regularitet.
2. et nye system vil være mere robust overfor fejl, fordi det nye system kan håndtere flere tog end det gamle system. Robustheden opstår især fordi forsinkelse af ét tog i mindre grad vil påvirke andre tog. Således vil fejl i mindre omfang sprede sig.

Togenes rettidighed opgøres på to måder: dels som den rettidighed operatørerne (Arriva, DSB, DSBFirst) kan levere til passagerne, dels som den rettidighed Banedanmark kan levere til operatørerne.

Den rettidighed, som operatørerne kan levere til passagerne, kaldes produktregulariteten. Der findes ikke en samlet opgørelse af den regularitet, som operatørerne stiller til rådighed for passagerne, idet

den kun opgøres individuelt for den enkelte operatør. Således baseres vurderingen af forbedringen for passagerne sig på en gennemsnitsbetragtning for forbedringen for de forskellige operatører.

Den rettidighed, som Banedanmark kan stille til rådighed for operatørerne, kaldes *kanalregulariteten*. Banedanmark har en samlet opgørelse af kanalregulariteten. Derfor kan den forventede forbedring af regulariteten opgøres meget præcist.

Rettidigheden for passagerne på fjernbanen (produktregularitet) vil være forbedret fra omkring 84 pct. i 2005-2006, til omkring 90 pct. i 2014, når genopretningen af spor er gennemført og til omkring 94 pct., når signalsystemet er fuldt ibrugtaget⁸.

En rettidighed for passagerne (produktregularitet) på 94 pct i gennemsnit svarer til, at Banedanmark vil kunne stille en rettidighed til rådighed for operatørerne (kanalregularitet) på ca. 97,2 pct., hvilket svarer til en stigning på 2,8 procentpoint i forhold til den forventede situation, når genopretningen af sporområdet er gennemført. Dette forudsætter dog, at det nødvendige aktivitetsniveau til fornyelse og vedligeholdelse på sporområdet også prioriteres efter udløbet af aftaleperioden i 2015.

5.4 Fordele for passagerne

Indførelsen af et nyt signalsystem baseret på ERTMS niveau 2 vil medføre en række fordele. Hovedformålet med udskiftningen af signalsystemet er, at det bliver muligt at opretholde jernbanen som en attraktiv transportform, hvilket understreger, at signaludskiftningen i hovedsagen er et reinvesteringsprojekt på linje med beslutningen om genopretning af sporområdet fra 2006. Signaludskiftningen vil dog også betyde, at signalteknologien opgraderes i forhold til det nuværende niveau, hvilket vil give en række yderligere fordele, jf. de næste afsnit.

5.4.1 Forbedring af togenes rettidighed

Indførelse af et signalsystem baseret på ERTMS niveau 2 på fjernbanen vil alt andet lige medføre en gennemsnitlig forbedring af den rettidighed som passagerne oplever på ca. fire procentpoint, idet ca. 80 procent af de forsinkelser, der primært er forårsaget af signalsystemet, elimineres (jf. boks 5.2). Samlet set forventes passagerne således at være ca. 790.000 færre timer forsinket pr. år som følge af indførelsen af det nye signalsystem på fjernbanen.

Boks 5.2

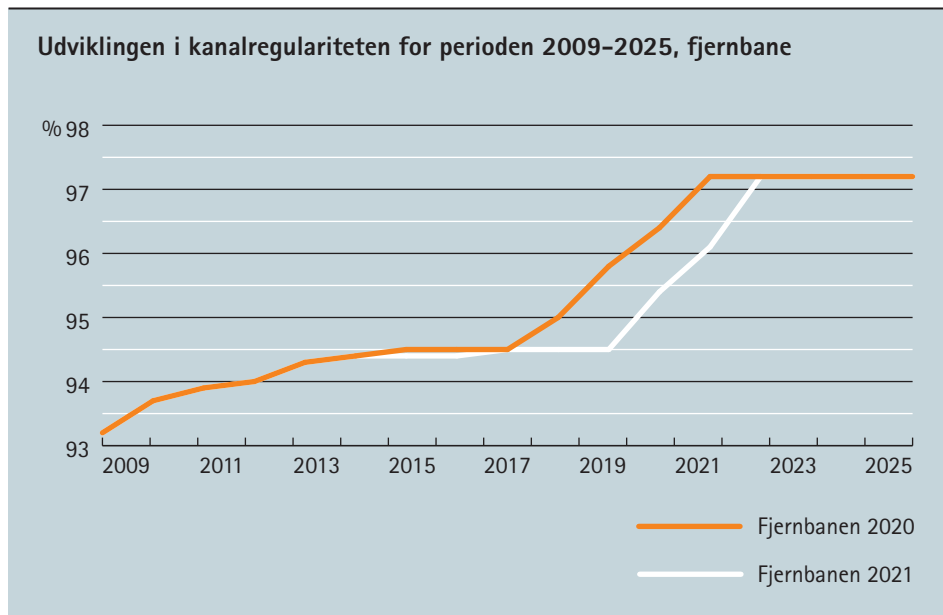
Forbedring af rettidigheden.

⁸ Se ovenstående fodnote. 2005-2006 tallet er beregnet med udgangspunkt i forsinkelseskriteriet 4:59, som vil være gældende fra år 2009 og frem

Figur 5.1

Udvikling i kanalregularitet for perioden 2009-2025.

Vist for scenarie 2020 og 2021.



Regulariteten for de øvrige scenarier vil starte og slutte på samme niveau som 2020- og 2021-scenarierne, men vil være forskudt tidsmæssigt og have forskellig stignings-takst afhængig af den konkrete udrulningsplan.

5.4.2 Andre fordele

Indførelsen af de nye signalsystemer vil kunne betyde en mere effektiv drift af jernbanen, som vil medføre besparelser på fornyelse og vedligeholdelse af signaler, spor og det rullende materiel samt effektivisering af trafikstyringen i Banedanmark mv. for skønsmæssigt samlet set 6,7 mia. kr. (fjernbane) over systemets levetid (25 år).

Der opnås et højere sikkerhedsniveau på en række mindre trafikerede banestrækninger, hvor der i dag ikke er et fuldt udbygget togkontrollsystem samt på den mere trafikerede strækning fra Hobro til Aalborg.

Et nyt signalsystem vil gøre det muligt at levere en bedre passagerinformation på en række regional- og lokalbaner i forhold til i dag, ligesom signalsystemet vil være forberedt til at levere data til passagerinformation på en række andre medier, f.eks. SMS.

5.5 Besparelser som følge af nyt signalsystem på fjernbanen

Uanset hvilket scenarie der vælges på fjernbanen, vil der kunne opnås en række besparelser, når det nye signalsystem ibrugtages. I de samfundsøkonomiske beregninger er der taget højde for, at disse besparelser opnås senere i de af scenarierne, der har en senere afslutning. Dette opsummeres i tabel 5.2 ovenfor.

Besparesespotentiale ved et nyt signalsystem på fjernbanen, 2009-niveau (mio. kr.)				
	Nuværende system	Nyt system ¹	Besparelse	Besparelse over 25 år
Drift af trafikstyring	144	99	45	1.125
Vedligeholdelse og fornyelse af signalanlæg ²	451	288	163	4.084
Sporvedligeholdelse som følge af slid fra sporisolationer	39	0	39	975
Vedligeholdelse af tog. ³	-	-	20	500
I alt	634	367	267	6.684

Derudover skal det bemærkes, at indførelsen af det nye signalsystem vil betyde, at prisen for en evt. efterfølgende beslutning om yderligere elektrificering af fjernbanen vil blive mindre, idet der ikke vil skulle afholdes omkostninger til immunisering af det nye signalsystem. Endvidere vil den marginale omkostning til evt. at udrulle det nye signalsystem på yderligere eller nye strækninger blive mindre i forhold til de nuværende signalsystemer grundet opbygningen af kontrakterne, der sikrer en række fordelagtige priser herfor.

Bespareserne på *trafikstyringen* opstår, fordi der fremover kun vil være to fjernstyringscentraler imod de nuværende 13. Det betyder, at antallet af trafikstyringsmedarbejder kan reduceres, når hele systemet er i drift.

Besparsen på *vedligeholdelse og fornyelse i forhold til* det nuværende signalsystem skyldes, at der vil være færre vedligeholdelsestunge komponenter i sporene, samt at der bliver øgede muligheder for overvågning, forebyggelse af fejl og fjernvedligeholdelse end i dag.

Det er umiddelbart vanskeligt at anslå besparelsen på vedligeholdelse og fornyelse. Det skyldes to forhold. For det første vil besparelsen afhænge af den konkrete tekniske løsning, som leverandøren tilbyder. Således vil usikkerheden først kunne afklares, når leverandøren er valgt. For det andet findes der ikke sammenlignelige udgiftstal fra jernbaner i andre lande. Vurderingen af de fremtidige vedligeholdelsesudgifter tager i stedet udgangspunkt i Banedanmarks nuværende vedligeholdelsesudgifter på signalområdet, leverandørernes skøn for besparelsen ved at udskifte til moderne signalsystemer og en vurdering af behovet for hardware og software opgraderinger af det nye signalanlæg over dets levetid.

På *sporområdet* ventes en besparelse, når der sker en udskiftning af det nuværende udstyr til at registrere, om der er et tog i et fast blokafsnit. I dag benyttes såkaldte sporisolationer til at registrere togene i blokafsnittene. Sporisolationer forudsætter, at

Tabel 5.2

Besparesespotentiale ved et nyt signalsystem på fjernbanen.

Anm.: Tabellen angiver besparelespotentialet ved et nyt signalsystem, men ikke vedligeholdelses- og fornyelsesudgifter til det gamle system, der vil afhænge af tidspunktet for udskiftningen.

Note 1: System baseret på ERTMS niveau 2, når det er installeret på hele fjernbanen.

Note 2: Baseret på bevilling til fornyelse og vedligeholdelse af signaler med Aftale om trafik for 2007.

Note 3: Det bemærkes, at besparelsen er beregnet ud fra en vurdering af vedligeholdelsesomkostningerne for det nye signalsystem og en vurdering af besparelespotentialet set i forhold til i dag. Derfor er der ikke opgivet omkostninger for det nuværende system og det nye system.

skinnerne skæres over, hvilket giver anledning til et stort slid på skinnerne omkring sporisolationerne og ekstra vedligeholdelsesudgifter.

Signalprogrammet fjerner de nuværende sporisolationer og erstatter dem med moderne togdetekteringsudstyr, som ikke forudsætter, at skinnerne skæres over. Det ventes at kunne reducere omkostningerne til sporvedligeholdelse med 39 mio. kr. om året på fjernbanen.

Endvidere må der forventes, at *operatørerne* vil opnå besparelser på vedligeholdelse af togenes hjul samt af togkontrollsystemet i togene i forhold til i dag.

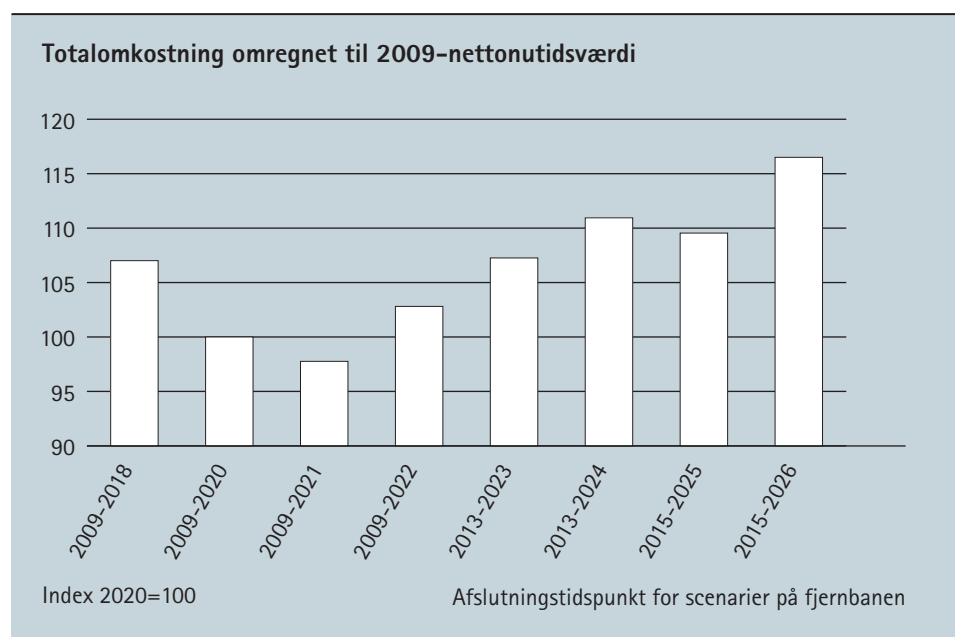
5.6 Fastlæggelse af scenarier

Det følger af Aftale om trafik for 2007, at der skal gennemføres en analyse af scenarier med afslutning i hhv. 2018 og 2020. Endvidere har Banedanmark foretaget en følsomhedsanalyse ved at forlænge udrulningsperioden samt udskyde starttidspunktet for udskiftningen af signalsystemet. Der afrapporteres uddybende på alle disse scenarier i baggrundsrapportens appendiks 1.

Følsomhedsanalysen er blevet foretaget med udgangspunkt i nettonutidsværdien af scenariernes totalomkostninger. Totalomkostningerne omfatter anlægsudgiften til signalsystemet (dette er fælles for alle scenarier, da det er det samme grundsystem, der etableres), udgifter til at imødegå risici, omkostninger til at holde det nuværende signalsystem i drift til det nye signalsystem ibrugtages, udover den bevilling, der allerede er afsat i Aftale om trafik for 2007. I figur 5.2 afrapporteres på otte af disse scenarier for fjernbanen.

Figur 5.2

Totalomkostning omregnet til 2009-nettonutidsværdi.



Som det fremgår af figur 5.2, udviser scenariet med afslutning i 2021 den laveste omkostning opgjort i nettonutidsværdi. På den baggrund er dette scenarium inddraget i det uddybende analysearbejde.

Det følger af Aftale om trafik for 2007, at Banedanmarks forbrug frem til og med 2014 til at holde det nuværende signalsystem i drift samt påbegynde etableringen af det nye signalsystem bør holdes inden for den med Aftale om trafik for 2007 afsatte bevilling til signalområdet. Imidlertid viser Banedanmarks analyser, at hvis udskiftningen af signalsystemet udskydes, så stiger omkostningerne til at forny det nuværende system så meget, at det alligevel vil være nødvendigt at forøge rammen til signaler 2007-2014. Der kan således ikke opstilles et scenarie, hvor de samlede udgifter holdes inden for rammen til signaler 2007-2014, hvis regulariteten på banenettet skal opretholdes. Det betyder, at hvis signalområdets negative påvirkning af regulariteten efter 2014 skal holdes nede på det nuværende niveau, vil der allerede i perioden frem til og med 2014 skulle afsættes yderligere bevillinger til signalområdet, uanset hvilken løsning der vælges. Analysen viser endvidere, at udgifterne til signalområdet frem til og med 2014 isoleret set minimeres med en tidsplan, der påbegyndes i 2013 og afsluttes i 2023.

Således er der blevet foretaget en analyse af fire scenarier baseret på følgende perioder: 2009-2018, 2009-2020, 2009-2021, 2013-2023.

Resultatet af disse analyser præsenteres i det følgende.

5.7 Sammenligning af de fire scenarier

I tabel 5.3 nedenfor ses en sammenligning af de fire scenarier på fjernbanen i forhold til samfundsøkonomi, totalomkostning samt scenariernes risikoprofil. Disse begreber defineres nedenfor, hvorefter de fire scenarier sammenlignes.

Scenarierne er blevet sammenlignet ud fra tre parametre:

1. Scenariets relative "*samfundsøkonomiske effekt*" viser omkostningen for samfundet ved finansieringen af projektet og regularitetsgevinsten herved, hvor begge dele opgøres relativt i forhold til scenariet med afslutning i 2020 (således vil den relative "*samfundsøkonomiske effekt*" i scenarierne med afslutning i 2020 pr. definition være 0).
2. *Totalomkostningen* svarer til anlægsudgiften inkl. 30 pct. korrektionstillæg (reserve) som følge af ny anlægsbudgettering samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det gamle system, men eksklusiv udgifter til at holde de nye signalsystemer i drift samt besparelser som følge af det nye signalsystem.

Tabel 5.3

Sammenligning af fire scenarier på fjernbanen.

Anm: Grå markering fremhæver den mest hensigtsmæssige værdi.

Note 1: opgøres som omkostningen for samfundet ved finansiering af projektet og regularitetsgevinsten her-ved relativt til 2020-scenariet.

Note 2: anlægsudgiften samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det eksisterende system.

Sammenligning af fire scenarier på fjernbanen, 2009-niveau				
Aktivitetsperiode	"Samfundsøkonomisk-effekt" ¹ (mia. kr.)	Totalomkostning ² (mia. kr.)	Risikoprofil	
			Risikoværdi (mia. kr.)	Sandsynlig forsinkelse
2009 – 2018	-2,2	20,5	3,8	8-16 Måneder
2009 – 2020	0,0	20,1	2,9	0 Måneder
2009 – 2021	+0,9	20,7	2,8	0 Måneder
2013 – 2023	-0,7	23,6	3,2	2-3 Måneder

3. *Scenariets risikoprofil*, der udtrykkes som hhv. en samlet kvantificering af risikoprofilen samt en angivelse af den sandsynlige forsinkelse af afslutningstidspunktet. Kvantificeringen af risikoprofilen er udregnet som sandsynligheden for, at de forskellige risici indtræffer ganget med den økonomiske konsekvens, hvis den sker. Angivelsen af den sandsynlige forsinkelse er på samme måde foretaget ved at gange sandsynligheden for at en risiko indtræffer med den tidsmæssige konsekvens, hvis det sker. Denne fremgangsmåde følger internationale anbefalinger for risikoanalyser.

Som det fremgår af tabel 5.3 ovenfor, er et scenarium med afslutning i 2021 det samfundsøkonomisk mest hensigtsmæssige scenarium og samtidig det scenarium, der minimerer risici mest. Derimod er scenariet med afslutning i 2020 det scenarium, som har den laveste totaludgift. Scenarierne med afslutning i hhv. 2018 og 2023 er begge mindre hensigtsmæssige i forhold til både den samfundsøkonomiske værdi, totalomkostningen ved scenariet samt scenariets risikoprofil.

Samlet set vil det således være samfundsøkonomisk mest hensigtsmæssigt at vælge scenariet med afslutning i 2021. Beregningen af den samfundsøkonomiske effekt er beskrevet i baggrundsrapportens kapitel 7.

5.7.1 Omkostningerne ved scenarierne

Som nævnt i afsnit 5.3 er omkostningen til den grundlæggende tekniske løsning ens i alle scenarierne. Variationerne i omkostningerne opstår af to grunde:

1. Forskel i midler, der skal afsættes i budgettet til at imødegå risici
2. Forskel i omkostningerne til at holde det nuværende signalsystem i drift

Ad 1) Forskel i midler, der afsættes i budgettet til at imødegå risici

Som en del af risikoanalysen af de forskellige scenarier, er der foretaget en vurdering af, hvor mange midler der bør afsættes til at imødegå problemstillinger, der uanset

hvad forventes af indtræffe, men hvor der er usikkerhed om, hvor store omkostningerne bliver (f.eks. er det næsten sikkert, at der vil skulle afholdes udgifter til at håndtere en række miljøforhold som f.eks. asbest i bygninger – risikoen knytter sig til, hvor store omkostningerne bliver).

Risikoanalysen er foretaget med udgangspunkt i scenariet med afslutning i 2020. I dette scenarie er det blevet vurderet, at der skal afsættes 575 mio. kr. i budgettet til at imødegå risici. Det drejer sig især om risikoen forbundet med unøjagtigheder i kravspecifikationerne samt risikoen for grænsefladeproblemer.

Herefter er det blevet vurderet, om der på baggrund af de tre andre scenariers risiko-profil, er behov for at afsætte yderligere midler til at imødegå risici i disse scenarier. Analysen har vist, at dette kun er tilfældet for scenariet med afslutning i 2018, hvor der afsættes yderligere ca. 600 mio. kr. til at imødegå risici i budgettet (1.180 mio. kr. i alt), hvilket især kan henføres til risiko afledt af den forcerede tidsplan – som f.eks. øget behov for projektledelse, grænsefladeproblemer samt krav fra leverandøren grundet fejl og unøjagtigheder i udbudsmaterialet.

I 2021-scenariet er der afsat 150 mio. kr. mindre end i 2020-scenariet (425 mio. kr. i alt), hvilket skyldes at der anvendes et år mere til kontrahering, hvilket reducerer risikoen for unøjagtigheder i specifikation og udbudsmateriale. Således forventes en reduceret risiko for tvister med leverandørerne.

Analysen af scenariernes risikoprofil er sket under forudsætning af, at der er afsat midler til at imødegå visse risici i budgettet. Idet der er forskel på, hvor mange midler, der er afsat til at imødegå risici i de forskellige scenarier, er projekternes risikoudsættelse ikke direkte sammenlignelige. Dette gælder særligt for vurderingen af risikoprofilen for 2018-scenariet, der har mere end dobbelt så mange midler i budgettet til at imødegå risici som de tre andre scenarier.

I tabel 5.4 ses de samlede anlægsomkostninger inkl. midler til at imødegå risici periodiseret og det erfaringsbaserede korrektionstillæg, jf. ny anlægsbudgettering.

Anlægsomkostning på fjernbanen inkl. midler til at imødegå risici periodiseret, 2009-niveau (mia. kr.)				
Aktivetsperiode	2009–2014	2015–2020	2021 ->	I alt
2009 - 2018	5,6	14,8	0,0	20,4
2009 - 2020	5,2	14,3	0,1	19,7
2009 - 2021	2,6	15,1	1,9	19,6
2013 - 2023	0,5	9,9	9,5	19,9

Tabel 5.4
Anlægsomkostning på fjernbanen inkl. midler til at imødegå risici periodiseret.

Tabel 5.5

Omkostningerne til det nuværende system ud over midler fra Aftale om Trafik for 2007.

Amn. Det negative tal i perioden 2009-2014 repræsenterer overskydende midler fra Aftale om trafik for 2007, der kan anvendes til fornyelse af det eksisterende signalsystem efter 2014.

Omkostningerne til det nuværende system ud over midler fra Aftale om Trafik for 2007, 2009-niveau (mia. kr.)				
Aktivitetsperiode	2009-2014	2015-2020	2021 ->	I alt
2009 - 2018	-0,4	0,5	0,0	0,1
2009 - 2020	-0,4	0,8	0,0	0,4
2009 - 2021	-0,2	1,3	0,0	1,1
2013 - 2023	0,2	3,2	0,2	3,7

Ad 2) Omkostningerne til at holde det nuværende signalsystem i drift

Banedanmark har opstillet en plan med tilhørende budget for at holde det nuværende system på fjernbanen i drift indtil det nye signalsystem ibrugtages. Med Aftale om trafik for 2007 blev der tilsammen afsat ca. 4,3 mia. kr. (2009-niveau) til at holde det nuværende system i drift på både fjernbanen og S-banen frem til og med 2014.

I tabel 5.5 ses omkostningerne til at holde det nuværende system i drift ud over den bevilling, der er givet med Aftale om trafik for 2007 opdelt på tre perioder: 2009-2014, 2015-2020 og perioden fra 2021 og frem. Planen forudsætter en beslutning om totaludskiftning af signalsystemerne i henhold til en af de beskrevne scenarier.

Af tabellen fremgår, at der er et mindre forbrug mellem 2009-2014. Til gengæld vil der være yderligere omkostninger i 2015 og frem. Samlet set stiger omkostningen ved at holde det nuværende anlæg i drift, hvis afslutningstidspunktet udskydes. I tabel 5.6 nedenfor ses totaludgiften for scenarierne periodiseret.

Som det fremgår af tabel 5.5, har scenariet med afslutning i 2020 den laveste totaludgift, hvilket kan forklares med, at der i scenariet med afslutning i 2018 skal afsættes flere midler til at imødegå risici end der spares på at holde det nuværende system i drift i kortere tid, mens der skal afholdes flere udgifter til at holde det nuværende system i drift i scenarierne med afslutning i 2021 og 2023.

Tabel 5.6

Totalomkostning periodiseret.

Amn.: Totaludgift = anlægsudgiften samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det eksisterende system.

Totalomkostning periodiseret, 2009-niveau (mia. kr.)				
Aktivitetsperiode	2009-2014	2015-2020	2021 ->	I alt
2009 - 2018	5,2	15,3	0,0	20,5
2009 - 2020	4,8	15,2	0,1	20,1
2009 - 2021	2,3	16,4	1,9	20,7
2013 - 2023	0,8	13,1	9,7	23,6

Grunden til, at scenariet med afslutning i 2021 alligevel er samfundsøkonomisk mere hensigtsmæssig end scenariet med afslutning i 2020, er, at der i scenariet med afslutning i 2021 afholdes færre udgifter tidligt i projektet end i scenariet med afslutning i 2020, hvilket har en positiv betydning for nettonutidsværdien. Endvidere løbes der færre risici i scenariet med afslutning i 2021 end i scenariet med 2020. Således opvejer de to fordele ved 2021-scenariet: 1) den mindre risiko ved scenariet og 2) rentegevinsten ved at udskyde udgifterne, fordelen ved 2020-scenariet, som er den mindre udgift til at holde det nuværende signalsystem i drift i forhold til 2021-scenariet.

5.8 Risikovurdering af scenariernes tidsplaner

Risikovurderingen af de fire scenarier er sket med udgangspunkt i scenariet med afslutning i 2020. Analysen har vist, at dette scenariums samlede risikoeksponering er 2,9 mia. kr. (eksklusiv de midler, der afsat til at imødegå i risici i budgettet), samt at det er sandsynligt, at scenariets tidsplan vil holde.

De største risici, der til sammen udgør 95 pct. af den samlede risikoudsættelse, fremgår af tabel 5.7 nedenfor. Disse risici må beskrives som naturlige givet Signalprogrammets nuværende afklaringsniveau. Således må det forventes, at disse risici vil blive yderligere nedbragt i næste fase af projektet.

Derefter er der blevet foretaget en vurdering af, om risici ved 2020-scenariet skal op- eller nedskrives i de tre andre scenarier samt om der er yderligere risici ved de andre scenarier. Som eksempel på en risiko, der er blevet opskrevet, kan nævnes mangel på arbejdskraft. Hvis gennemførelsen af signalprojektet udskydes flere år, vil Signalprojektet skulle gennemføres på et tidspunkt, hvor en række andre lande også

Største risici ved 2020 scenariet (udgør 95 pct. af risikoudsættelse)	
1	Uklarhed om hvilket tilbud der ud fra en livscyklusbetragtning er mest optimalt.
2	Vanskelighed med rekruttering og fastholdelse af kvalificeret arbejdskraft i Banedanmark til at gennemføre Signalprogrammet – herunder nødvendige funktioner i øvrige Banedanmark.
3	Risiko for at ledelsen i Banedanmark og Signalprogrammet begår fejl i styringen af projekt
4	Risici, der opstår i forbindelse med Banedanmark og Signalprogrammet som offentlig virksomhed og den offentlighed, der er omkring Banedanmark.
5	Risikoen for mangelfuld konkurrence mellem leverandørerne (f.eks. grundet overophedning af markedet for signalsystemer).
6	Twister mellem Banedanmark og leverandør efter kontraktindgåelse om fortolkning af kontrakt og kravspecifikation.
7	Samarbejdsproblemer mellem Banedanmark og leverandørerne
8	Leverandør leverer ikke essentielle funktionaliteter.

Tabel 5.7

Største risici ved 2020 scenariet (udgør 95 pct. af risikoudsættelse).

Note: Tabellen viser på et overordnet niveau de største risici fra Signalprogrammets risikoregister. Risici er opstillet efter betydning.

planlægger store signalprojekter. Dermed vil konkurrencen om arbejdskraften stige, hvorved risikoen for mangel på arbejdskraft øges. Til gengæld er der også en række "positive" risici ved at udskyde færdiggørelsen af projektet. Som eksempel kan nævnes, at hvis tidspunktet for den endelige specifikation af løsninger på fjernbanen udskydes, øges sandsynligheden for, at det f.eks. bliver muligt at baserer signalsystemet på mindre trafikerede strækninger på ERTMS-regional, hvilket forventes at give billigere priser. Dette er i risikoanalysen håndteret ved, at indføre en positiv risiko, der nedskriver risikoen ved scenariet. Idet den tekniske løsning er den samme på tværs af scenarierne kan forskellen i scenariernes risikoeksponering i hovedsagen henføres til tidsplanen for scenarierne.

Nedenfor gennemgås tidsplanerne for de enkelte scenarier opdelt på projektets faser og de deraf afledte risikovurderinger af scenarierne. Dette opsummeres i en risikovurdering opgjort som hhv. en kvantificering af scenariernes risikoprofil samt en vurdering af, om det er sandsynligt, at tidsplanen holder (jf. afsnit 5.7).

I figur 5.3 nedenfor ses en sammenligning af tidsplanen for de fire scenarier.

5.8.1 Udbuds- og kontraktfasen

Som det ses af figur 5.3 afsættes der i scenarierne med afslutning i hhv. 2018, 2020 og 2023 to år til at forberede og gennemføre udbuddet samt til at indgå kontrakt, mens der i scenariet med afslutning i 2021 afsættes tre år hertil.

Rådgivningsfirmaet Booz&Co har foretaget en vurdering af Banedanmarks tidsplan for gennemførelse af udbuds- og kontraktfasen på to år og konkluderet, at dette er en ambitiøs tidsplan. Der knytter sig således en reel risiko til at gennemføre denne fase på to år, idet der enten kan opstå forsinkelser eller fordyrelser af projektet grundet fejl i udbuddet.

Figur 5.3
Tidsplaner for fjernbanen.

Tidsplaner for fjernbanen															
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Fjernbane 2018	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2½ år)		Test og afprøvning (2½ år)		Udrulningsfase (3 år)								
Fjernbane 2020	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2½ år)		Test og afprøvning (2½ år)		Udrulningsfase (5 år)								
Fjernbane 2021	Udbud og kontrakt (3 år)			Design (3 år)		Test og afprøvning (3 år)			Udrulningsfase (4 år)						
Fjernbane 2023				Op- manding	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2½ år)		Test og afprøvning (2½ år)		Udrulningsfase (4 år)				

5.8.2 Designfasen

I designfasen tilpasser leverandøren sine basissystemer til det danske jernbanenet og de danske trafikale regler samt udvikler den overordnede systemarkitektur. Kvaliteten af det generelle design er essentiel for forløbet af udrulningen, fordi fejl i denne fase kan rettes billigt og hurtigt. Når det generelle design er specificeret og sikkerhedsgodkendt, fastlægges det strækningsspecifikke design, hvor systemet tilpasses de strækninger, hvor det skal udrulles.

Som det fremgår af figur 5.3 afsættes der i 2020-, 2018- og 2023-scenariet 2½ år til designfasen. Dette vurderes at være tilstrækkeligt til at gennemføre designfasen. I 2021-scenariet afsættes der tre år til designfasen. Der er således ekstra tid til design i forhold til det nødvendige, hvorved risikoen for fejl minimeres, ligesom planlægningen af aktiviteterne i de næste faser kan optimeres.

5.8.3 Test og afprøvningsfasen

For at sikre at fejl og mangler ved de forskellige tekniske løsninger ikke spredes til hele nettet, etableres det nye signalsystem først på afprøvningsstrækninger. Dermed vil udrulningen på de resterende strækninger kunne gennemføres væsentligt hurtigere.

På fjernbanen er strækningen Roskilde – Køge – Næstved valgt for det østlige Danmark, mens strækningen Langå – Aalborg – Frederikshavn er valgt for det vestlige Danmark (jf. baggrundsrapportens kap. 9 for begrundelse herfor).

I denne fase udvikles først et strækningsspecifikt design for afprøvningsstrækningerne, hvor placeringen af spor, sporskifter, overkørsler mv. indarbejdes i signalsystemet. Når anlæggene er produceret og installeret på strækningen, gennemføres der en grundig test af udstyret. En vigtig del af testfasen er at afprøve samspillet mellem konfigurationen af det tekniske system og de nye trafikale regler.

Når udstyret på strækningen er testet grundigt, gennemføres først test med tog om natten uden for normal drift, hvorefter strækningen overgår til overvåget prøvedrift i dagtimerne, hvor der køres normal drift på strækningen med det ny signalsystem.

Udrulningen på de øvrige strækninger kan begynde, når driften af det nye signalsystem på afprøvningsstrækningen forløber tilfredsstillende. Der vil i samarbejde mellem leverandøren, operatørerne og Banedanmark blive opstillet indikatorer herfor. Overgangen vil ske efter aftale mellem leverandøren, Trafikstyrelsen og Banedanmark.

Denne fase er således afgørende for at forhindre at fejl spredes til hele nettet, hvor det vil være mere tidskrævende og forventeligt også dyrere at rette dem.

I 2018-, 2020- og 2023-scenariet afsættes 2½ år til test og afprøvningsfasen, hvilket vurderes at være tilstrækkeligt til at imødegå fejl. I 2021-scenariet afsættes der tre år

til test og afprøvningsfasen, hvilket betyder, at risikoen for at fejl først opdages under udrulningen på de resterende strækninger minimeres.

5.8.4 Udrulningsfasen

Når signalsystemet vurderes at fungere tilfredsstillende på afprøvningsstrækningerne, påbegyndes udrulningen af signalsystemet på de øvrige strækninger. Udrulningen omfatter de samme aktiviteter som på afprøvningsstrækningerne, men perioden med prøvedrift er betydeligt kortere.

I scenariet med afslutning i 2020 er der afsat fem år til udrulningen. Det betyder, at udrulningen kan gennemføres strækning for strækning inden for de to kontraktområder. Det betyder, at hvis der identificeres fejl i forbindelse med udrulningen, vil risikoen være mindre for, at disse bliver udbredt til hele nettet. Samtidig betyder en seriel udrulning, at erfaringerne fra udrulningen på en strækning kan overføres til udrulningen på de resterende strækninger.

I 2021-scenariet reduceres udrulningsperioden til fire år. Idet der har været afsat ekstra tid til de tre første faser i projektet, vurderes det, at udrulningen vil kunne gennemføres hurtigere end i 2020-scenariet, uden at dette fører til markant større risici ved udrulningsplanen.

I 2023-scenariet reduceres udrulningsperioden også til fire år ligesom i 2021-scenariet. Der er imidlertid den store forskel på de to scenarier, at mens der i 2021-scenariet har været afsat ekstra tid til de tre første faser i forhold til 2020-scenariet, er design- og afprøvningsfasen blevet forceret i 2023-scenariet i forhold til 2020-scenariet. Forcingen af design og afprøvningsfasen skyldes, at projektet først startes i 2013 samtidig med, at de samlede udgifter til at holde det nuværende system i drift forsøges minimeret. Dermed minimeres udgiften inden 2015 mest muligt. Til gengæld betyder det senere afslutningstidspunkt, at investeringen i vedligeholdelse og fornyelse af eksisterende anlæg bliver større.

I 2018-scenariet er der kun afsat tre år til udrulningen, hvilket må vurderes som værende meget forceret. Dette forklarer, hvorfor der i 2018-scenariet som det eneste scenarie har været behov for at afsætte yderligere midler i budgettet til at imødegå risici i forhold til 2020-scenariet. Uanset dette knytter der sig fortsat betydelige risici til en så forceret udrulning.

5.8.5 Opsummering af scenariernes risiko-profiler

Som det fremgår af beskrivelsen ovenfor, løbes der færrest risici i scenariet med afslutning i 2021. I 2020-scenariet løbes der lidt flere risici, idet tiden til udbud, design og afprøvning er kortere end 2021-scenariet. Til gengæld afsættes der yderligere tid til selve udrulningen. På den baggrund er det vurderingen, at såvel 2021-scenariet som 2020-scenariet kan gennemføres inden for den samlede tidsplan.

Risikoeksponering for de forskellige scenarier, 2009-niveau		
	Risikoprofil	
	Risikoværdi (mio. kr.)	Sandsynlig forsinkelse
Afslutning i 2018	3.772	8-16 Måneder
Afslutning i 2020	2.865	0 Måneder
Afslutning i 2021	2.755	0 Måneder
Afslutning i 2023	3.181	2-3 Måneder

Tabel 5.8

Risikoeksponering for de forskellige scenarier.

Både i 2018-scenariet og i 2023-scenariet løbes der ekstra risici. Det betyder, at det er sandsynligt, at begge scenarier vil blive forsinket i forhold til de fremlagte tidsplaner.

Ovenstående opsummeres i tabel 5.8.

5.9 Opsummering af resultaterne på fjernbanen

Analysen af fjernbanen viser således, at det vil være samfundsøkonomisk mest hensigtsmæssigt at foretage en totaludskiftning af signalsystemet på fjernbanen ud fra en tidsplan, der påbegyndes i 2009 og afsluttes i 2021, hvor der afsættes ekstra tid til udbud og design. Dette vil samtidig reducere risiciene ved udrulningen mest muligt.

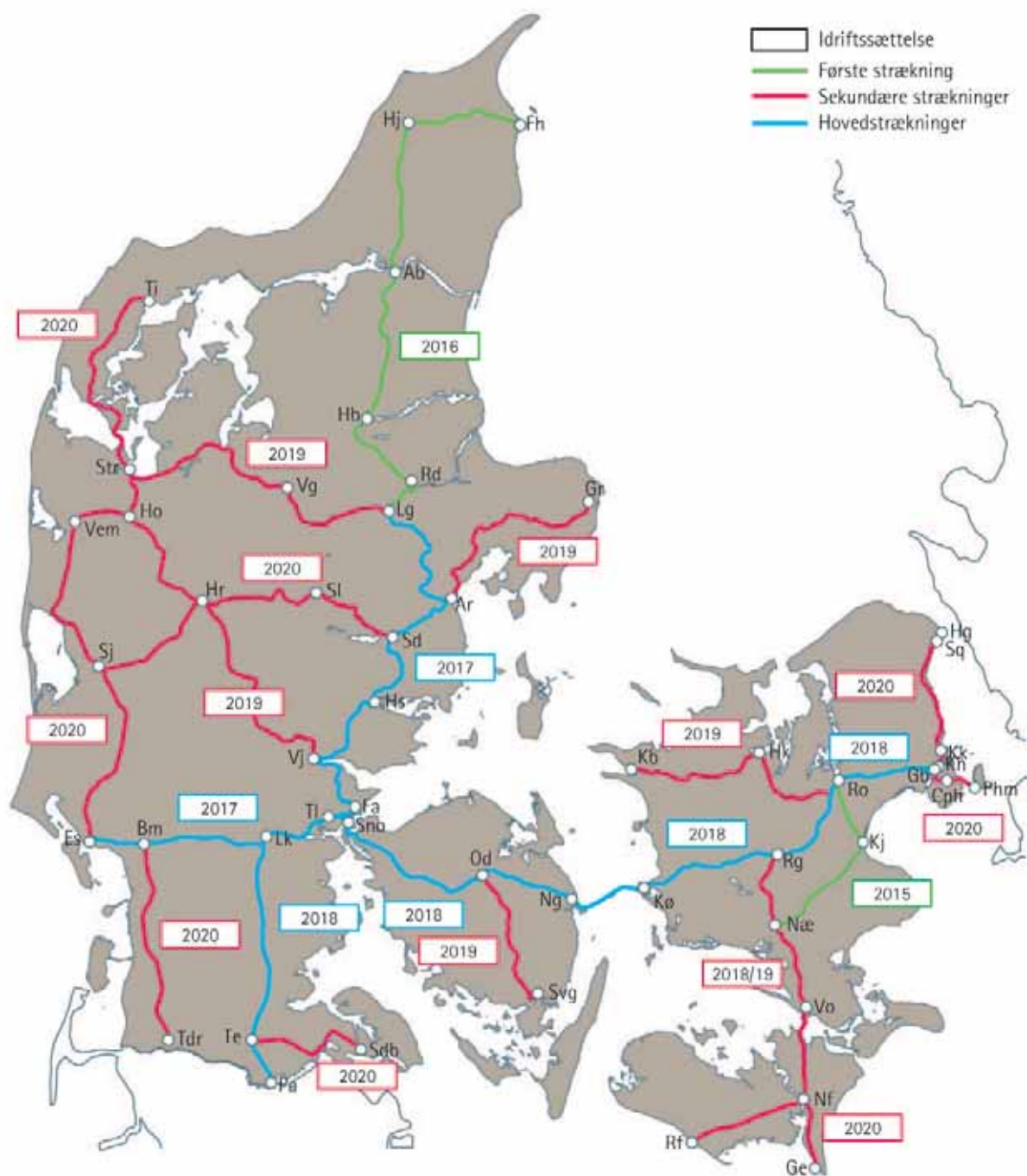
Hvis der alene fokuseres på, hvor totaludgiften, vil scenariet med afslutning i 2020 være mere hensigtsmæssigt, men scenariet med afslutning i 2023 vil være mest hensigtsmæssigt, hvis målet er at reducere udgifterne inden 2015 mest muligt. Dog vil dette scenarie samlet set være dyrest.

Det vil være vanskeligt at anbefale scenariet med afslutning i 2018 givet den meget store risiko for fordyrelser og forsinkelser ved denne tidsplan.

I figur 5.4 ses, hvornår de forskellige strækninger tages i brug i hhv. 2020- og 2021-scenariet.

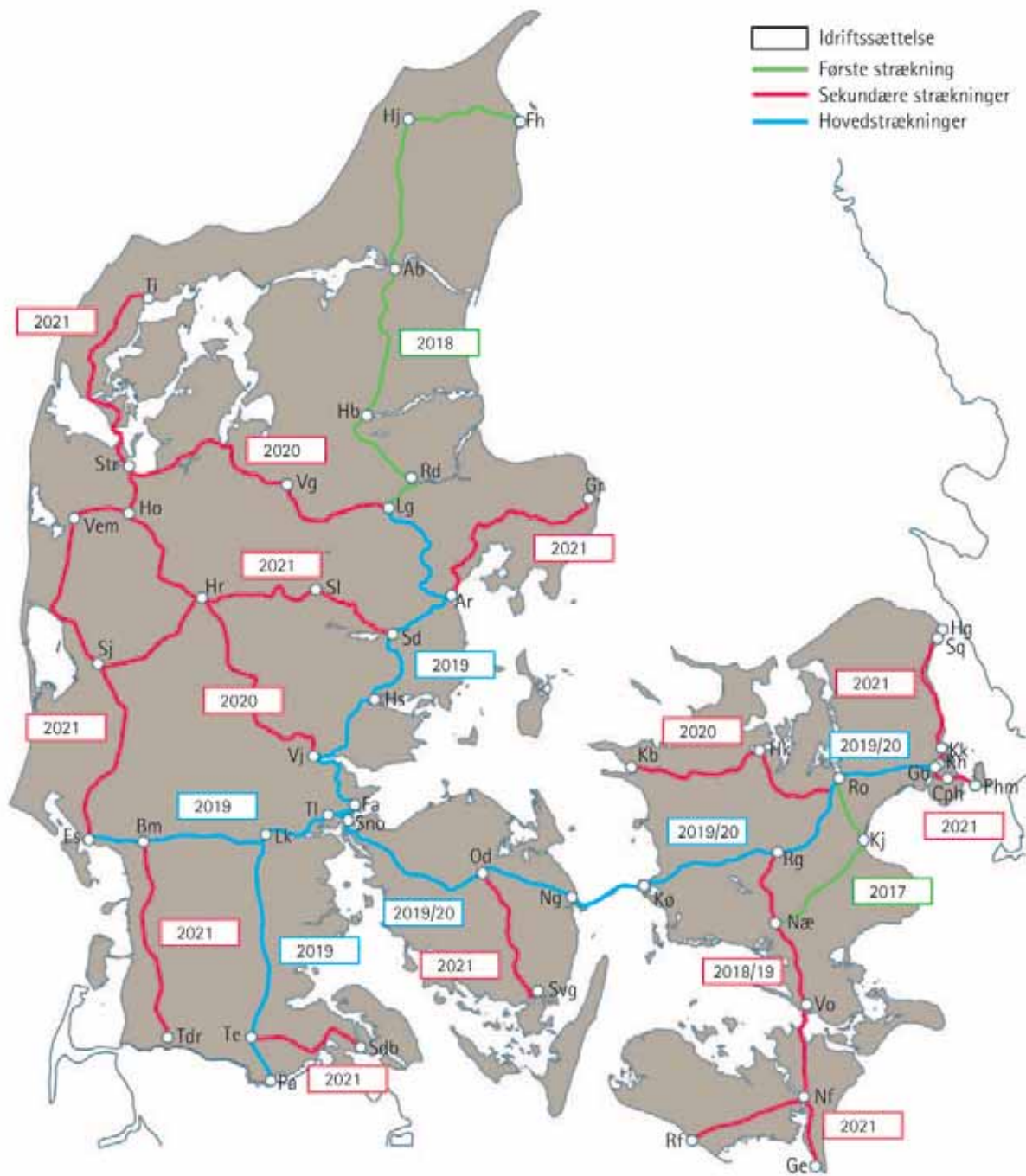
Figur 5.4a

Ibrugtagning af strækninger i 2020-scenariet.



Figur 5.4b

Ibrugtagning af strækninger i 2021 scenariet.



6 Analyseresultater på S-banen

6.1 Resumé

I dette afsnit gennemgås Signalprogrammets analyse af S-banen. Samlet set viser analysen, at det vil være mest hensigtsmæssigt at gennemføre udskiftningen af signalssystem i perioden 2009-2020, hvor signalanlægget på strækningen Lyngby – Hillerød udskiftes senest i 2014.

Hvis udrulningen fremrykkes, medfører det en uhensigtsmæssig forcering af tidsplanen som betyder stigende omkostninger og risici. Hvis signalsystemet på strækningen Lyngby – Hillerød ikke er udskiftet senest i 2014 vil der skulle afholdes ekstraudgifter til at konventionel fornyelse af signalanlægget på strækningen, som vil være tabte, når totaludskiftningen gennemføres, derfor vil en udskydelse også betyde ekstra omkostninger. Derfor er strækningen Lyngby – Hillerød valgt som afprøvningsstrækning, undtagen i 2022 scenariet, hvor strækningen Køge-Hundige er valgt, fordi det i dette scenarie er nødvendigt at forny Lyngby-Hillerød med konventionel teknologi.

Der redegøres uddybende herfor nedenfor.

6.2 Centrale forudsætninger på S-banen

Det nye system til S-banen vil blive baseret på et system, der er i drift på bybaner, som minder om S-banen. Det giver en række fordele i forhold til at kunne lade leverandøren anvende eksisterende løsninger, som er optimeret til bybanesystemer med samme trafiktæthed og strækningshastighed som S-banen. Således vil det nye system til S-banen blive baseret på et system, der er i drift på bybaner, som minder om S-banen.

Endvidere har opgaven med etablering af et nyt signalssystem på S-banen en størrelse, som mange internationale leverandører kan løfte. Således vil der kun blive udbudt én kontrakt på S-banen, der vil omfatte hele signalsystemet (dvs. både anlægget langs sporet, i togene og de store sikringsanlæg samt fjernstyringscentralen).

På S-banen er der ikke krav om at anvende ERTMS-standarden, idet S-togsnettet ikke er en del af det europæiske net, men et selvstændigt lukket system.

6.3 Omkostning ved den tekniske løsning

Ligesom på fjernbanen har udgangspunktet for det samlede budget for S-banen været, at der er blevet fastlagt en grundomkostning for den tekniske løsning. Denne omkostning er fælles på tværs af alle scenarier, idet den består af udgifter til de konkrete anlæg, styring af projektet osv. Det er en rimelig vurdering, at disse omkostninger store set vil være uafhængige af udrulningsplanen, da det er det samme arbejde, der skal udføres uanset tidsplan.

Omkostningen til den tekniske løsning kan opdeles på omkostningselementer. Disse fremgår af tabel 6.1 og der redegøres efterfølgende her. Tabel 6.1 viser samlet set, at den grundlæggende tekniske løsning på S-banen vil koste ca. 3 mia. kr.

Anlægselementerne og aktiviteterne på S-banen svarer i hovedsagen til fjernbanen (jf. afsnit 5.4). Nedenfor gennemgås således alene afvigelserne herfra.

Som det fremgår af tabel 6.1, er den største budgetpost pkt. 3: Design, tilpasning, test og sikkerhedsgodkendelse. Dette understreger, hvor omfattende et arbejde det er, at tilpasse leverandørens generelle løsninger til det konkrete S-banenet.

Det kan bemærkes, at der anvendes relativt færre midler på udstyr langs sporet på S-banen (udgør 10 pct. af det samlede budget mod 20 pct. på fjernbanen – jf. pkt. 2),

Anlægsbudget på S-banen fordelt på udgiftselementer ekskl. risici og korrektionstillæg, 2009-niveau (mio. kr.)		Udgift
1	Centrale sikringsanlæg	540
2	Sikringsanlæg langs sporet*	318
3	Design, tilpasning, test og sikkerhedsgodkendelse	548
4	Projektledelse og -styring**	469
5	Udstyr i togene	462
6	Telekommunikation og radioblokcenter	208
7	Fjernstyringssystem	191
8	Bygninger inkl. anlæg af fjernstyringscentral	103
9	Oprydning mv.	54
10	Udannelse og omstilling af medarbejdere	58
11	Migrationsomkostninger inkl. erstatningsbusser	21
I alt		2.972

Tabel 6.1

Anlægsbudget på S-banen fordelt på udgiftselementer ekskl. risici og korrektionstillæg.

* inkl. kobling til kørestrømsanlæg

** inkl. overhead til generelle supportfunktioner i resten af Banedanmark.

Anm.: Ekskl. erfaringsbaseret korrektionstillæg ifølge ny anlægsbudgettering på i alt 30 pct. Afvigelser skyldes afrundinger

hvilket kan forklares med, at togkontrolsystemet vil blive baseret på et såkaldt flydende bloksystem. Det betyder, at banen ikke inddeles i fysiske blokke, men at der i stedet for etableres en ikke fysisk zone omkring hvert tog, som det bagvedkørende tog ikke må overskride. Systemet vil så bremse det bagvedkørende tog, hvis dette sker. Dette giver en højere kapacitet end et system baseret på faste blokke.

Det kan endvidere bemærkes, at der er afsat midler til anlæg af en ny fjernstyringscentral og et nyt fjernstyringssystem på trods af at det nuværende fjernstyringssystem på S-banen blev taget i anvendelse i 2006. Det skyldes, for det første at levetiden på fjernstyringssystem generelt kun er 15 år, hvorfor det nuværende fjernstyringssystem på S-banen vil være udskiftningsmodent omkring 2021 og for det andet, at det vil være vanskeligt at sammenkoble et helt nyt signalsystem til den allerede eksisterende fjernstyringscentral samtidig med at den nuværende trafik skal holdes i drift.

Det vil blive holdt åbent i udbuddet om det bedst kan betale sig integrere det nye signalsystem i den eksisterende fjernstyringscentral eller etablere en helt ny.

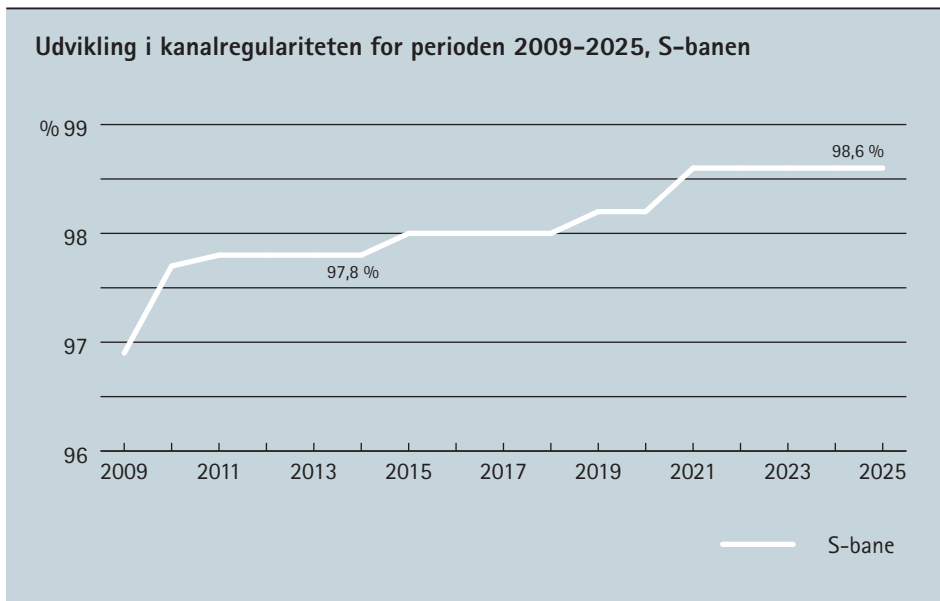
6.4 Fordele for passagererne

Ligesom på fjernbanen er hovedformålet med en udskiftningen af signalsystemet på S-banen, at det bliver muligt at opretholde togdriften. Imidlertid vil der også være en række afledte fordele på S-banen, ved at signalteknologien opdateres til det nuværende niveau, som f.eks.:

- Indførelsen af et nyt signalsystem på S-banen vil betyde et højere sikkerhedsniveau, ikke mindst fordi den forsimplede version af kontrolsystemet på S-banen, der er i drift på strækningen Lyngby-Hillerød, vil blive udskiftet med et moderne togkontrolsystem. Det vil samtidig betyde, at hastigheden på strækningen Lyngby-Hillerød kan øges.

Indførelsen af et nyt signalsystem på S-banen vil betyde, at rettidigheden vil stige, idet antallet af signalrelaterede forsinkelser reduceres med ca. 50 pct. Det vurderes, at den regularitet, som Banedanmark stiller til rådighed for DSB S-tog (kanalregulariteten) vil blive forbedret med 0,8 procentpoint fra 97,8 pct. til 98,6 pct. fra det nye signalsystem ibrugtages fuldt ud⁹. Det betyder, at de tog, som Banedanmark forsinkes, bliver reduceret med ca. 34 pct. på S-banen, og dermed vil DSB S-tog kunne levere en regularitet på omkring 95 pct. Det forudsætter, at genopretning af sporområdet vil medføre den forventede regularitetsforbedring i 2014, samt at det nødvendige aktivitetsniveau til fornyelse og vedligeholdelse på sporområdet prioriteres efter 2014 (jf. figur 6.1). Samlet set forventes passagerne være ca. 140.000 færre timer forsinket pr. år på S-banen, når det nye signalsystem er etableret.

⁹ Inkl. effekten af den nye køreplan på S-banen, der trådte i kraft i 2007. Køreplanen giver i sig selv en forbedring af regulariteten i 2014 på 0,2 procentpoint i forhold til niveauet i 2006, hvilket ikke var fuldt implementeret i de angivne forbedringspotentialer i Aftale om trafik for 2007.



Figur 6.1

Udvikling i kanalregularitet for perioden 2009-2025.

Vist for 2020 scenarieret.

- Signalsystemet på S-banen vil være forberedt til en evt. overgang til førerløse S-tog.

Regulariteten for de øvrige scenarier vil starte og slutte på samme niveau som 2020-scenarierne, men vil være forskudt tidsmæssigt og have forskellig stigningstakt afhængig af den konkrete udrulningsplan.

6.5 Besparelser grundet nyt signalsystem på S-banen

Der vil kunne opnås en række besparelser ved indførelsen af det nye signalsystem på S-banen af samme årsager som på fjernbanen. Imidlertid vil der ikke være

Besparelsepotentiale ved et nyt signalsystem på S-banen, 2009-niveau (mio. kr.)				
	Nuværende system	Nyt system ¹	Besparelse	Besparelse over 25 år
Vedligeholdelse og fornyelse af signalanlæg ¹	113	64	48	1.210
Sporvedligeholdelse som følge af slid fra sporisolationer	12	0	12	300
Vedligeholdelse af tog ²	-	-	7	175
I alt	125	64	67	1.685

Tabel 6.2

Besparelsepotentiale ved et nyt signalsystem på S-banen.

Anm.: Tabellen angiver besparelsepotentialet ved et nyt signalsystem, men ikke vedligeholdelses- og fornyelsesudgifter til det gamle system, der vil afhænge af det valgte scenarium.

Note 1: Baseret på bevilling til fornyelse og vedligeholdelse af signaler med Aftale om trafik for 2007.

Note 2: Det bemærkes, at besparelsen er beregnet ud fra en vurdering af vedligeholdelsesomkostningerne for det nye signalsystem og en vurdering af besparelsepotentiale set i forhold til i dag. Derfor er der ikke opgivet omkostninger for det nuværende system og det nye system.

effektiviseringsgevinster som følge af centraliseringen af fjernstyringen på S-banen, idet fjernstyringen har været fuldt centraliseret på S-banen siden 2006. Besparelserne på S-banen opsummeres i tabel 6.2 nedenfor.

6.6 Fastlæggelse af undersøgelsesscenarier

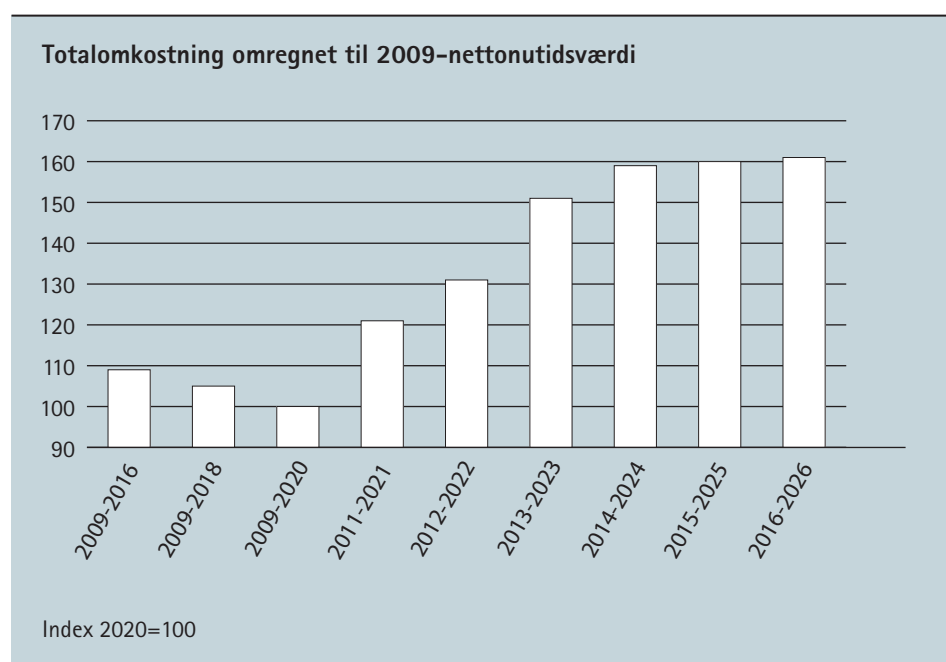
Som nævnt indledningsvist anbefalede Booz|Allen|Hamilton alene, at der blev gennemført en totaludskiftning af signalanlægget på S-banen uden nogen yderligere præcisering af afslutningstidspunkt eller teknologivalg. Således har udgangspunktet for analysen af S-banen alene været, at signalsystemet skulle udskiftes med et standard bybanesystem.

På S-banen har Banedanmark indledningsvist undersøgt den teknisk/økonomisk mest hensigtsmæssige løsning for etableringen af et nyt signalsystem. Med den teknisk/økonomisk mest hensigtsmæssige løsning menes den løsning, hvor en sammenvejning af anlæggenes restlevetid, risici, fordele for passagerer og projektkomkostninger mv. giver den bedste samlede økonomi.

Banedanmarks analyse har vist, at det mest optimale tidspunkt for udskiftningen af signalsystemet på S-banen afgøres af, at signalanlægget på strækningen Lyngby-Hillerød står foran udskiftning. Hvis der således ikke træffes en beslutning om en totaludskiftning, således at signalanlægget på strækningen Lyngby-Hillerød kan være udskiftet senest i 2014, vil det være nødvendigt at afholde i størrelsesordenen 1/2 mia. kr. til almindelig fornyelse af signalsystemet på denne strækning. Disse omkostninger vil være tabte, når en totaludskiftning efterfølgende gennemføres.

Figur 6.2

Totalomkostning omregnet til 2009-nettonutidsværdi.



Samtidig viser Banedanmarks analyser, at ca. 60 pct. af alle signalanlæggene på S-banen overskrider deres levetid frem mod 2020, samt at togkontrollsystemet på S-banen skal udskiftes omkring 2020, idet udstyret i togene er baseret på den samme teknologi som ATC-systemet på fjernbanen, der som nævnt også skal udfases omkring 2020.

Således peger Banedanmarks analyse på, at det teknisk/økonomisk mest optimale tidspunkt for afslutning af udrulningen på S-banen er 2020.

Banedanmark er endvidere blevet bedt om at identificere den hurtigst mulige udskiftning af signalsystemet samt undersøge, hvorledes udgifterne inden 2015 kan minimeres mest muligt.

Banedanmarks undersøgelser viser, at det hurtigst mulige afslutningstidspunkt for en totaludskiftning af signalsystemet på S-banen er 2016. Dette forudsætter dog en forceret tidsplan med stor risiko for forsinkelser. Derudover er der blevet analyseret en mellemløsning med afslutning i 2018, hvor tidsplaner er mindre forceret end i scenariet med afslutning i 2016. For at undersøge muligheden for at minimere udgiften inden 2015 har Banedanmark undersøgt konsekvensen af at udskyde starttidspunktet med mellem to til seks år, hvorved afslutningstidspunktet udskydes et til seks år, idet der anvendes en lettere forceret udrulningsplan i forhold til 2020-scenariet for alle scenarier på nær 2026-scenariet. (jf. figur 6.2).

Som det fremgår af figur 6.2 ovenfor, viser følsomhedsanalysen, at den laveste totalomkostning opgjort i nettonutidsværdi opnås ved et scenarium med afslutning i 2020. Hvis udskiftningen udskydes blot et år, medfører det, at omkostningen stiger med ca. 20 pct. opgjort i nettonutidsværdi. Det kan i hovedsagen forklares med, at det bliver nødvendigt at udskifte sikringsanlægget på strækningen Lyngby – Hillerød med traditionel teknologi. Figur 17 viser samtidig, at også en fremrykning af afslutningstidspunktet for totaludskiftningen til 2016 vil medføre en højere totaludgift opgjort i nettonutidsværdi på ca. 10 procent i forhold til scenariet med afslutning i 2020, hvilket dels skyldes ekstraudgifter til at imødegå risici, dels at fremrykningen af Signalprogrammet indebærer en højere nutidsværdi.

Der har været overvejet et scenarie, hvor signalsystemet på S-banen udskiftes i to etaper, idet sikringsanlæggene på Ringbanen og strækningen Ballerup - Frederikssund er relativt nye. Der er redegjort uddybende for disse scenarier i baggrundsrapporten. Disse scenariers nettonutidsværdi har imidlertid været markant ringere end scenariet med afslutning i 2020.

Nedenfor redegøres for tidsplanen, risikoeksponeringen og den samfundsøkonomiske omkostning ved 2009-2020-scenariet. Scenariet sammenlignes med tre andre udrulningsplaner: 2009-2016, 2009-2018 og 2012-2022, for at vise effekten af hhv. at gennemføre projektet hurtigere og at minimere udgifterne frem mod 2015.

Tabel 6.3

Sammenligning af fire scenarier på S-banen.

Anm.: Grå markering fremhæver den mest hensigtsmæssige værdi.

Note 1: opgøres som omkostningen for samfundet ved finansiering af projektet og regularitetsgevinsten her-ved relativt til 2020-scenariet.

Note 2: anlægsudgiften samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det eksisterende system.

Sammenligning af fire scenarier på S-banen, 2009-niveau				
Aktivitetsperiode	"Samfundsøkonomisk effekt" ¹ (mia. kr.)	Totalomkostning ² (mia. kr.)	Risikoprofil	
			Risikoværdi (mia. kr.)	Sandsynlig forsinkelse
2009 – 2016	-0,8	4,3	0,8	12 måneder
2009 – 2018	-0,5	4,3	0,7	6-8 måneder
2009 – 2020	0,0	4,1	0,5	0 måneder
2012 – 2022	-1,8	6,0	0,6	3-5 måneder

6.7 Sammenligning af de fire scenarier

I tabel 6.3 nedenfor ses en sammenligning af de fire scenarier på S-banen i forhold til samfundsøkonomi, totalomkostning samt scenariernes risikoprofil. Disse begreber defineres nedenfor, hvorefter de fire scenarier sammenlignes.

Scenarierne er blevet sammenlignet ud fra tre parametre:

1. Scenariets relative "samfundsøkonomiske effekt" viser omkostningen for samfundet ved finansieringen af projektet og regularitetsgevinsten herved, hvor begge dele opgøres relativt i forhold til scenariet med afslutning i 2020 (således vil den relative "samfundsøkonomiske effekt" i scenarierne med afslutning i 2020 pr. definition være 0).
2. *Totalomkostningen* svarer til anlægsudgiften inkl. 30 pct. korrektionstillæg (reserve) som følge af ny anlægsbudgettering samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det gamle system, men eksklusiv udgifter til at holde de nye signalsystemer i drift samt besparelser som følge af det nye signalsystem.
3. *Scenariets risikoprofil*, der udtrykkes som hhv. en samlet kvantificering af risikoprofilen samt en angivelse af den sandsynlige forsinkelse af afslutningstidspunktet. Kvantificeringen af risikoprofilen er udregnet som sandsynligheden for, at de forskellige risici indtræffer ganget med den økonomiske konsekvens, hvis den sker. Angivelsen af den sandsynlige forsinkelse er på samme måde foretaget ved at gange sandsynligheden for at en risiko indtræffer med den tidsmæssige konsekvens, hvis det sker. Denne fremgangsmåde følger internationale anbefalinger for risikoanalyser

Som det fremgår af tabel 6.3 ovenfor, er scenariet med afslutning i 2020 det mest hensigtsmæssige ud fra alle tre parametre. Baggrunden herfor uddybes nedenfor.

6.7.1 Omkostningerne ved scenarierne

Som nævnt i afsnit 6.3 er omkostningen til den grundlæggende tekniske løsning ens i alle scenarierne. Variationerne i omkostningerne opstår af to grunde:

1. forskel i midler, der afsættes i budgettet til at imødegå risici
2. forskel i omkostningerne til at holde det nuværende signalsystem i drift.

Ad 1) forskel i midler, der afsættes i budgettet til at imødegå risici

Som en del af risikoanalysen af de forskellige scenarier, er der foretaget en vurdering af, hvor mange midler der bør afsættes til at imødegå problemstillinger, der uanset hvad forventes af indtræffe, men hvor der er usikkerhed om, hvor store omkostningerne bliver.

Risikoanalysen er foretaget med udgangspunkt i scenariet med afslutning i 2020. I dette scenarie er det blevet vurderet, at der skal afsættes 150 mio. kr. til at imødegå risici. Det drejer sig især om risikoen forbundet med udarbejdelsen af kravspecifikationer.

Herefter er det blevet vurderet, om der på baggrund af de tre andre scenariers risiko-profil, er behov for at afsætte yderligere midler til at imødegå risici i disse scenarier. Analysen har vist, at dette er nødvendigt i scenarierne med afslutning i hhv. 2016 og 2018. I scenariet med afslutning i 2016 afsættes der således yderligere ca. 250 mio. kr. til at imødegå risici, mens der afsættes yderligere 150 mio. kr. hertil i scenariet med afslutning i 2018. For begge scenariers vedkommende kan de ekstra midler til at imødegå risici henføres til risici afledt af den forcerede tidsplan – som f.eks. øget behov for projektledelse, grænsefladeproblemer samt krav fra leverandøren grundet fejl og unøjagtigheder i udbudsmaterialet.

I tabel 6.4 nedenfor ses en periodisering af de samlede anlægsomkostninger inkl. midler til at imødegå risici og korrektionstillægget (reserve), jf. ny anlægsbudgettering, men eksklusiv drifts-, vedligeholdelses- og fornyelsesomkostninger.

Som det fremgår af tabel 6.4 vil anlægsomkostningen inkl. risiko være mindst i scenariet med afslutning i 2020.

Anlægsomkostning inkl. risiko periodiseret, 2009-niveau (mia. kr.)				
Aktivitetsperiode	2009-2014	2015-2020	2021 ->	I alt
2009 - 2016	3,3	1,1	0,0	4,4
2009 - 2018	2,6	1,7	0,0	4,3
2009 - 2020	2,5	1,6	0,0	4,1
2012 - 2022	0,4	3,4	0,4	4,2

Tabel 6.4

Anlægsomkostning inkl. risiko periodiseret.

Tabel 6.5

Omkostningerne til det nuværende system ud over midler fra Aftale om trafik for 2007.

Amn.: Det negative tal i perioden 2009-2014 repræsenterer overskydende midler fra Aftale om trafik for 2007, der kan anvendes efter 2014.

Omkostningerne til det nuværende system ud over midler fra Aftale om trafik for 2007, 2009-niveau (mia. kr.)				
Aktivitetsperiode	2009-2014	2015-2020	2021 ->	I alt
2009 - 2016	-0,2	0,1	0,0	0,1
2009 - 2018	-0,2	0,2	0,0	0,0
2009 - 2020	-0,2	0,3	0,0	0,1
2012 - 2022	0,3	1,4	0,1	1,8

Ad 2) omkostningerne til at holde det nuværende signalsystem i drift

Banedanmark har opstillet en plan med tilhørende budget for at holde det nuværende system på S-banen i drift indtil det nye signalsystem ibrugtages. Med Aftale om trafik for 2007 blev der tilsammen afsat 4,3 mia. kr. (2009-niveau) til at holde det nuværende system i drift på både fjernbanen og S-banen 2007-2014.

Den centrale forskel mellem de fire scenarier er, om signalsystemet på S-togsstrækningen Lyngby - Hillerød er udskiftet inden 2014. Af den årsag er Lyngby - Hillerød valgt som afprøvningsstrækning i alle scenarier, på nær 2022 scenariet, hvor strækningen Køge-Hundige er valgt, fordi Lyngby-Hillerød i dette scenarie fornyes med konventionel teknologi.

I tabel 6.5 ses omkostningerne til at holde det nuværende system i drift ud over den bevilling, der er givet med Aftale om trafik for 2007 opdelt på tre perioder: 2007-2014, 2015-2020 og perioden fra 2021 og frem.

Af tabellen fremgår, at der er et mindre forbrug mellem 2009-2014 for de første tre scenarier. Til gengæld vil der være yderligere omkostninger i 2015 og frem. Samlet set stiger omkostningen ved at holde det nuværende anlæg i drift, hvis afslutningstidspunktet udskydes.

Tabel 6.6

Totalomkostning periodiseret.

Amn.: Totaludgift = anlægsudgiften samt udgiften til fornyelse og vedligeholdelse af det eksisterende system.

Totalomkostning periodiseret, 2009-niveau (mia. kr.)				
Aktivitetsperiode	2009-2014	2015-2020	2021 ->	I alt
2009 - 2018	3,1	1,3	0,0	4,3
2009 - 2020	2,4	1,9	0,0	4,3
2009 - 2021	2,3	1,8	0,0	4,1
2013 - 2023	0,7	4,8	0,5	6,0

Som det ses af tabel 6.5, er der små forskelle mellem scenarierne med afslutning i hhv. 2016, 2018 og 2020 i forhold til omkostningen til at holde det nuværende signalsystem i drift, mens de stiger markant i scenariet med afslutning i 2022. Dette forklarer, hvorfor en udskydelse af afslutningen af udskiftningen af signalsystemet på S-banen til efter 2020 ikke vil være hensigtsmæssig.

I tabel 6.6 ses totaludgiften for scenarierne periodiseret.

Som det fremgår af tabel 6.6, har scenariet med afslutning i 2020 den laveste totaludgift, hvilket kan forklares med, at der i scenariet med afslutning i 2016 og 2018 skal afsættes flere midler til at imødegå risici, end der spares på at holde det nuværende system i drift i kortere tid, mens der skal afholdes flere udgifter til at holde det nuværende system i drift i scenariet med afslutning i 2022.

Samlet set er scenariet med afslutning i 2020 det mest hensigtsmæssige ud fra en økonomisk betragtning.

6.8 Risikovurdering af scenariernes tidsplan

Risikovurderingen af de fire scenarier er sket med udgangspunkt i scenariet med afslutning i 2020. Den samlede risikoeksponering for scenariet 2020-scenariet er 0,5 mia. kr. (eksklusiv 150 mio kr, der er afsat til risikohåndtering i anlægsbudgettet) og analyser viser, at det må forventes, at tidsplanen kan holde.

De største risici, der til sammen udgør 95 pct. af den samlede risikoudsættelse, fremgår af tabel 6.7 nedenfor. Disse svarer i hovedsagen til de største risici på fjernbanen.

Største risici ved 2020 scenariet (udgør 95 pct. af risikoudsættelse)	
1	Uklarhed om hvilket tilbud der ud fra en livscyklusbetragtning er mest optimalt.
2	Vanskelighed med rekruttering og fastholdelse af kvalificeret arbejdskraft i Banedanmark til at gennemføre Signalprogrammet – herunder nødvendige funktioner i øvrige Banedanmark.
3	Risiko for at ledelsen i Banedanmark og Signalprogrammet begår fejl i styringen af projektet
4	Risici der opstår i forbindelse med Banedanmark og Signalprogrammet som offentlig virksomhed og den offentlighed der er omkring Banedanmark.
5	Risikoen for mangelfuld konkurrence mellem leverandørerne (f.eks. grundet overophedning af markedet for signalsystemer).
6	Twister mellem Banedanmark og leverandør efter kontraktindgåelse om fortolkning af kontrakt og kravspecifikation.
7	Risiko for at der er mangler, usikkerheder og fejl i funktionskravspecifikationen
8	Leverandør leverer ikke essentielle funktionaliteter.

Tabel 6.7

Største risici ved 2020 scenariet (udgør 95 pct. af risikoudsættelse).

Note: Tabellen viser på et overordnet niveau de største risici fra Signalprogrammets risikoregister. Risici er opstillet efter betydning.

Tabel 6.8

Risikoeksponering for de forskellige scenarier.

Risikoeksponering for de forskellige scenarier, 2009-niveau		
	Risikoprofil	
	Risikoværdi (mio. kr.)	Sandsynlig forsinkelse
Afslutning i 2016	825	12 Måneder
Afslutning i 2018	748	6-8 Måneder
Afslutning i 2020	517	0 Måneder
Afslutning i 2022	637	3-5 Måneder

Disse risici må beskrives som naturlige givet Signalprogrammets nuværende afklaringsniveau. Således må det forventes, at disse risici vil blive yderligere nedbragt i næste fase af projektet.

Derefter er der blevet foretaget en vurdering af, om risiciene ved 2020-scenariet skal op- eller nedskrives i de tre andre scenarier, samt om der er yderligere risici ved de andre scenarier. Dette er opsummeret i tabel 6.8 og gennemgås nedenfor.

Som det fremgår af tabel 6.8, er risikoeksponering mindst i scenariet med afslutning i 2020, der samtidig er det eneste scenarium, hvor tidsplanen kan forventes at holde. Dette uddybes nedenfor.

I figur 6.3 ses en sammenligning af tidsplanen for de fire scenarier.

Figur 6.3

Overordnede tidsplaner for S-banen.

Som det fremgår af figur 6.3, er tidsplanen for scenarierne med afslutning i hhv. 2016, 2018 og 2020 den samme for de tre første faser af projektet. Dette gælder også

Overordnede tidsplaner, S-bane															
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2016	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2 år)		Test og afprøvning (2 år)		Udrulningsfase (2 år)								
2018	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2 år)		Test og afprøvning (2 år)		Udrulningsfase (4 år)								
2020	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2 år)		Test og afprøvning (2 år)		Udrulningsfase (6 år)								
2022			Op-mand.	Udbud og kontrakt (2 år)		Design (2 år)		Test og afprøvning (2 år)		Udrulningsfase (5 år)					

for scenariet med afslutning i 2022, men i dette scenarium sættes signalprojektet i stå i tre år, hvilket øger risikoen for, at nøglemedarbejdere forlader projektet, markant.

Indholdet af de forskellige faser svarer i hovedsagen til beskrivelsen af faserne på fjernbanen. Der skal imidlertid bemærkes to forhold:

For det første vil det være nemmere at udarbejde udbudsmaterialet på S-banen samt at gennemføre selve udbuddet, idet kravspecifikationen skal udarbejdes på et mindre detaljeret niveau, fordi det nye signalsystem kan baseres på leverandørens standard-system. Således må to år til at gennemføre udbuddet af S-banen betegnes som en acceptabel tidsplan.

For det andet vil løsningerne til S-banen blive baseret på løsninger, der allerede er i drift andre steder i verden. Det betyder, at en række af de problemstillinger, der skal aftestes på fjernbanen, allerede er afklaret for S-banens vedkommende. Derfor vil arbejdet med at specificere den strækningsspecifikke løsning til de resterende strækninger på S-banen blive påbegyndt inden løsningerne, der etableres på afprøvningsstrækningen, er endeligt godkendt. Hvis der således findes fejl på afprøvningsstrækningen, kan det være mere omkostningsfuldt at rette disse end på fjernbanen. Sandsynligheden for at der er sådanne fejl vurderes imidlertid som værende mindre end omkostningen ved at forsinke udrulningen med et år, idet der så skal afholdes udgifter til at holde det nuværende anlæg i drift.

Således adskiller risikovurderingen af de fire scenarier sig især i forhold til tiden, der afsættes til udrulningen af det nye signalsystem på de resterende strækninger. I scenariet med afslutning i 2020 er der, som det fremgår af figur 18, afsat seks år hertil, hvilket må beskrives som en solid tidsplan med plads til mindre forsinkelser.

I scenariet med afslutning i 2022 er der afsat fem år til udrulningen, mens der i scenariet med afslutning i 2018 kun er afsat fire, og i scenariet med afslutning i 2016 kun tre år. Således forceres udrulningen i varieret grad i disse tre scenarierne. Det øger i varierende grad risikoen for arbejdskraftmangel og flaskehalse i forbindelse med sikkerhedsgodkendelse samt risikoen for at udbrede fejl til et større område, når signalsystemet udrulles parallelt på flere strækninger, samt risikoen for et øget antal fejl og mangler i kravspecifikationen grundet den forcerede tidsplan. Endvidere knytter der sig som nævnt ovenfor også ekstra risici til scenariet med afslutning i 2022 i forhold til at holde det nuværende signalsystem i drift.

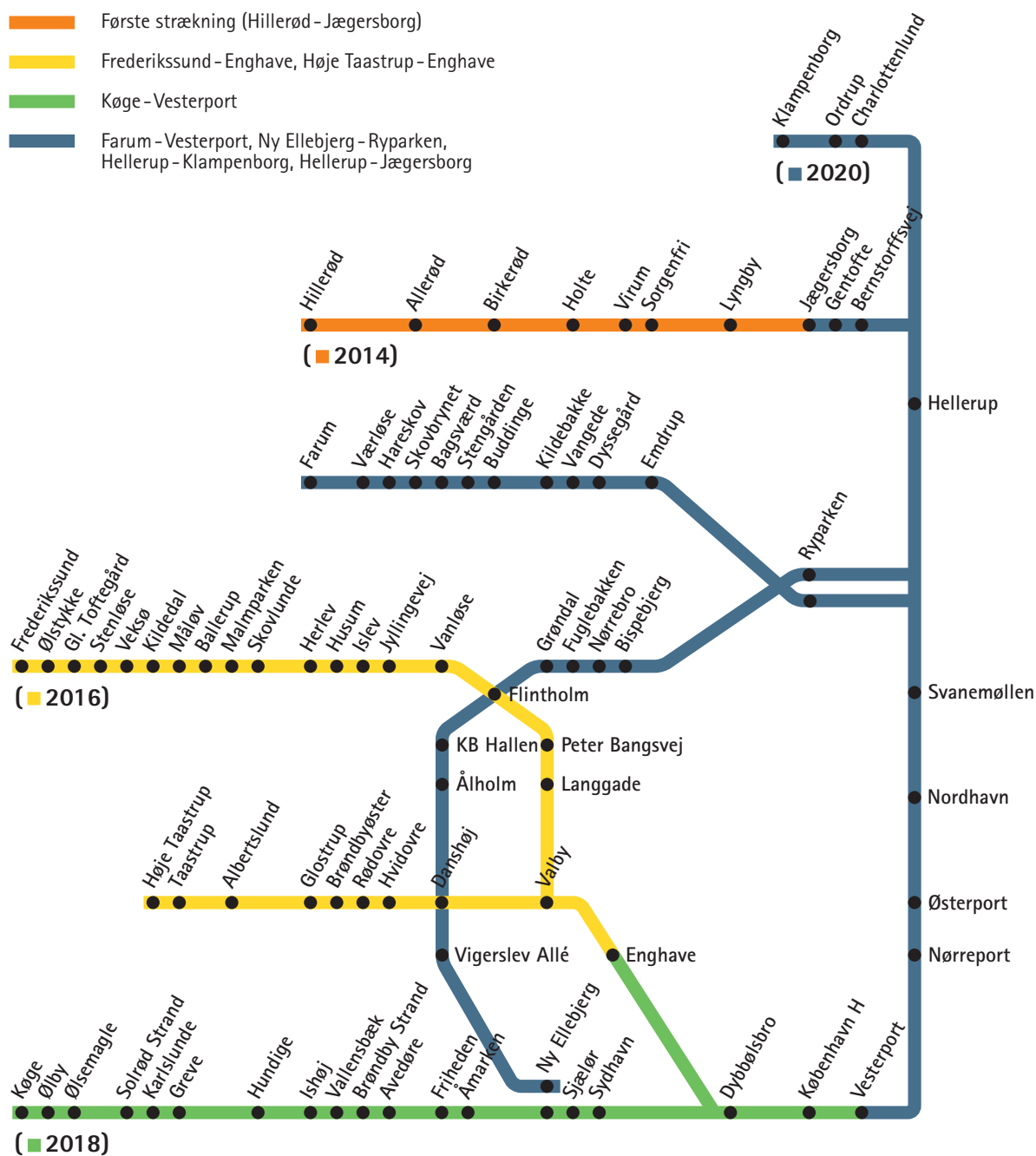
6.9 Opsummering af resultaterne på S-banen

Som det fremgår af de foregående afsnit er scenariet med afslutning i 2020 samlet det scenarium, der giver flest fordele.

Af figur 6.4 ses en mulig rækkefølge for hvornår de forskellige strækninger ibrugtages i scenariet med afslutning i 2020.

Figur 6.4.

Udrulningsplan på strækninger
- 2020-scenariet.



7 Booz|Allen|Hamiltons analyseresultat og hovedresultater fra Signalprogrammet

Som tidligere nævnt var grundlaget for principbeslutningen om en totaludskiftning af Banedanmarks signalanlæg en rapport fra konsulentbureauet Booz|Allen|Hamilton. I dette kapitel sammenlignes resultatet af Booz|Allen|Hamiltons analysen med resultatet af Banedanmarks efterfølgende analyser. Først sammenlignes anlægsomkostningen samt begrundelsen for afvigelsen mellem de to analyser. Derefter sammenlignes risikoanalysen og endeligt opsummeres dette i en sammenligning af den samfundsøkonomiske analyse for de mest sandsynlige kombinationer af scenarier på fjernbanen og S-banen med Booz|Allen|Hamiltons strategi 1x.

Hovedkonklusionen i dette kapitel er, at Banedanmarks analyser i hovedsagen har bekræftet og uddybet Booz|Allen|Hamiltons konklusioner. Hovedforskellen mellem de to analyser er, at analysen, der ligger til grund for dette beslutningsgrundlag, er udarbejdet på et langt højere detaljeringsniveau, hvorfor det kan anvendes som grundlag for udarbejdelsen af et egentligt udbudsmateriale.

7.1 Sammenligning af udgiftselementer

I dette afsnit redegøres først for forskellen mellem Booz|Allen|Hamiltons analyse af fjernbanen opdelt på komponentniveau i forhold til det nuværende anlægsskøn og begrundelsen for afvigelsen. Derefter redegøres mere overordnet for S-banen, hvilket afspejler, at Booz|Allen|Hamilton analyserede denne på et mere overordnet niveau.

7.1.1 Fjernbanen

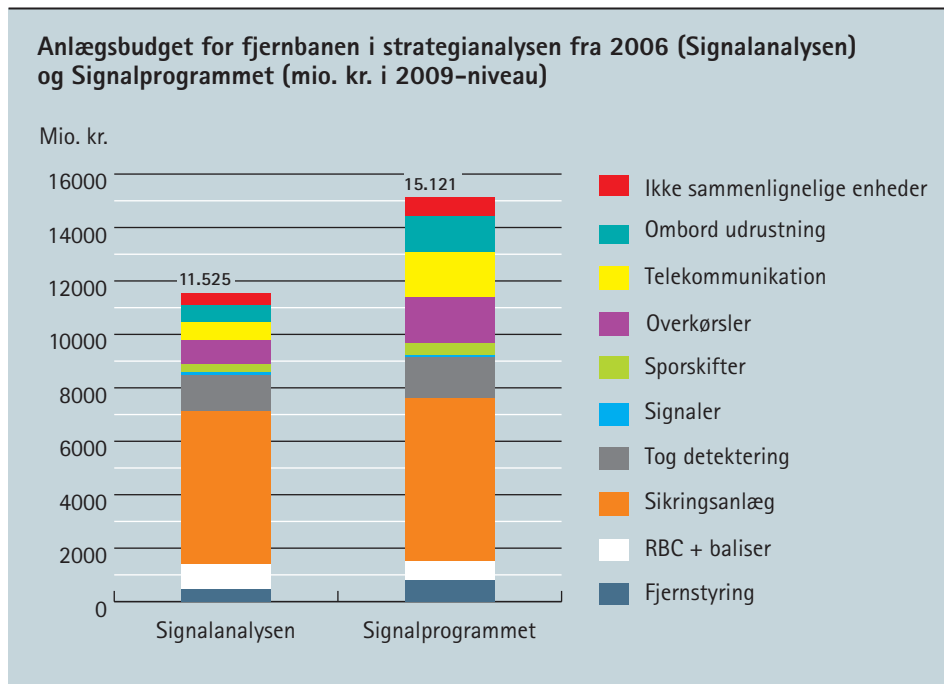
Udgifterne til de fleste grundlæggende elementer i signalsystemet på fjernbanen er i store træk ens i Booz|Allen|Hamiltons strategianalyse fra 2006 og Signalprogrammet, jf. figur 7.1.

Nogle udgiftselementer er imidlertid ikke medregnet i strategianalysen fra 2006. Det gælder blandt andet udgifter til det såkaldte faste transmissionsnetværk (telekommunikation) og udgifter til togkontrol i arbejdskøretøjer, STM og radiosystemet (udstyr i togene). For overkørselsanlæggene var det i strategianalysen fra 2006 forudsat, at færre dele af anlæggene skal udskiftes samtidig med signalsystemet, end det er forudsat i Signalprogrammet.

Figur 7.1

Anlægsbudget for fjernbanen i strategianalysen fra 2006 (Signalanalysen) og Signalprogrammet (mio. kr. i 2009-niveau).

Anm.: Anlægsbudgettet fra strategianalyse fra 2006 (Signalanalysen) er for strategi 1x i Booz-Allen-Hamilton rapporten, og fra Signalprogrammet er det budgettet for 2020-scenariet.



I Signalprogrammet medregnes desuden udgifter til fx udvikling af trafikale regler, nye bygninger samt tilpasninger af kørestrømsanlægget, som ikke fremgår eksplicit i strategianalysen fra 2006.

Herudover er der i Signalprogrammets budget afsat 575 mio. kr. til afhjælpning af forventede risici på fjernbanen i henhold til principperne for ny anlægsbudgettering, jf. ovenfor.

De ændrede skøn i forhold til strategianalysen fra 2006 skal ses i sammenhæng med, at Signalprogrammets anlægsbudget er udarbejdet på et langt mere detaljeret grundlag end i strategianalysen. Strategianalysen fra 2006 hovedsigte var lagt an på at sammenligne de forskellige strategier indbyrdes, hvorfor de enkelte forslag blev behandlet på et forholdsvis overordnet niveau.

7.1.2 S-banen

For S-banen har det samlede anlægsskøn ikke ændret sig selv om der er gennemført en mere detaljeret analyse. Anlægsbudgetterne i strategianalysen fra 2006 og Signalprogrammet for S-banen kan ikke sammenlignes på komponenttyper, idet budgettet for S-banen i strategianalysen blev opgjort på et betydeligt mere overordnet niveau end i Signalprogrammet og i forhold til budgettet for fjernbanen i strategianalysen.

7.2 Sammenligning af risikoestimer

Booz|Allen|Hamiltons risikoanalyse behandlede risici ved fjernbanen og S-banen fælles. Derfor redegøres der samlet for udviklingen i risiko på fjernbanen og S-banen i forhold til Booz|Allen|Hamiltons risikoanalysen.

Booz|Allen|Hamiltons analyse viste en betydelig samlet risikoværdi på i alt 13,9 mia. kr. (2009-niveau) ved en totaludskiftning af signalsystemet på fjernbanen og S-banen.

Med udgangspunkt i 2020-scenarierne på både fjernbanen og S-banen kan det konstateres, at denne risiko nu er nedbragt til 3,4 mia. kr., jf. tabel 7.1. Der redegøres for denne forskel nedenfor.

I de kommende faser i projektet kan der forventes en yderligere reduktion af risikoeksponeringen, efterhånden som der sker en afklaring af flere risikoelementer.

I strategianalysen fra 2006 var de største risikoelementer:

- Utilstrækkelig projektledelse og projektstyring i Banedanmark, hvilket kunne medføre udvidelser, ændringer og forsinkelser samt en
- U hensigtsmæssig kontraktstruktur og kontraktstyring, som kunne resultere i erstatningssager fra leverandøren
- Udrulning på flere strækninger samtidig
- Risikoen for at leverandøren ikke kunne opfylde kravspecifikationen
- Risici i forbindelse med grænseflader til andre projekter.

Et væsentligt tiltag til at reducere risici har været beslutningen om at organisere Signalprogrammet som en selvstændig projektorganisation i Banedanmark med danske og internationale eksperter tilknyttet. Dermed er opbygningen af kompetencer og organisatorisk kapacitet i Banedanmark til at styre et projekt af Signalprogrammets størrelse og kompleksitet påbegyndt. Dette arbejde vil skulle fortsætte i de næste faser af projektet.

Endvidere er der udarbejdet en langt mere detaljeret udbuds- og kontraktstrategi, og der er gennemført en langt mere detaljeret analyse af, hvordan udrulningen af det nye signalsystem gennemføres mest hensigtsmæssigt. I forhold til strategianalysen fra 2006 lægges der blandt andet større vægt på at opnå praktiske erfaringer med det nye system på de første såkaldte afprøvningsstrækninger, inden systemet udrulles på det øvrige jernbanenet. Desuden tages i højere grad højde for leverandørernes kapacitet.

I forhold til risikoen for at leverandøren ikke kan opfylde kravspecifikationen er det planlagt, at leverandørerne under udbuddets forhandlingsfase skal være med til at tilpasse funktions-kravspecifikationen, og at Banedanmark efterfølgende deltager i arbejdet med at udmønte funktionskravene til detaljerede systemkrav. Erfaringen viser, at netop udmøntningen af funktionskravene ofte er genstand for forskellige

Tabel 7.1

Risikoværdi i strategianalysen fra 2006 (Signalanalysen) og Signalprogrammet (mia. kr. 2009-niveau).

Anm.: Samlet risikoværdi for fjernbanen og S-banen, idet risikoværdien er opgjort samlet for fjernbanen og S-banen i strategianalysen fra 2006. Vedrører strategi 1x i strategianalysen fra 2006 og de to 2020-scenarier på hhv. fjernbanen og S-banen.

Risikoværdi i strategianalysen fra 2006 (Signalanalysen) og Signalprogrammet (mia. kr. 2009-niveau)

Strategianalysen fra 2006	Signalprogrammet	Forskel
13,9	3,4	10,5

fortolkninger og dermed kontraktlige tvister. Ved at have en dialog med potentielle leverandører inden det endelige tilbud afgives, sikres større forståelse af funktionskravene mellem Banedanmark og potentielle leverandører, hvorfor risikoen for efterfølgende uenigheder bliver mindre. Uanset dette vil uenighed om kravspecifikationen fortsat være en stor risiko i projektet (jf. i øvrigt afsnit 9 om udbudsstrategi).

I forhold til grænseflader til andre projekter er der udarbejdet et grundigt projektgrundlagsmateriale, som i detaljer afgrænser Signalprogrammet i forhold til øvrige systemer og projekter i Banedanmark.

Endelig er der i budget for fjernbanen og S-banen afsat hhv. 575 mio. kr. og 150 mio. kr. til afhjælpning af forventede risici på fjernbanen. Dette har i sig selv nedbragt risikoen ved scenarierne.

8 Den tekniske løsning

8.1 Resumé

I dette afsnit redegøres først for, hvorledes den tekniske løsning på fjernbanen og S-banen er blevet opstillet. Derefter forklares de grundlæggende forskelle mellem fjernbanen og S-banen.

8.2 Den overordnede tekniske løsning

Hovedelementerne i de nye signalsystemer på fjernbanen og S-banen vil grundlæggende bestå af de samme elementer som i de nuværende systemer. Der vil således fortsat være sikringsanlæg, fjernstyringscentraler, et togkontrolsystem og en inddeling af sporet i blokafsnit (på S-banen kan der evt. anvendes flydende blokke - jf. baggrundsrapportens kapitel 3).

Imidlertid vil de nye signalsystemer blive baseret på moderne teknologi, hvilket betyder, at komponenterne i langt højere grad vil være computerstyret og forbindelsen mellem infrastruktur og tog vil blive baseret på trådløs teknologi.

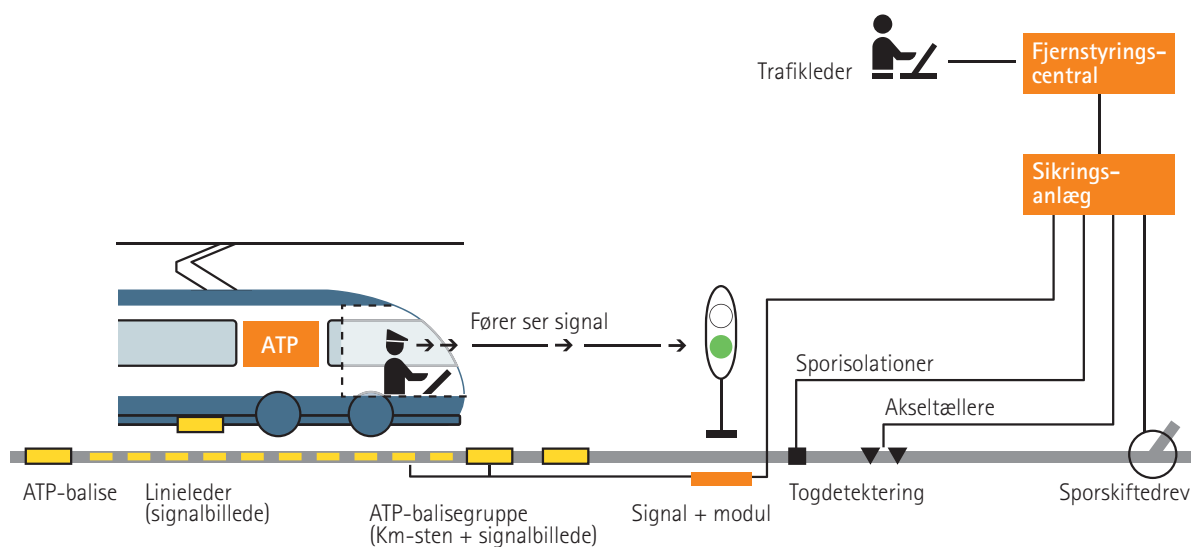
Dette eksemplificeres i nedenstående figur 8.1, hvor det ses, hvorledes kommunikationen i det traditionelle system foregår via baliser i sporet, der er forbundet med ledninger til sikringsanlæggene, mens det i det moderne signalsystem sker via et radiosystem. Derudover ses, at signaleringen i det traditionelle system sker via ydre signaler i sporet, mens informationerne i det moderne system sendes via radiosignaler til en signalvisning førerrummet.

For både fjernbanen og S-banen gælder, at de grundlæggende tekniske løsninger i hovedsagen er kendte. Imidlertid skal disse tekniske løsninger tilpasses det konkrete danske sporet og de nye trafikale regler, der udvikles som en del af Signalprogrammet. Således har hovedudfordringen været, at fastlægge den tekniske løsning på de forskellige strækninger ud fra det fastsatte kapacitetsbehov.

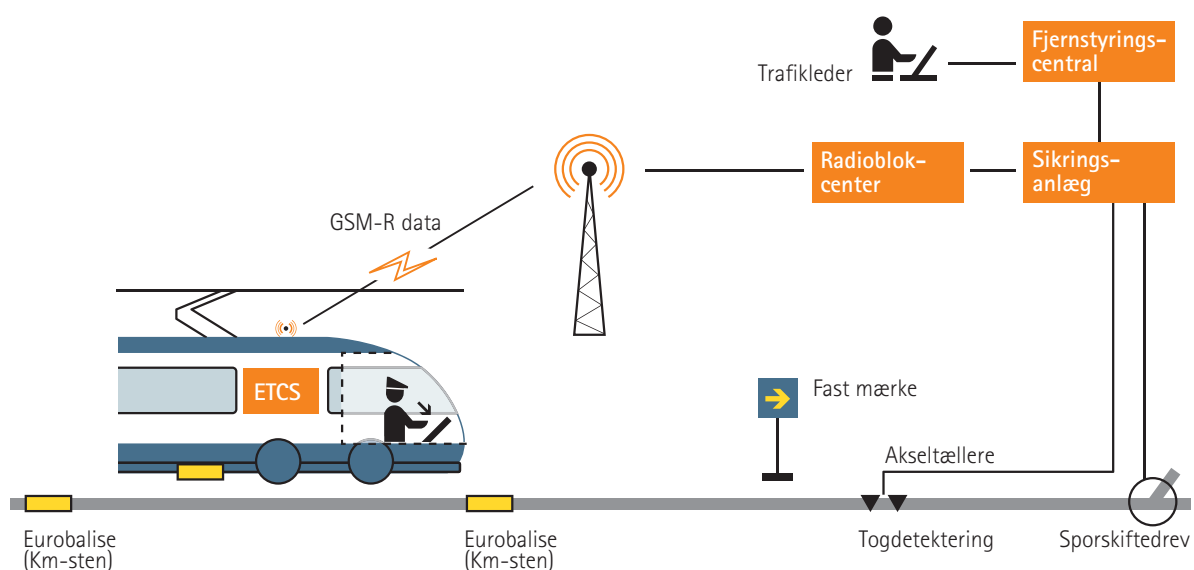
Figur 8.1

Sammenligning af traditionelt og moderne signalsystem (jernbanen).

Traditionelt signalsystem



Moderne signalsystem



Udgangspunktet for vurdering af kapacitetsniveauet har været den nuværende køreplan¹⁰. Fremgangsmåden for beregningen af kapacitetsbehovet har været, at spornettet er blevet inddelt i en række standardstrækninger. Derefter er der blevet udviklet en konkret teknisk løsning opdelt på komponentniveau for disse standardstrækninger. Dette er sket i en såkaldt signalsystemanalysemodel. På baggrund af modellen har det så kunne udledes, hvor mange af hver type komponent der skal anvendes på hhv. fjernbanen og S-banen.

For enkelte områder som f.eks. Københavns Hovedbanegård har det ikke været muligt at basere beregningen på en standardstrækning grundet den meget store kompleksitet. I sådanne tilfælde er der udarbejdet en konkret løsning på komponentniveau.

Endvidere er der en række elementer som f.eks. fjernstyringscentraler, hvor en række andre hensyn end strækningernes kompleksitet spiller ind. For disse elementer gælder, at udregningen af behovet på komponentniveau er baseret på konkrete tekniske løsninger. Der redegøres for baggrunden for de vigtigste af disse løsninger i afsnittet om hhv. fjernbanen og S-banen nedenfor.

Der er en række tværgående udgifter til projektstyring, økonomiopfølgning, risikostyring osv. Det forventede årsværksforbrug på denne type opgaver er fastsat ud fra erfaringer fra sammenlignelige projekter i ind- og udland.

Hertil kommer en række afledte udgifter som følge af den tekniske løsning. Disse omkostninger indbefatter uddannelse af togførerne til de nye signalsystemer, uddannelse af trafikstyringsmedarbejdere til de nye fjernstyringscentraler og uddannelse af tilsynsmedarbejdere, der skal følge op på de nye vedligeholdelseskontrakter osv. Der har været gennemført en selvstændig undersøgelse af disse behov, der har udmøntet sig i overslag over antal timer, der må forventes afsat til disse aktiviteter – inkl. timer til vikarer mens medarbejderne er på kursus.

Således specificerer den grundlæggende tekniske løsning ikke blot mængderne, der skal anvendes til anlægget af det nye signalsystem. Løsningen specificerer også, hvor mange timer der skal anvendes til tværgående og afledte aktiviteter som projektstyring eller uddannelse.

8.2.1 Prisfastsættelse af grundbudgettet

Som redegjort for i afsnit 5.3 og 6.3 er der opstillet en teknisk løsning opdelt på komponentniveau inkl. aktivitetsomfang af tværgående og afledte aktiviteter. I dette afsnit redegøres for metoden for prisfastsættelse af de enkelte komponenter.

Udgangspunktet for budgetteringen af omkostningen ved de forskellige scenarier er ny anlægsbudgettering (jf. boks 8.1). Et af hovedprincipperne i ny anlægsbudgettering

¹⁰ S-banens nuværende køreplan S07, den nuværende køreplan for fjernbanen, K08, udbygget med den mere ambitiøse køreplan, GTA08 (GTA = "Gode Tog til Alle").

er, at budgetteringen skal ske på baggrund af erfaringsbaserede priser for de forskellige komponenttyper. Hvis der ikke findes erfaringsbaserede priser eller der afviges herfra skal det ske på baggrund af en konkret og skriftlig begrundet vurdering af prisen for hver enkelt komponenttype. I forbindelse med Signalprogrammet er der således udarbejdet en investeringsrapport, hvor der argumenteres for prisfastsættelsen af hver enkelt komponenttype.

Udfordringen ved prisfastsættelsen af komponenterne på især fjernbanen har været, at der ikke findes mange internationale erfaringer med udrulning af ERTMS niveau 2 på net af samme kompleksitet som det danske. Der er således ikke et egentligt pris-katalog at trække på.

I stedet for har prisfastsættelsen taget udgangspunkt i fire typer af prisinformationer:

1. For det første har Banedanmark afholdt workshops med de store internationale leverandører af signalsystemer, der alle er blevet bedt om at komme med prisestimater for udrustning af standardstrækninger.
2. For det andet har Banedanmark haft kontakt til andre infrastrukturforvaltere, der har gennemført tilsvarende projekter (f.eks. det hollandske ProRail og det svenske Banverket).
3. For det tredje har Banedanmark anvendt international forskning i priser for sådanne projekter
4. For det fjerde har Banedanmark anvendt sin egen prisdatabase.

På baggrund af alle disse informationer har Banedanmark kunnet opstille intervaller for prisen for de forskellige komponenter. Imidlertid er forudsætningerne for de forskellige priser meget forskellige. Det ville således ikke være hensigtsmæssigt blot at tage medianen af disse intervaller. Derfor har Banedanmark for hvert enkel komponent vurderet de forskellige prisestimater i forhold til udformningen og kompleksiteten af det danske net. Det betyder, at prisestimatet i nogle tilfælde er lagt i den høje ende af intervallet, mens det i andre tilfælde er vurderet, at middelværdien ville være den mest korrekte. Dermed har Banedanmark kunnet opstille et priskatalog for de forskellige komponenttyper.

Ny anlægsbudgettering

Signalprogrammet er omfattet af de nye budgetteringsprincipper for anlægsprojekter på Transportministeriets område, som er specificeret i akt nr. 16 af 24. oktober 2006.

Hovedformålet med ny anlægsbudgettering er at opstille realistiske budgetter, hvor forudsætningerne for budgettet er dokumenteret, hvorved efterfølgende ændringer kan forklares. Således stiller ny anlægsbudgettering krav til såvel udformningen af beslutningsgrundlaget som den efterfølgende opfølgning på projektets gennemførelse. Dette vil igen lede til krav til den organisatoriske opbygning af projektorganisationen.

I forhold til de tidligere økonomistyringsmodeller indføres to nye instrumenter:

1. Ekstern kvalitetssikring
2. Erfaringsbaserede korrektionstillæg

Hensigten med disse instrumenter er at øge kvaliteten af beslutningsgrundlaget i forbindelse med både forprojekteringen (beslutningsniveau 1) og det endelige forslag (beslutningsniveau 2). Signalprogrammet er på beslutningsniveau 2.

Ekstern kvalitetssikring er en uafhængig vurdering af projektgrundlaget og budgetoverslaget, som bl.a. vurderer, om det økonomiske

grundlag, den trafikale og tekniske løsningsmodel og projektets organisering har en tilfredsstillende kvalitet. Hovedindholdet i kvalitetssikringerne på beslutningsniveau 1 og 2 er det samme, men der er lidt forskelligt fokus i de to faser. Resultaterne af den eksterne kvalitetssikring af Signalprogrammet er gennemgået i kapitel 10.

Erfaringsbaserede korrektioner tillægges det konsoliderede budgetoverslag, efter den eksterne kvalitetssikring er gennemført, for at opnå mere retvisende forventninger til de samlede udgifter. Korrektionstillægget udgør ifølge ny anlægsbudgettering 30 pct. af anlægsoverslaget for projekter på beslutningsniveau 2, hvoraf en tredjedel reserveres direkte til projektet. Tillæggets størrelse er baseret på erfaringerne med anlægsoverslag i denne fase i forhold til andre projekters endelige totaludgift. Anvendes reserven ikke, kan den prioriteres til andre projekter.

Ved udmøntning af reserven vil der være skærpede krav til dokumentationen, så forbruget kan sammenholdes med udgiftsposterne i budgetoverslaget. Det sikres dermed, at der altid er sporbarhed til tidligere budgetversioner.

Det er en forudsætning, at det indgår i kontrakterne, at leverandørerne er forpligtet til at afrapportere på en måde, således at der er sporbarhed i budgetterne igennem hele projektets anlægsfase.

8.3 Trafikale konsekvenser i udrulningsperioden

I dette afsnit gennemgås den trafikale påvirkning af den almindelige togdrift, når signalsystemet rulles ud. Endvidere berøres projektets relation til andre projekter.

8.3.1 Generelle trafikale konsekvenser

Det er en forudsætning på både fjernbanen og S-banen, at Signalprogrammet kan få adgang til de nødvendige sporspæringer i de forudsatte tidsrum.

Det vurderes imidlertid ikke at udgøre et stort problem, idet udrulningen af signalsystemet ikke vil kræve sporspæringer i samme omfang, som det er kendt fra f.eks. de store sporarbejder. Det skyldes, at det kun er en mindre del af komponenterne i signalsystemet, som skal installeres langs sporet¹¹.

Boks 8.1

Ny anlægsbudgettering.

¹¹ Eksempler på anlæg, der skal installeres i sporene, er sporskiftedrev og togdetekteringsanlæg. Typisk vil det være forholdsvis ukompliceret at installere et enkelt af disse anlæg. Eksempelvis kan et sporskiftedrev normalt skiftes af ét sjak på én nat. Opstår der problemer under udsiftningen af et sporskiftedrev, kan driften ofte alligevel opretholdes dagen efter, hvis drevet låses.

Når det nye signalsystem skal ibrugtages på en strækning, vil det dog være nødvendigt med totalspærring af sporet i op til en uge af gangen. Generelt vil ibrugtagningen dog blive forsøgt begrænset til weekender og helligdage.

Generelt vil arbejdet langs sporet blive planlagt som natarbejde, men med anvendelse af sporspærringer i sene aftentimer og tidlige morgentimer. Dermed vil anvendelsen af sporspærringer og erstatningsbusser kunne begrænses til perioder med få passagerer samtidig med, at de enkelte arbejdssjak kan arbejde effektivt en fuld "arbejdsdag" natten over, hvilket er centralt for at sikre en effektiv arbejdstilrettelæggelse.

Det skal bemærkes, at der i den første normale driftsperiode med det nye signalsystem vil der være en øget risiko for fejl, der kan give regularitetsproblemer. Det vil i denne fase løbende blive vurderet, hvordan generne for passagererne i tilfælde af fejl kan begrænses.

Det bemærkes, at organiseringen af arbejdet vil afhænge af den valgte leverandør. De endelige udrulningsplaner skal aftales mellem leverandørerne, Trafikstyrelsen, togoperatørerne og Banedanmark.

8.3.2 Sammenligning af fejl ved det nuværende og det nye signalsystem

Det nuværende signalsystem er karakteriseret ved, at det medfører mange, lokale fejl, der er tilbagevendende, idet det grundlæggende problem ikke kan løses eller findes. Fejlene kan ofte henføres til anlæggets høje alder og det faktum, at der er mange anlæg i sporet. Efterhånden som signalanlæggets alder stiger, vil fejlene blive mere omfattende og kan på sigt tage form af egentlige nedbrud, der afbryder trafikken på også centrale strækninger i en længere periode. Dette vil betyde, at togenes rettidighed løbende vil blive forværret.

Med det nye system vil antallet af fejl falde markant, hvorfor togenes rettidighed vil kunne forbedres i forhold til i dag. For at opnå denne forbedring af regulariteten forudsættes imidlertid, at det nye system baseres på et mere centraliseret, computerbaseret system. Det betyder, at nogle typer af fejl, vil kunne påvirke et større område. Endvidere må det forventes, at det i starten typisk vil tage længere tid at løse

Tabel 8.1

Sammenligning af fejltyper ved det nuværende og nye system.

Sammenligning af fejltyper ved det nuværende og nye system			
	Antal	Omfang	Årsag
Nuværende system	Mange	Lokale og tilbagevendende	Alder Komponenter i sporet
Nyt system under implementering og første år i drift	Middel	Muligvis store, men elimineres	"Børnesygdomme"
Nyt system i drift efterfølgende	Meget få	Små til middel	Alm. driftsproblemer

problemet, fordi at det er første gang fejlen optræder. Af samme grund er der afsat meget tid til at foretage test af computersystemerne på afprøvningsstrækninger, således at antallet af fejl kan reduceres inden det samlede system sættes i drift. De nye fejltyper vil imidlertid også være kendetegnet ved, at når de først er identificeret og løst, så vil de sjældent vende tilbage. Dette er en udvikling, der kendes fra den københavnske metro, hvor der i starten var mange og meget markante fejl, mens metroen i dag har en meget høj driftsstabilitet. Ovenstående opsummeres i tabel 8.1.

8.3.3 Relationer til andre projekter

Signalprogrammets tidsplan vil være afgørende for gennemførelsen af en række andre projekter. Det skyldes, at det vil være forbundet med markante ekstraudgifter, hvis der først investeres i at udstyre nye baner med traditionelt signalanlæg for kort derefter at udskifte det med den nye signalteknologi.

Samtidig må nye projekter baseres på den teknologi, som etableres i forbindelse med Signalprojektet, idet der ellers er en markant risiko for, at det samlede systems funktionsevne reduceres, idet antallet af grænseflader stiger. Samtidig må det forventes at være dyrt med flere forskellige signalteknologier på det danske net.

Regeringen (Venstre og Det Konservative Folkeparti), Socialdemokraterne, Socialistisk Folkeparti og Det Radikale Venstre har indgået en politisk aftale om at etablere en fast forbindelse over Femern Bælt. Det er målet, at forbindelsen åbner for trafik i 2018 Tidsplanen for såvel scenariet med afslutning i 2020 som i 2021 på fjernbanen er afstemt med tidsplanen for Femern Bælt. Det skal dog bemærkes, at der i sagens natur vil være kortere tid hertil i scenariet med afslutning i 2021 end i scenariet med afslutning i 2020.

Øvrige fremtidige projekter, der måtte blive besluttet, eksempelvis anlæg af et nyt spor til Ringsted, indgår ikke i Signalprogrammets planlægning og budget. Det vil imidlertid være muligt at koordinere disse projekter med Signalprojektets, således at der kan opnås synergigevinster mellem projekterne, hvorved udgiften til evt. nye projekter bliver mindre end hvis de gennemføres ukoordineret i forhold til Signalprojektet.

8.4 Den tekniske løsning på fjernbanen

I dette afsnit gennemgås den tekniske løsning på fjernbanen. Det bemærkes, at idet der vil blive tale om et funktionsudbud, kan den konkrete tekniske løsning, der vælges, variere i forhold til den nedenfor beskrevne løsning. Det vurderes dog, at den nedenfor beskrevne løsning er en repræsentativ løsning.

8.4.1 Beskrivelse af den tekniske løsning på fjernbanen

Udgangspunktet for en totaludskiftning vil være, at alle Banedanmarks nuværende 405 sikrings- og strækingsanlæg udskiftes. Banedanmarks beregningstekniske løsning baserer sig på en centralisering af sikringsanlæggene, således at der fremover

kun vil være omkring 20 hovedsikringsanlæg. Mellem hovedsikringsanlæggene og sporskiftedrevne vil der være ca. 750-800 satellit-sikringsanlæg (nogle leverandører vil evt. vælge en mere decentral løsning med mellemstore sikringsanlæg).

En af de store ændringer med ERTMS niveau 2 er, at kommunikationen mellem toget, udstyret langs skinnerne og de centrale sikringsanlæg fremover sker via radiosignaler, som lokomotivføreren modtager i førerrummet på en skærm.

Det betyder, at der skal etableres et radiosystem, som kan håndtere overførelsen af data mellem togene og de centrale sikringsanlæg. Der er allerede med Aftale om trafik for 2007 afsat midler til at Banedanmark kan anlægge et nyt talebaseret radiosystem. Imidlertid medfører indførelsen af ERTMS niveau 2, at dette radiosystem skal udbygges med en datadel. Således forventes det at antallet af radiomaster, der skal opstilles, bliver fordoblet – svarende til at der skal opstilles 288 flere master.

For at kunne oversætte data mellem radiosignalerne og sikringsanlæggene vil det endvidere være nødvendigt at etablere såkaldte radioblokcentre, som så at sige er en oversættelsesenhed mellem radiosignalet og sikringsanlægget. Der skal anvendes ca. 36 radioblokcentre.

Samtidig skal der etableres såkaldte passive baliser i sporet, der fastlægger, hvor toget er på banen. Baliserne er således en slags elektroniske kilometermærker. Endvidere skal der installeres akseltællere for hvert blokafsnit til togdetektering (blokafsnittet er frit/besat) – svarende til de nuværende sporisolationer. Det vurderes, at der skal installeres i størrelsesordenen 3.000 baliser og 5.500 akseltællere.

Figur 8.2

Eksempel på nuværende og kommende førerrum.

Foto til venstre: Eksisterende ATC

Foto til højre: ETCS

Idet informationen til lokomotivføreren fremover skal gives via en skærm i toget, betyder indførelsen af ERTMS, at udstyr i togets førerbord skal udskiftes. Nedenfor ses et eksempel på de nuværende førerborde og de kommende førerborde. Overgangen til ERTMS niveau 2 betyder, at der skal udskiftes udstyr i ca. 450-500 tog.

Foto: Banedanmark hhv. SBB

"INDRE SIGNALER" I
FØRERRUMSBORDET



Antal komponenter for udvalgte komponentgrupper	
Komponent	Antal
Sporskifter	1978 stk.
Kabelrender	2944 km
ETCS Faste mærker	6294 stk.
Passive baliser	3023 stk.
Togdetekterings udstyr	5562 stk.
Overkørsel, lav kompleksitet	132 stk.
Overkørsel, mellem kompleksitet	190 stk.
Overkørsel, høj kompleksitet	143 stk.
Traktorvejssignal	152 stk.
Passager informations system	82 stk.
Radio Blok Center	36 stk.
Sikringsanlæg	19 stk.
Decentralt sikringsanlæg	788 stk.
Bygning for elektronisk sikringsanlæg	19 stk.
Bygning for op til 5 decentrale sikringsanlæg	580 stk.
Bygnings for mere end 5 decentrale sikringsanlæg	5 stk.

Table 8.2

Antal komponenter for udvalgte komponentgrupper.

Som det vil fremgå af afsnittet om udbudsstrategi, lægges der i udbudsstrategien op til, at det er operatørerne, der får ansvaret for at udstyre togene med det nye tog-kontrolsystem, da de har det sikkerhedsmæssige ansvar for implementeringen, men Banedanmark vil udbyde en samlet rammekontrakt, således at alle operatører kan få fordel af stordriftsfordelene herved. Dette vil blive afklaret endeligt i næste fase af projektet.

Indførelse af det nye signalsystem vil samtidig betyde, at de nuværende sporskiftedrev, der bevæger sporskifterne, skal udskiftes. Det betyder, at der skal opsættes ca. 2.000 nye sporskiftedrev.

Endelig baserer Banedanmarks tekniske løsning sig på, at antallet af fjernstyringscentraler reduceres fra de nuværende 13 til 2, der placeres i hhv. Øst- og Vestdanmark. Det vil således være nødvendigt at opføre to helt nye fjernstyringscentraler inkl. bygninger til at huse dem.

Ud over ovenstående vil der skulle opføres en lang række nye bygninger og hytter til de nye sikringsanlæg mv. Således vurderes det, at der skal anlægges 8.000 – 9.000 km² nye bygninger samt opstilles ca. 600 hytter. Endvidere vil der skulle trækkes ca. 3.000 km kabler for at forbinde alle systemer.

Derudover vil der som følge af indførelsen af det nye signalsystem skulle udvikles helt nye trafikale regler, hvilket i sig selv vil være en meget omfattende opgave.

Ud over de konkrete anlæg vil der være udgifter til at specificere de tekniske løsninger, styre projektet, etablere anlæggene i marken, udruste de nye tog, uddanne både lokomotivførere, trafikstyringsmedarbejdere, sikringsansvarlige i Banedanmark osv. Samlet set vurderes det, at der vil blive anvendt mere end 2 mio. timer i Signalprojektets organisation. Derudover vil leverandørerne anvende langt flere timer.

I tabel 8.2 ses en oversigt over det forventede antal af komponenter. Det bemærkes, at der i sagens natur knytter sig usikkerhed til disse overslag.

8.4.2 Anvendelse af ERTMS niveau 1

Som nævnt indledningsvist har en af opgaverne for Signalprogrammet været at eftertervise, at ERTMS niveau 2 er den mest hensigtsmæssige standard for fjernbanen.

Fremgangsmåden har været at sammenligne signalfornyelse på basis af ERTMS niveau 2 (hovedforslaget) og ERTMS niveau 1 (alternativ). Sammenligningen bestyrker konklusionen om, at ERTMS niveau 1 ikke er den bedste løsning ved en totaludskiftning af signalsystemet.

Som tidligere nævnt er hovedforskellen mellem ERTMS niveau 1 og ERTMS niveau 2, at i niveau 2 fjernes de ydre signaler. Det vil sige, at der vil være langt færre sporbundne anlæg ved en løsning baseret på ERTMS niveau 2 end niveau 1. Det betyder, at både anlægsprisen og prisen for den løbende fornyelse og vedligeholdelse vil være billigere med en ERTMS niveau 2 løsning end en ERTMS niveau 1 løsning. Signalprogrammets beregning viser, at meromkostningen til anlæg vil være ca. 1.950 mio. kr., hvis dette baseres på ERTMS niveau 1.

Derudover vil en udrulning af ERTMS niveau 1 give behov for flere og længere arbejder i sporet grundet de flere sporbundne komponenter. Det betyder flere sporspæringer til gene for passagerne samtidig med at udrulningsperioden forlænges.

Endvidere knytter der sig de samme modenhedsproblematikker til ERTMS niveau 1 som til ERTMS niveau 2. På trods af at der er mere international erfaring med ERTMS niveau 1 end med ERTMS niveau 2, er det ikke nødvendigvis enklere at indføre ERTMS niveau 1. ERTMS niveau 1 kræver bibeholdelse af de ydre signaler, der er unikke for hvert enkelt land, og derfor varierer de enkelte landes ERTMS niveau 1 løsninger meget.

Sammenligning af ERTMS niveau 1 og 2		
ERTMS niveau 1 i forhold til ERTMS niveau 2	Strategianalysen fra 2006	Signalprogrammet
Regularitetsforbedring	-1,4 % (0,7% mod 2,1%)	-1,4 %
Anlægspris	+500 mio. kr.	+1.950 mio. kr.
Anlægstid	Ikke undersøgt	Anslået +50-100 %
Påvirkning af drift under installation	Ikke undersøgt	Væsentlig forøget
Drift og vedligeholdelsespris	Højere	Anslået +10 %
Dækning af sporspæringer	Ikke undersøgt	Højere pris (samme niveau som for dagens ATC)

Tabel 8.3

Sammenligning af ERTMS niveau 1 og 2.

Endelig medfører implementeringen af ERTMS niveau 2 større kapacitet på store dele af nettet, hvilket betyder, at regulariteten kan forbedres mere end ved en løsning baseret på ERTMS niveau 1. Konkret viser Signalprogrammets analyse, at der kan opnås en bedre kanalregularitet på 1,4 procentpoint ved anvendelse af ERTMS niveau 2 i forhold til ERTMS niveau 1.

Konklusioner fra Booz|Allen|Hamiltons strategianalyse fra 2006 sammenholdt med resultaterne for Signalprogrammets behandling af ERTMS 1 er opsummeret i tabel 8.3.

Der kan således ikke opstilles et scenarium for udrulning på fjernbanen af en løsning baseret på ERTMS niveau 1, der er billigere end et scenarium baseret på ERTMS niveau 2, eller som opnår de samme fordele som ved ERTMS niveau 2. Anbefalingen fra Booz|Allen|Hamilton er hermed underbygget.

8.4.3 Anvendelse af ERTMS regional

Det er endvidere blevet undersøgt, om det ville være hensigtsmæssigt at basere den tekniske løsning på anvendelse af ERTMS-regional på de mindre trafikerede strækninger.

ERTMS-regional udnytter, at der på regionale strækninger ikke er behov for alle de funktioner, som de øvrige niveauer af ERTMS kan tilbyde. Det skyldes blandt andet, at stationerne på regionalbanerne er mere simple end på hovedstrækningerne. Således kan hele strækninger håndteres af én computer, som udfører funktionerne for både sikringsanlæg, radioblokcentre samt stå for forbindelsen til fjernstyringen.

ERTMS-regional er imidlertid stadig på et tidligt udviklingsstadium og er endnu ikke i drift eller en vedtaget international standard. Sverige har indgået en kontrakt om ud-

vikling af et ERTMS-regional produkt med én leverandør. Den første pilotstrækning i Sverige forventes i drift 2009 eller 2010.

Det har på den baggrund været overvejet, om Danmark skulle deltage i udviklingen af ERTMS-regional for at opnå de potentielle besparelser. Der har imidlertid ikke kunnet vises at det samlet set vil være økonomisk hensigtsmæssigt at afholde de tilhørende udviklingsomkostninger.

Derfor baseres Signalprogrammets tekniske løsning på, at der rulles ERTMS niveau 2 ud på alle strækninger. Imidlertid vil muligheden for i stedet at anvende ERTMS-regional blive inkluderet i kontrakterne som en option. Hvis ERTMS-regional således viser sig modnet inden udrulning på de relevante strækninger, vil valget af ERTMS niveau 2 blive revurderet

8.4.4 Fastlæggelse af standarder for ERTMS

Et af hovedelementerne i ERTMS er en standardisering af, hvordan togkontrolsystemet, sikringsanlægget osv. skal reagere, når systemerne modtager en bestemt besked. Således skal der f.eks. fastlægges en standard for, hvorledes et tog skal bremse, når det modtager et signal om, at toget nærmer sig en overkørsel (mellem vej og bane).

Det er denne specificering, der gør, at de forskellige leverandører af signaludstyr til tog og langs sporet kan udvikle forskellige produkter, samtidig med at produkter fra forskellige leverandører kan tale sammen. Standardisering gør således at informationerne om, hvor toget starter, kører og bremser er ens.

Det er vigtigt ikke at forveksle standardisering med spørgsmålet om ERTMS niveau 1 eller niveau 2. ERTMS niveau 1 og 2 handler i grove træk om systemet baseres på ydre signaler eller ej. Således er ERTMS niveau 1 i hovedsagen en overbygning på det eksisterende anlæg, hvor de ydre signaler og de eksisterende sikringsanlæg bevares. Denne løsning vil typisk blive valgt, hvis de eksisterende sikringsanlæg er nyt. Derimod er ERTMS niveau 2 et helt nyt system, der typisk vil blive valgt, hvis de eksisterende sikringsanlæg er udskiftningsmodne – som det danske – eller på helt nye baner. Derimod handler de underliggende tekniske standarder om en række funktioner, der er uafhængig af, om der vælges niveau 1 eller niveau 2 – f.eks. hvilken bremsekurve som togkontrolsystemet skal baseres på.

På nuværende tidspunkt er den gældende standard for ERTMS den såkaldte SRS 2.3.0 standard. På baggrund af denne standard er der udrullet ERTMS niveau 2 på strækninger i flere europæiske lande, f.eks. Schweiz og Holland. Standarden er uafhængig af, om der vælges ERTMS niveau 1 eller niveau 2.

Imidlertid fastlægger den nuværende standard 2.3.0 ikke en løsning for en række forhold, der vil blive aktuelle ved etablering af ERTMS på fjernbanen. Det drejer sig f.eks. om håndtering af overkørsler og indkørsel på komplekse stationer som f.eks. Københavns Hovedbanegård. Hvis disse standarder ikke fastlægges inden løsningen til det danske net specificeres, vil der være nødvendigt at baserer løsningerne, der

ikke specificeres i den nuværende standard 2.3.0, på specifikationer, som Banedanmark selv udarbejder. Dermed er der en risiko for, at det efterfølgende vil være nødvendigt at opdatere disse løsninger, hvis de europæiske specifikationer ikke kommer til at svare til de danske specifikationer.

Ovenstående er et erkendt problem for en række europæiske lande (herunder Sverige, England og Tyskland), hvorfor Kommissionen arbejder på at få opdateret den nuværende standard, således at bl.a. de danske behov kan imødekommes. De opdaterede standarder kaldes samlet SRS 3.0.0 Den europæiske tidsplan for fastlæggelse og afprøvning af de nye standarder betyder, at der skal kunne tilbydes produkter baseret på SRS 3.0.0 i løbet af 2013. Tidsplanen for totaludskiftningen på fjernbanen er afstemt hermed.

For at sikre at denne tidsplan holdes, deltager Danmark aktivt i arbejdet med at fastlægge standarden. Det er således Banedanmarks forventning, at standarden vil være klar som forudsat og de relevante leverandører bekræfter, at de i henhold hertil vil kunne levere produkter baseret på SRS 3.0.0 specifikationerne.

Imidlertid knytter der sig altid en vis usikkerhed til sådanne tidsplaner. Derfor har Banedanmark foretaget et estimat for omkostninger til at opdatere det danske net til SRS 3.0.0, hvis denne først fastlægges, når signalsystemet er fuldt udrullet på hele fjernbanen (dette vil dog være meget usandsynligt). Analysen viser, at det i værste fald vil koste ca. 300 mio. kr. at opdatere systemet. Risikoen udgør således en meget lille del af den samlede anlægsudgift for fjernbanen (ca. 2 pct.).

Budgettet er baseret på, at standarden bliver udviklet. Risikoen for, at standarden ikke bliver udviklet, indgår i den samlede risikovurdering af de forskellige scenarier. Jo senere udrulningen afsluttes, des mindre risiko for at standarden ikke er udviklet.

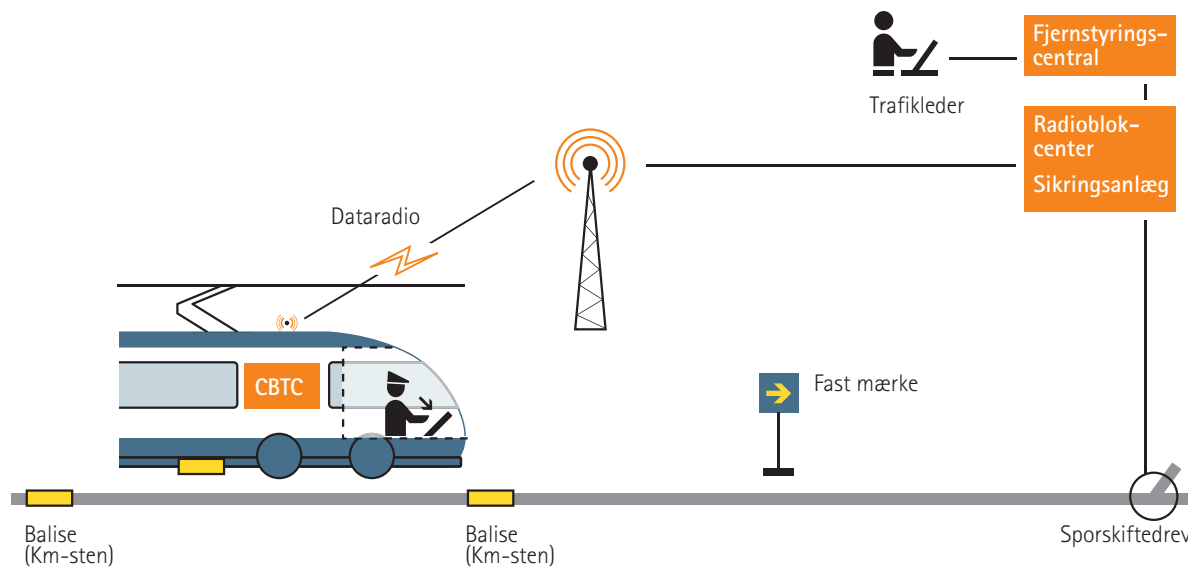
Banedanmark vil give en status på standardiseringsarbejdet – herunder en vurdering af om det fortsat er realistisk at standarden vil være klar - inden projektets to milepæle nås (udsendelse af udbudsmaterialet og kontraktindgåelse).

8.5 Den tekniske løsning på S-banen

På S-banen er der ikke krav om at anvende ERTMS-standard, idet S-togsnettet ikke er en del af det europæiske net, men et selvstændigt lukket system.

Det giver en række fordele i forhold til at kunne lade leverandøren anvende løsninger, der allerede er i drift andre steder i verden. Således vil der kun blive udbudt én kontrakt på S-banen, der vil omfatte hele signalsystemet (dvs. både anlægget langs sporet, i togene og de store sikringsanlæg samt fjernstyringscentralen).

Ved valget af leverandør vil der blive lagt særlig vægt på, at den tekniske løsning er baseret på et system, der allerede er i drift på andre bybaner, og at disse bybaner minder om S-banen i forhold til trafiktæthed og strækningshastighed.



Figur 8.3
Princip i flydende bloksystem

Ligesom på fjernbanen forventes det nye signalsystem på S-banen at blive baseret på radiokommunikation og signalgivning via en skærm i førerrummet (jf. figur 8.2 ovenfor).

Endvidere forventes det nye signalsystem på S-banen at blive baseret på såkaldte flydende blokke (jf. figur 8.3). Flydende blokke betyder, at der opsættes en række positionsmarkører (ca. 2.500 stk.) langs sporet, som sammen med udstyr på toget kan positionsbestemme togene meget præcist. Via radiosignaler kommunikerer togenes position i forhold til hinanden hele tiden til togkontrolsystemet. Togkontrolsystemet overvåger så, at togene ikke kører for tæt på hinanden. På den måde udnyttes strækningen optimalt, idet S-togene kører med den mindst mulige afstand.

Der vil endvidere blive anlagt en række faste blokafsnit omkring stationerne baseret på akseltællere. Det skyldes primært, at et sådant system vil gøre det muligt i særlige tilfælde at håndtere rullende materiel uden ombordsudrustning, eller materiel der har fejl på ombordsudrustningen. Endvidere giver de faste blokke en forbedret performance ved omstilling af sporskifter. Særligt materiel der ikke er udrustet med det nødvendige togkontrolsystem (f.eks. arbejdskøretøjer, der normalt ikke kører på S-banen), vil dermed alligevel kunne køre på strækningen. Der vil dog være tale om en halvering af antallet af faste blokafsnit i forhold til det nuværende system.

Der vil blive opsat et mindre antal centrale sikringsanlæg (omkring 4 stk. mod i dag ca. 70 stk.), ligesom alle sporskiftedrev vil blive udskiftet (omkring 500 stk.).

Et særligt karakteristika ved det nye signalsystem på S-banen er, at driften af S-togene vil blive semi-automatisk. Det vil sige, at kørslen mellem stationerne sker automatisk,

Udgifter til ikke-automatisk og semiautomatisk togkontrol		
	Ikke-automatisk togkontrol	Semiautomatisk togkontrol
Merudgift ved installation ifm. Signalprogrammet i forhold til et ikke-automatisk system	-	30 mio. kr.
Udgift ved senere opgradering af signalsystemet til førerløse tog ¹	300 mio. kr.	Marginalt

Tabel 8.4

Udgifter til ikke-automatisk og semiautomatisk togkontrol.

Note 1: Heri er ikke medregnet udgifter til togkontrolanlæggene i togene, således dækker de 300 mio. kr. kun de ekstraudgifter, der er i forbindelse med indførelse af fuldautomatisk drift i forhold til signalsystemet.

mens det vil være S-togsførerens opgave at starte toget ved stationerne samt lukke dørene. Semi-automatisk drift giver en hurtigere trafikafvikling, idet toget kan køre tættere på den optimale hastighed, hvilket vil være til fordel for regulariteten.

Ud over de ovenstående fordele er en central fordel ved semi-automatisk drift, at det nye signalsystem vil være forberedt til en evt. senere beslutning om fuldautomatisk drift (førerløse S-tog) – svarende til systemet på Københavns metro. Der vil således kunne opnås en besparelse på netto ca. 270 mio. kr. ved en senere opgradering til fuldautomatisk drift i forhold til, hvis det nye signalsystem blev baseret på ikke-automatisk drift. Det betyder dog, at der er afsat 30 mio. kr. mere i budgettet i forhold til et system baseret på ikke-automatisk drift (jf. tabel 8.4).

Det skal dog bemærkes, at hovedudgiften ved overgang til førerløs drift vil være tilpas-ningen af infrastrukturen (afskærmning af banen, etablering af sikkerhedssystemer, opsætning af kameraer, tilpasning af tog osv.).

9 Uddybning af udbudsstrategi

9.1 Resumé

I dette afsnit beskrives den overordnede udbuds- og kontraktstrategi for Signalprogrammet. De overordnede udbuds- og kontraktmæssige principper er ens på fjernbanen og S-banen, men de udbudte kontrakter vil have en forskellig struktur.

Udbudsstrategien er et helt centralt element i at reducere såvel risici som omkostninger, idet grundlaget for samarbejdet mellem Banedanmark og leverandørerne fastlægges på dette tidspunkt.

9.2 Overordnede målsætninger

Udbuds- og kontraktstrategien er baseret på tre overordnede målsætninger:

- *Mest værdi for pengene.* Tilbuddene vil blive vurderet ud fra, om de er det mest fordelagtige ud fra en livscyklus-betragtning – dvs. om tilbuddet set over anlæggets samlede levetid leverer den billigste løsning, der opfylder de forudsatte funktionskrav. Dette sikres blandt andet ved at udbyde store kontrakter, som giver leverandørerne mulighed for at udnytte stordriftsfordele.
- *Risikoreduktion.* Udbuds- og kontraktstrategien skal medvirke til at reducere en række risici, og visse risici er endvidere direkte knyttet til udbuds- og kontraktstrategien (f.eks. risikoen for krav fra leverandøren efter kontraktindgåelse).
- *Fastholde konkurrence på markedet.* Afhængigheden af enkelte leverandører og teknologier efter indgåelse af kontrakterne søges begrænset.

I forbindelse med udformningen af udbudsmaterialet og ved kontraktindgåelse vil der blive anvendt ekstern juridisk bistand med erfaring fra lignende udbud. Derudover vil der blive anvendt juridisk assistance i forbindelse med f.eks. følgende aktiviteter:

- Håndtering af krav om ekstrabetalinger fra leverandører ("claims")
- Ændringer og tillæg til de eksisterende kontrakter.

9.3 Funktionsudbud

Udbuddet vil blive udformet som et funktionsudbud. Det vil sige, at Banedanmark udarbejder en specifikation af kravene til de nye signalsystemers funktionalitet. Herefter står det hver leverandør frit i tilbuddet at angive konkrete tekniske løsninger i forhold til design, komponenter og metoder, så længe den funktionelle kravspecifikation er opfyldt. Dermed gives leverandøren de optimale muligheder for at opnå stordriftsfordele og anvende allerede indhøstet erfaring med specifikke løsninger.

Det er således afgørende, at de funktionelle krav er meget præcise, idet der ellers er stor risiko for, at der i forbindelse med fastlæggelse af de præcise tekniske løsninger vil opstå uenighed om, hvad der er forudsat, hvilket kan lede til forsinkelser og fordyrelser af projektet. Det må således frarådes at forcere udarbejdelsen af de funktionelle specifikationer og den efterfølgende designfase

9.4 Udbudsproces

Det juridiske grundlag for udbudsproceduren vil være udbud med forhandling, der er den mest fleksible procedure, som Banedanmark kan anvende ifølge EU-lovgivningen. Udbud med forhandling indebærer, at Banedanmark kan forhandle med tilbudsgiverne under udbudsproceduren.

Et antal mulige leverandører vil blive prækvalificeret til at indgå i et tæt dialogbaseret forløb om afgivelse af endelige tilbud. Forhandlingerne med leverandørerne er et væsentligt element i udbudsproceduren.

Som en del af forhandlingsforløbet er det hensigten, at de prækvalificerede leverandører skal deltage i videreudviklingen af den kravspecifikation, som de endelige tilbud skal baseres på. Tekniske og økonomiske spørgsmål vedrørende de enkelte funktionskrav kan afklares i denne fase. Banedanmark kan endvidere indhente informationer om den seneste teknologiske udvikling og opnå et nærmere kendskab til leverandørernes kapacitet i forhold til at opfylde Signalprogrammets målsætninger.

Nogle kontrakter vil blive indgået inden for rammeaftaler. Rammeaftaler er ikke kontrakter om konkrete leverancer, men aftaler der specificerer vilkårene for efterfølgende indgåelse af kontrakter for konkrete produkter og ydelser. Denne fremgangsmåde anvendes fx af Statens og Kommunernes Indkøbsservice (SKI). Se også faktaboks 9.1 om Best Practice

Rammeaftaler vil give Banedanmark en større fleksibilitet i forbindelse med indgåelse af fremtidige kontrakter på signalområdet. Hvis en leverandør f.eks. ikke præsterer tilfredsstillende, giver rammeaftaler med flere leverandører mulighed for hurtigere at udskifte leverandøren med en anden leverandør, idet den anden leverandør allerede leverer en tilsvarende ydelse til en anden del af Signalprogrammet. Der vil desuden i et vist omfang være mulighed for at konkurrenceudsætte fremtidige tillægsydelser mellem de udvalgte leverandører.

Faktaboks 9.1

Faktaboks om Best Practice i IT-projekter.

Faktaboks om Best Practice i IT-projekter

IT- og Telestyrelsen er ansvarlig for på statens vegne at udvikle og vedligeholde en række standarder og beskrivelser, der samlet set udtrykker Best Practice indenfor IT-projekter. I grundlaget for Signalprojektet indarbejdes disse Best Practices (jf. nedenfor), ligesom Banedanmark løbende holder sig orienteret om udviklingen i Best Practice i forhold til styring af IT-projekter.

Best Practice	Signalprogrammet
Begrænse fastlåsning til enkelte leverandører.	Flere leverandører til Fjernbanen. Banedanmark bliver ejer af grænseflader fra signalsystemer til fjernstyring og kontrollerede objekter.
Fastholde konkurrence gennem systemers levetid.	Kontrakt for fjernbanen åbner for konkurrence om fremtidige leverancer.
Sikre leverandørs modenhed.	Modenhed undersøges grundigt ved prækvalifikation.
Vurdering af anskaffelse ud fra totalomkostninger til anskaffelse, drift og vedligeholdelse.	Tilbudte priser evalueres ud fra en livscyklusbetragtning.
Aftaler er dynamiske og indeholder ændringshåndtering, der kan håndtere udvikling i behov og teknologi.	Ændringshåndtering, der er forberedt til håndtering af både forudsigelige og uforudsigelige ændringsbehov; med på forhånd fastlagte prismekanismer.

9.5 Udvælgelses- og tildelingskriterier

Leverandører, der ønsker at afgive tilbud, skal først prækvalificeres på baggrund af konkrete udvælgelseskriterier, herunder en vurdering af leverandørernes finansielle robusthed og deres tekniske kompetencer. I prækvalifikationen vurderes det reelt om leverandøren overhovedet er i stand til at løfte opgaven, typisk ud fra eksisterende referencer og kompetencer.

I et projekt af Signalprogrammets størrelse er det en reel risiko, at en leverandør vil afgive et lavt tilbud for at vinde opgaven, hvorefter at leverandørens gevinst forsøges hentet hjem ved at stille tvivlsspørgsmål ved kontraktgrundlaget osv. Således er vurderingskriterierne og analysen af leverandørens tilbud af væsentlig betydning for at undgå sådanne situationer.

Derfor vil tildelingen af de endelige kontrakter tage afsæt i de tre ovenfor nævnte overordnede målsætninger for udbuds- og kontraktstrategien, dvs. de økonomisk mest fordelagtige tilbud under hensyn til opfyldelse af de forretningsmæssige mål inden for den ønskede tidsramme, risikominimering og muligheden for at opretholde konkurrence på markedet efter indgåelse af kontrakterne. Økonomien vurderes ud fra en livscyklus betragtning, hvor der medregnes udgifter til anlæg, vedligeholdelse, drift og efterfølgende tilpasninger af signalsystemet.

9.6 Kontrakttyper

For at sikre, at leverandørerne ikke baserer deres tilbud på produkter, der er billige at anlægge, men efterfølgende viser sig at være dyre at vedligeholde og/eller indeholder mange børnesygdomme, der skal rettes, når anlægget er i drift, forventes hovedkontrakterne på signalsystemet at blive indgået som såkaldte Design Build Maintain (DBM) kontrakter.

I DBM-kontrakter er leverandøren ansvarlig for at designe og opføre anlæggene samt for at vedligeholde dem i en nærmere angivet periode, efter de er installeret. Bane-danmark vil fortsat være ansvarlig for driften (trafikstyring).

Der opnås en række fordele ved at inkludere vedligeholdelse i Signalprogrammets kontrakter:

- Leverandørerne får et incitament til at bidrage til realisering af de forudsætninger om livscyklusomkostningerne, som lå til grund for kontraktindgåelsen, hvor livscyklusomkostningerne udgør et centralt tildelingskriterium. Leverandørerne får dermed et incitament til at designe og installere et system, som er nemt og omkostningseffektivt at vedligeholde.
- Det vil være tydeligere, hvem der har ansvaret for at rette fejl og mangler. Leverandørerne får et klart ansvar for, at systemet driftsmæssigt fungerer optimalt, herunder at løse de problemer, der typisk først erkendes i den tidlige driftsperiode. Risikoen for merudgifter som følge af et mangelfuldt design eller installation bæres dermed i højere grad af leverandøren.

Samlet set reduceres Banedanmarks finansielle risiko betydeligt ved at inkludere vedligehold i kontrakterne.

Betaling for vedligeholdelse vil kontraktmæssigt blive knyttet til signalsystemets funktionsevne angivet ved såkaldte Key Performance Indicators (KPI). Disse indikatorer vil blive udviklet som led i det videre arbejde med udbuds- og kontraktstrategien og vil udgøre et væsentligt emne i de senere forhandlinger med tilbudsgiverne. Udover at bidrage til realisering af kontraktforudsætningerne om livscyklusomkostninger, vil den resultatafhængige betaling kunne bidrage til at opnå en løbende forbedring af systemernes ydeevne efter levering ("continuous improvement"). Derudover vil der blive indarbejdet en række andre bod-bonus ordninger for at give leverandøren incitament til at levere inden for den aftalte tid og med den aftalte kvalitet.

Endvidere vil der blive indarbejdet en række mekanismer for kontraktændringer og prisjustering, således at proceduren herfor er specificeret på forhånd. Dette gælder også for tvister og kontraktafbrydelse.

9.7 Tilkøb af ekstra udstyr til f.eks. nye strækninger

Det vil indgå som et element i kontrakterne, at leverandøren forpligter sig til at installere yderligere udstyr efter nogle på forhånd fastlagte principper – herunder at leverandøren som minimum skal tilbyde Banedanmark den laveste pris som tilbydes andre kunder. Dermed minimeres risikoen for, at leverandøren tager overpris, hvis det nuværende spornet skal udbygges med yderligere strækninger. Hvis der senere måtte blive truffet beslutning om at udbygge spornettet, vil der på forhånd været fastsat nogle for Banedanmark hensigtsmæssige prisfastsættelsesmekanismer på signaludrustningen.

Endvidere vil kontrakterne blive konstrueret således, at det er Banedanmark der ejer grænsefladen mellem fjernstyringssystemet og det resterende signalsystem. Det betyder, at etableringen af signalsystemet på en evt. ny strækning vil kunne konkurrenceudsættes, idet Banedanmark kan koble fjernstyringssystemet sammen med forskellige leverandørers løsninger. Staten bliver således ikke afhængig af at vælge en bestemt leverandør i forbindelse med evt. nye baneprojekter.

9.8 Udbud af udrustning af tog

Som nævnt i afsnittet om den tekniske løsning på fjernbanen, vil det være operatørerne, der får ansvaret for at stå for udrustningen af togene på fjernbanen. Imidlertid vil Banedanmark i samarbejde med operatørerne stå for udbuddet af en rammekontrakt, hvorved alle operatører kan tilbydes den samme pris i forbindelse med udrustningen.

Grunden til, at kontrakten med udrustning af togene udbydes som en separat kontrakt på fjernbanen, er, at leverandøren af det bedste signalsystem i sporet ikke nødvendigvis er den bedste til at levere udrustningen af tog. Idet der med ERTMS-standarden specificeres, hvorledes udstyret i togene og langs sporet skal tale sammen, er det muligt at opdele kontrakterne.

Dette forholder sig som tidligere nævnt anderledes på S-banen, hvor der ikke findes en sådan standard. Derfor vil leverandøren på S-banen både få ansvaret for udstyret langs sporet og i toget, idet Banedanmark ellers ville skulle løbe en stor risiko i forhold til at få udstyret i toget og langs sporet til at "tale sammen" (grænsefladeproblem).

Endelig bemærkes, at det vil være op til operatørerne selv at finansiere udrustningen af togene. Imidlertid vil operatører på offentlig service kontrakter (pt. DSB, DSB S-tog, Arriva) blive kompenseret i overensstemmelse med de gældende kontraktregler herfor. Således indgår udgiften til udrustningen af ca. 740 tog i omkostningsestimater.

9.9 Offentlig-Privat Partnerskab (OPP)

Der findes en lang række måder at inddrage private aktører i gennemførelsen af statslige anlægsprojekter. I et OPP-samarbejde varetager det private OPP-selskab udvikling, anlæg, drift og vedligehold af OPP-aktivet. Det private selskab vil typisk bidrage med hel eller delvis finansiering. Det vil afhænge af det enkelte OPP-projekt, hvorvidt det er mest hensigtsmæssigt, om OPP-selskabet eller den offentlige part ejer aktivet.

Som nævnt har konsulentbureauet Booz|Allen|Hamilton konkluderet, at givet signalsystemets mange grænseflader til den øvrige jernbaneinfrastruktur og det forhold, at Signalprojektet skal anlægges på en bane i drift, vil en egentlig OPP-konstruktion ikke være hensigtsmæssigt.

9.9.1 Signalsystemets grænseflader til resten af jernbaneinfrastrukturen

Grundlæggende består jernbaneinfrastrukturen af selve sporet (skinner, sporskifter, ballast, sveller mv.), kørestrømsanlægget og signalsystemet. Signalsystemet består igen grundlæggende af et togdetekteringssystem og et sikringsanlæg. I den simpleste udgave af et signalsystem installeres et togdetekteringssystem på skinnerne. Togdetekteringssystemet kobles til sikringsanlæggene, der så styrer sporskifter, signaler, overkørsler mm. Det vil sige, at selv i den simpleste udgave af et signalsystem, er der grænseflader mellem spor, sporskifter samt andre infrastruktur dele og signalsystemet (montering af togdetekteringsudstyr på skinnerne og sikringsanlæggets styring af sporskifterne etc). I et moderne signalsystem, som det påtænkte, der også omfatter togkontrol, radiosystem, fjernstyringssystem, data til trafikinformation, on-board udstyr i toget mv., er antallet af grænseflader meget større.

Hvis Signalprojektet organiseres som et OPP-projekt, vil det betyde, at der ville være to forskellige ejere af et sammenhængende system. Dermed vil disse komplicerede grænseflader skulle beskrives i en privatretlig kontrakt. Det kan være meget vanskeligt at placere det faktiske ansvar i tilfælde af tvister og ansvarsplacering. Derfor må det vurderes som endog særdeles vanskeligt at håndtere et meget stort antal grænseflader via privatretlige kontrakter på en hensigtsmæssig måde. Dette understøttes af, at Erhvervs- og Byggestyrelsen i publikationen "OPP-markedet i Danmark 2005-2010", hvor det fremhæves, at Materiel og anlæg skal være afgrænset, således at opgaven kan udføres uden intervention fra og i andre aktørers aktiver.

9.9.2 Signalprojektet skal gennemføres på en bane i drift

Udskiftningen af signalsystemet vil skulle ske under opretholdelse af togdriften. Det er afgørende for at opretholde togdriften på et acceptabelt niveau, at Signalprojektets arbejder så vidt muligt gennemføres om natten eller i weekenderne, samt at der sker en koordinering med Banedanmarks generelle arbejde med fornyelse og vedligeholdelse af jernbaneinfrastrukturen. Dette opnås nemmest, hvis det overordnede ansvar for Signalprojektet er placeret i Banedanmark, der således samlet er ansvarlig for at togoperatørerne – og dermed passagerne – får så gode vilkår som muligt i forbindelse med udrulningen af de nye signalsystemer.

9.9.3 Et signalsystem medfører ikke i sig selv selvstændig indtægt

Der er ikke umiddelbart nogen direkte aftager af signalsystemets ydelse. Ydelsen giver kun mening i sammenhæng med spor, kørestrøm og trafikstyring i form af muligheden for at køre tog. Således findes der i udgangspunktet kun to måder at finansiere Signalprojektet på: Enten modtager det private firma en årlig kontraktbetaling fra staten, eller også hæves baneafgifterne til et niveau, hvor baneafgifterne kan betale for udskiftningen af signalsystemet. Givet at langt den største trafik på banen er offentlig service trafik, vil en forøgelse af baneafgifterne medføre en højere kontraktbetaling fra staten til operatørerne. Således vil udgiften i begge modeller falde tilbage på staten.

Det bør bemærkes, at det private selskab, der ejer signalsystemet, vil have meget lille indflydelse på den samlede efterspørgsel efter "signalydelser", givet at aktiviteten på banen i hovedsagen reguleres via offentlig service kontrakter. Derfor vil den private aktør ikke have noget direkte incitament til at øge signalsystemets performance.

9.9.4 DBM-kontrakter – en OPP-lignende konstruktion

Som nævnt betyder en DBM-kontrakt (Design, Build and Maintain), at opgaven med at designe, bygge og i de første år vedligeholde anlægget udbydes som en samlet opgave. Et eksempel på en sådan kontrakt er det rullende materiel i den eksisterende Metro, hvor leverandøren også er ansvarlig for at drive det rullende materiel i de første år efter idriftsættelsen.

Der forventes udbud i alt tre DBM-kontrakter – Vestdanmark, Østdanmark og S-banen – i forbindelse med signalprojektet. Disse planlægges udbudt som et såkaldt funktionsudbud, hvilket også anvendes ved projekter udbudt som OPP. Det indebærer, at der opstilles en række krav til de funktioner, som signalsystemet skal kunne levere, mens de konkrete tekniske løsninger i størst muligt omfang holdes åbne, således at byderne overlades mest mulig frihed til denne opgave.

Der kan fremhæves to fordele ved DBM-kontrakter udbudt som funktionsudbud. For det første giver udbudsformen leverandøren mulighed for at optimere sit produktionsapparat, idet leverandøren frit kan anvende egne tekniske løsninger. For det andet får leverandørerne et klart ansvar for, at systemet fungerer driftsmæssigt optimalt, herunder at løse de problemer der typisk først erkendes i den tidlige driftsperiode.

I DBM-kontrakterne vil betaling for vedligeholdelse blive knyttet til signalsystemets funktionsevne angivet ved såkaldte Key Performance Indicators (KPI). Derudover vil der blive indarbejdet en række andre bod-bonus ordninger for at give leverandøren incitament til at levere inden for den aftalte tid og med den aftalte kvalitet. Der vil således blive indbygget en række mekanismer til at øge leverandørens incitament til at opnå den bedste kvalitet til den laveste pris.

10 Ekstern kvalitetssikring af Signalprogrammets analyse

Det følger af ny anlægsbudgettering, at der skal foretages en ekstern kvalitetssikring af signalprogrammet. I dette afsnit gennemgås først baggrund for den eksterne kvalitetssikring og derefter for det overordnede resultat af den eksterne kvalitetssikring. Der afrapporteres uddybende herpå i baggrundsrapportens appendiks 2.

Den eksterne kvalitetssikring er blevet gennemført af de to konsulentbureauer EMCON og Scott Wilson. Deres konklusion er, at de tekniske rapporter udgør et solidt teknisk grundlag for en beslutning om implementering af ERTMS niveau 2 på fjernbanen og et passende metro/bybanesystem på S-banen. Den eksterne kvalitetssikring peger dog på en række forhold, som f.eks. risikostyring, udvikling af trafikale regler og opfølgningen på budgettet, som der ville skulle tages højde for i de næste faser fra projektet. Disse forhold indgår i planlægningen, budgettet og risikoanalysen, jf. afsnit 10.2.

Ud over den obligatoriske eksterne kvalitetssikring har Banedanmark gennemført en specifik analyse af Banedanmarks organisatoriske kapacitet til at gennemføre den næste fase i signalprogrammet – udbudsfasen. Analysen er blevet gennemført af Booz&Co (det tidligere Booz|Allen|Hamilton). Analysen har vist, at Banedanmark på nuværende tidspunkt har gennemført de nødvendige tiltag, men at der vil skulle gennemføres en række yderligere tiltag i næste fase af projektet. Der afrapporteres uddybende på denne analyse i kapitel 11.

10.1 Baggrund om den eksterne kvalitetssikring

Den eksterne kvalitetssikring af Signalprogrammet er blevet gennemført af det danske konsulentbureau EMCON, der bl.a. er fast bygherrerådgiver for Øresundsbroen, i samarbejde med det engelske konsulentbureau Scott/Wilson, der bl.a. har udført en række analyser i forbindelse med Londons undergrundssystem.

Idet signalprogrammet er et meget stort projekt, er den eksterne kvalitetssikring blevet foretaget i fire runder. Således er der i første og anden runde blevet foretaget en kvalitetssikring af foreløbige udkast til tekniske rapporter. Det har givet Signalprogrammet mulighed for at indarbejde kommentarerne til rapporterne, inden disse blev færdiggjort.

Den tredje runde af den eksterne kvalitetssikring er foretaget på baggrund af de endelige tekniske rapporter, der har omfattet scenarierne med afslutning i 2018 og 2020 for fjernbanen og 2016 og 2020 for S-banen. Formålet med den eksterne kvalitetssikring har ikke været, at den eksterne kvalitetssikring skulle godkende de tekniske rapporter uden bemærkninger. Tværtimod vil der altid være bemærkninger og forskellige synspunkter ved et materiale af et omfang som det, der ligger til grund for dette beslutningsgrundlag.

Formålet har været at få identificeret disse forhold, således at det er muligt at foretage en samlet vurdering af, om grundlaget er godt nok til at træffe en beslutning om at gå videre med projektet. Hvis der træffes en beslutning på nærværende grundlag, vil bemærkningerne fra den eksterne kvalitetssikring indgå i det videre arbejde.

Efter at de tekniske rapporter er blevet afsluttet har der været et ønske om at få uddybet en række alternative udrulningsscenarier, som beskrevet ovenfor. På den baggrund er det besluttet at gennemføre en ekstern kvalitetssikring af de mest relevante af disse scenarier. Således er der foretaget en ekstern kvalitetssikring af udrulningsscenariet med afslutning i 2021 og 2023 på fjernbanen samt 2018 og 2022 på S-banen.

10.2 Resultatet af den eksterne kvalitetssikring af hovedscenarierne

Formålet med den eksterne kvalitetssikring er at foretage en tværgående vurdering af de tekniske rapporter som nærværende beslutningsgrundlag baserer sig på.

Den eksterne kvalitetssikrings overordnede konklusion er, at de tekniske rapporter udgør et solidt teknisk grundlag for en beslutning om implementering af et nyt signalsystem (ERTMS niveau 2 på fjernbanen og et passende metro/bybanesystem på S-banen).

I tabel 10.1 gennemgås den eksterne kvalitetssikrings hovedbemærkninger til de tekniske rapporter samt Banedanmark og Trafikstyrelsens respons herpå. Den eksterne kvalitetssikring gennemgås uddybende i baggrundsrapportens appendiks 2.

10.3 Resultatet af den eksterne kvalitetssikring af de alternative udrulningsscenarier

Formålet med den eksterne kvalitetssikring af de udvalgte alternative udrulningsscenarier er at vurdere de metoder, der er brugt i forbindelse med udarbejdelsen af de alternative udrulningsscenarier.

Den eksterne kvalitetssikrings overordnede konklusion er, at analyserne og konklusionerne fremstår som valide og godt underbyggede. Derudover gentages kommen-

Hovedpointer fra den eksterne kvalitetssikring og respons herpå	
Den eksterne kvalitetssikring overordnede bemærkninger:	Banedanmark & Trafikstyrelsen eventuelle bemærkninger hertil
Risici og risiko-værdier virker undervurderet på grund af 1) risikoprofilerne fastlægges ved 50 pct. fraktilen, 2) Signalprogrammets karakter som it-projekt og 3) erfaringer fra andre projekter.	På baggrund af bl.a. den eksterne kvalitetssikring har Banedanmark hævet risikoprofilen for nogle scenarier
Budgettet indeholder fortsat en stor grad af usikkerhed og det er derfor svært at evaluere om budgettet for både fjernbanen og S-banen er tilstrækkeligt.	Det vil altid være usikkerheder ved et budget af Signalprogrammets størrelse på nuværende tidspunkt. Banedanmark noterer sig, at det fremgår af den eksterne kvalitetssikring, at den konkrete prisfastsættelse af hovedkomponenterne ligger inden for det forventede interval. Endvidere bemærkes, at det følger af ny anlægsbudgettering, at der skal tillægges et erfaringsbaseret korrektionstillæg på 30 pct. til budgettet. Der er således midler til imødegå uforudsete udgifter. Endelig vil Banedanmark forelægge et revideret omkostningsestimat i forbindelse med udsendelse af udbudsmateriale og forligskredsen vil blive orienteret om det endelige licitationsresultat.
Risikosystemet og håndteringen af risici virker velfunderet.	
Givet den tekniske usikkerhed, der knytter sig til ERTMS niveau 2, kan en forcering af projektet ikke anbefales.	Denne konklusion understøttes af Banedanmarks risikoanalyse. Imidlertid viser risikoanalysen også, at der også vil være markante risici ved at udskyde totaludskiftningen på både fjernbanen og S-banen uhensigtsmæssigt længe.
Udbudsstrategien virker velfunderet og veldokumenteret.	
Planerne for organisering af projektet og omstilling af Banedanmarks organisation til det nye signalsystem er velfunderede.	
Samlet set forløber udviklingen af de nye trafikeringsregler grundet det nye signalsystem tilfredsstillende, og de tilhørende koncepter er velunderbygget. Imidlertid er der stadig et stykke vej før projektet er færdigt.	Udviklingen af de trafikale regler har fulgt den opstillede tidsplan. Færdiggørelsen af de trafikale regler er en central opgave i projektets næste fase

Table 10.1

Hovedpointer fra den eksterne kvalitetssikring og respons herpå.

taren fra den eksterne kvalitetssikring af hovedscenarierne om, at usikkerheden på risikovurderingerne og budgettet er undervurderet, jf. ovenfor.

Den eksterne kvalitetssikring gennemgås uddybende i baggrundsrapporten.

11 Banedanmarks opgaver i forbindelse med Signalprogrammet

I dette afsnit beskrives indledningsvist de opgaver, som Signalprogrammet skal håndtere. Derefter beskrives, hvordan projektorganiseringen og afrapporteringssystemet understøtter programmets opgaver, og afslutningsvist beskrives, hvorledes omstillingen af Banedanmarks medarbejdere til nye opgaver som følge af etableringen af det nye signalsystem gennemføres.

Hovedkonklusionen er, at Signalprogrammets opgave primært vil være udbud og opfølgning på kontrakter – herunder teknisk verifikation af leverandørens resultater – samt gennemførelse af et større omstillingsprojekt i Banedanmark. Derfor vil Signalprogrammet blive organiseret som en selvstændig programorganisation i Banedanmark med grænseflader til berørte afdelinger i Banedanmark.

11.1 Banedanmarks opgaver i forbindelse med Signalprogrammet

Som det er blevet beskrevet ovenfor, vil de store opgaver med at anlægge de nye signalsystemer på fjernbanen og S-banen samt udstyre togene med det nye togkontrolsystem blive gennemført af forskellige leverandører fundet ved internationale udbud.

Opgaven for Banedanmark vil således primært bestå i at udarbejde udbudsmateriale, gennemføre udbud, kontraktforhandlinger og herefter følge op på, at leverandørerne lever op til kravene i kontrakterne. Endvidere vil Banedanmark være ansvarlig for at koordinere planlægning og gennemførelse af uddannelse af medarbejderne til de nye opgaver, der følger af indførelsen af det nye signalsystem. Som tidligere beskrevet drejer det sig især om trafikstyringsmedarbejderne samt de ansatte i Banedanmarks basisorganisation for drift og vedligehold af signaler og sikringsanlæg. Endelig vil det være Signalprogrammets opgave at sikre koordineringen mellem øvrige Banedanmarks aktiviteter og signalprogrammet – herunder ikke mindst koordineringen med arbejdet med at holde de nuværende signalanlæg i drift indtil totaludskiftningen er gennemført.

Opgaven med den samlede styring og udrulning er ganske omfangsrig:

- Der er tale om flere store parallelle kontrakter, der skal implementeres på en jernbane i drift.
- Signalsystemet er det system på jernbanen, der har flest grænseflader til de andre tekniske systemer.
- Der er mange involverede interessenter.
- Alle aktiviteter skal dokumenteres og alle kontrakterne har et stort element af sikkerhedsgodkendelse og uddannelse

Derudover skal alle lokomotivførere uddannes i de nye trafikregler og anvendelse af det nye udstyr i toget. Dette vil være operatørernes ansvar, men Banedanmark vil samarbejde med operatørerne om koordinering og udvikling af uddannelsesmateriale – herunder relevante computerbaserede undervisningssystemer.

Til at løfte denne opgave vil der i Signalprogrammet skulle anvendes i gennemsnit ca. 120 årsværk. Heraf forventes ca. 30 pct. at være fastansatte i Banedanmark, mens den resterende del i hovedsagen vil være et team af konsulenter, der findes ved rådgiverudbud. Derudover vil der blive ansat konsulenter på kortere kontrakter til opgaver med kortere varighed – f.eks. specifik assistance i forbindelse med udarbejdelsen af udbudsmaterialet.

11.2 Organisering af Signalprogrammet

Som det fremgår, vil Signalprogrammet skulle varetage opgaver i forhold til styring af en række store kontrakter, der er sammenlignelige med f.eks. anlægget af Københavns Metro eller Øresundsbroen. Imidlertid kompliceres opgaven af, at anlægsprojektet skal gennemføres samtidig med, at der er drift på banen. Endvidere skal Signalprogrammet koordinere en række interne processer i forhold til uddannelse af Banedanmarks medarbejdere. Henset til de mange grænseflader, som Signalprogrammet vil have i forhold til resten af Banedanmark, vil det ikke være hensigtsmæssigt at organisere Signalprogrammet som en selvstændig juridisk enhed uden for Banedanmark.

Derfor vil Signalprogrammet blive organiseret som en selvstændig projektorganisation i Banedanmark. Med en selvstændig projektorganisation menes, at Signalprogrammet på en lang række områder vil opbygge egne processer og systemer, der er tilpasset projektets særlige behov. Det gælder blandt andet i forhold til kravene ifølge Ny Anlægsbudgettering, som første gang skal implementeres i Banedanmark i forbindelse med Signalprogrammet. Dette vil bl.a. blive afspejlet i, at bevillingerne til Signalprogrammet forventes optaget på en selvstændig hovedkonto på finansloven.

Signalprogrammets ledelse vil have direkte reference til Banedanmarks administrerende direktør, ligesom en programbestyrelse for signalprogrammet, bestående af Banedanmarks direktion og Signalprogrammets direktør, vil sikre den tværgående koordinering i forhold til resten af virksomheden. Dette vil samtidig sikre et tæt

sammenspil mellem Signalprogrammet og Banedanmarks driftsorganisation, hvilket er afgørende for Signalprogrammets succes.

I figur 11.1 ses en foreløbig organisationsplan for Signalprogrammet.

Som det fremgår af organisationsdiagrammet i figur 11.1, vil Banedanmarks basisorganisation også skulle løfte en række centrale opgaver i forbindelse med Signalprogrammet. Derfor har Banedanmark fået gennemført en ekstern kvalitetssikring af, at de relevante enheder er klar hertil. Analysen er gennemført af konsulentfirmaet Booz&Co. Analysen har vist, at Banedanmark har forbedret sig på en lang række punkter, ligesom der er taget en række initiativer, der må forventes at forbedre Banedanmarks kapacitet yderligere. Således er Banedanmark klar til at igangsætte næste fase af Signalprogrammet, men en succesfuld gennemførelse af Signalprogrammet forudsætter en fortsat fokus på videreudviklingen af Banedanmarks basisorganisation.

11.2.1 Bemanding

I perioden 2009-2020 vil der i Signalprogrammet i gennemsnit være beskæftiget 120 personer på fuld tid om året.

I de indledende faser forventes en organisation på ca. 40 ansatte, men allerede omkring kontraheringen af de store kontrakter vil der være behov for omkring 120 personer.

Forbruget er estimeret ud fra et skøn over de nødvendige aktiviteter i årsværk i de enkelte perioder og dernæst fordelt på den foreslåede organisationsmodel. Antallet og fluktuationen over tid dækker således over, at de enkelte faser kræver forskellige typer af ekspertise.

En del af de beskæftigede i Signalprogrammet vil være fastansatte i Banedanmark, mens andre vil være eksterne konsulenter med en mere eller mindre fast tilknytning til Signalprogrammet.

På baggrund af erfaringer fra Programmets projektplanlægningsfase, Metroselskabet og viden om andre større projekter forventes ca. 1/3 at være fastansatte medarbejdere og ca. 2/3 eksterne konsulenter. Af hensyn til kontinuiteten og ejerskabet til arbejdsopgaverne vil det dog være hensigtsmæssigt, at Signalprogrammet havde en større andel fastansatte.

En vellykket gennemførelse af et så stort og komplekst projekt som Signalprogrammet forudsætter, at Banedanmark kan ansætte og fastholde de bedst kvalificerede medarbejdere inden for f.eks. signaltekniske discipliner, projektledelse, kontraktstyring, forandringsledelse, sikkerhedsgodkendelse.

11.3 Fremtidig opfølgning og afrapportering

Som grundlag for nærværende beslutningsgrundlag har Banedanmark udarbejdet et egentligt projektforslag for hhv. fjernbanen og S-banen. Projektforslaget er udarbejdet på et detaljeringniveau, så det kan udgøre kernen i udarbejdelsen af udbudsmaterialet i Signalprogrammets næste fase. Hovedopgaven i næste fase af Signalprogrammet vil være, at omsætte projektforslaget til et egentligt udbudsmateriale samt at gennemføre udbudsprocessen.

Frem til de endelige kontrakter underskrives, vil der være to centrale milepæle: 1) udsendelse af udbudsmaterialet og 2) de endelige kontrakter underskrives.

Umiddelbart inden disse to milepæle nås, vil Banedanmark udarbejde en udvidet status på projektet inkl. revurderet risiko-, omkostnings- og tidsestimater. I denne status vil der indgå et afsnit om standardiseringsarbejdet i EU. Dette vil blive lagt til grund for en beslutning om at gå videre med projektet.

Banedanmark vil løbende afrapportere på Signalprogrammets status i overensstemmelse med retningslinjerne for ny anlægsbudgettering. Den løbende opfølgning vil ske i følgende allerede eksisterende rapporter:

- Afrapporteringen på Aftale om trafik for 2007 (halvårligt).
- Status for anlægsprojekter på Transportministeriets område (halvårligt).
- Banedanmarks årsrapport (regnskab og opfølgning på resultatkontrakt).

Udviklingen i Signalprogrammets økonomi, risikohåndtering samt overholdelsen af tidsplanerne vil blive beskrevet i de halvårlige afrapporteringer på Aftale om trafik for 2007 og vil indgå på et mindre detaljeret niveau i status for anlægsprojekter på Transportministeriets område. Begge rapporter oversendes til Folketinget halvårligt. Den præcise struktur for afrapporteringen vil blive fastlagt som led i arbejdet med ny anlægsbudgettering.

Afrapporteringen vil følge de retningslinjer, der fastlægges herfor i forbindelse med ny anlægsbudgettering – herunder proceduren for evt. anvendelse af korrektionstillægget.

I Banedanmarks årlige resultatkontrakt vil der indgå milepæle for Signalprogrammet. I baggrundsrapportens kapitel 12 ses et udkast til de milepæle, der skal indgå i resultatkontrakten. Milepælene er udarbejdet på et mere detaljeret niveau for de tidligste aktiviteter. Resultatkontrakten offentliggøres på Banedanmarks hjemmeside.

11.4 Omstilling og fastholdelse af medarbejdere

I Banedanmarks driftsområde vil en række medarbejders forhold blive ændret markant, når signalsystemerne udskiftes. Det skal ses i sammenhæng med, at de nye signalsystemer er baseret på en anderledes teknologi, at der introduceres helt nye trafikale regler og at fjernstyringen af hele banenettet vil blive samlet i nogle få centrale enheder.

I den forbindelse kan der peges på en række centrale udfordringer:

- I en periode vil det være nødvendigt at vedligeholde både eksisterende og nye anlæg i parallelle organisationer.
- Trafikstyring på det eksisterende anlæg skal opretholdes, mens udrulning pågår, hvorfor der i en overgangsperiode skal være flere trafikstyringsmedarbejdere end i dag.
- Alle relevante medarbejdere skal uddannes i det nye system og de nye trafikale regler.
- En del medarbejders vil få en ændring i deres arbejdssteds geografiske placering.
- Der vil ske en reduktion af antallet af trafikstyringsmedarbejdere grundet centraliseringen af fjernstyringen.

Mange medarbejdere i Banedanmark vil blive berørt, men der er store forskelle i omfanget, at de vil blive berørt på.

For trafikstyringsmedarbejdere på S-banen vil forandringerne være mindre. Der er ikke tale om væsentlig geografisk flytning, og kompleksiteten i det nuværende trafikstyringsarbejde ligner kompleksiteten i det kommende trafikstyringssystem.

For trafikstyringsmedarbejdere på F-banen vil forandringerne være betydeligt større, hvorfor der primært fokuseres på dette forhold i det efterfølgende afsnit.

11.4.1 Omstilling og reduktion af antallet af trafikstyringsmedarbejdere

Udskiftningen af signalsystemet vil betyde, at fjernstyringen samles i få centraler. Antallet af fjernstyringscentraler og deres placering vil blive besluttet i den senere planlægning, men forventes reduceret til to på fjernbanen og en på S-banen.

På nuværende tidspunkt vurderes det, at centralisering af trafikstyring på fjernbanen kan betyde, at ca. 160 stillinger, der i dag er placeret i forbindelse med mindre stationer i yderkantsområder af Danmark, enten nedlægges eller flyttes til de nye fjernstyringscentraler, som bemannes med større teams end i dag.

Ændringer på fjernbanen skønnes på nuværende tidspunkt at medføre ca. 40 flytninger og en personalereduktion i trafikstyring på netto op til 100 årsværk, når det nye signalsystem er taget i brug over hele landet. Reduktionen vil ikke blive aktuel før et godt stykke inde i udrulningsperioden på fjernbanen, da det først er, når den

tager fart, at medarbejdere bliver overtallige. Reduktionen af medarbejderstyrken skal planlægges i god tid for derved at sikre at reduktionen i så stor udstrækning som muligt klares med naturlig afgang, hvilket der umiddelbart synes at være gode muligheder for.

Da der skal være samtidig bemanning på nye og gamle centraler er vurderingen på nuværende tidspunkt, at der faktisk skal bruges flere medarbejdere i perioden under udrulningen. Det er vurderingen, at ca. 25-30 pct. af de nuværende trafikstyringsmedarbejdere vil gå på pension frem til og med 2020.

11.4.2 Fastholdelse af viden om det nuværende signalsystem

For at sikre at det eksisterende anlæg kan opretholde en rettidig og sikker drift indtil hele det nye anlæg er installeret og i drift, vil det være nødvendigt at fastholde en række medarbejdere, der er tæt på pensionsalderen. Det vil være vanskeligt at overføre disse medarbejders kompetencer til andre medarbejdere, idet der er tale om meget gammel teknologi. Således planlægges en række fastholdelsestiltag.

I takt med at det nye signalsystem ibrugtages, vil Banedanmarks basisorganisation overtage den almindelige drift og vedligehold. Idet teknologien vil være helt anderledes end den nuværende og arbejdsopgaverne i højere grad vil være en teknisk faglig kontraktopfølgning på leverandørens drift og vedligehold af anlægget og i mindre grad fokusere på detaljeret teknisk og operationel opfølgning. Der vil derfor være behov for efteruddannelse af medarbejderne i basisorganisationen. En del af den vidensopbygning er planlagt ved en overflytning af medarbejdere fra Signalprogrammet til basisorganisationen.

11.4.3 Entreprise

Entreprise er Banedanmarks egen entreprenørvirksomhed, der i konkurrence med andre leverandører udfører jernbaneteknisk arbejde for Banedanmark. Med den politiske aftale af 13. november 2006 blev det besluttet, at Entreprise skulle omdannes til et aktieselskab, og at der samtidig påbegyndes en privatisering af selskabet.

De personalemæssige konsekvenser for Entreprise er ikke vurderet i detaljen, idet det under arbejdet med baggrundsrapporten er lagt til grund, at den besluttede privatisering er gennemført inden implementeringen af Signalprogrammet er tilendebragt.

Signalprogrammet – beslutningsoplæg, december 2008

Banedanmark
Signalprogrammet
Amerika Plads 15
2100 København Ø
www.bane.dk

© Banedanmark, december 2008

Grafisk design: Bobek Design
Forsidefoto: Banedanmark
Tryk: Trykbureauet
Oplag: 300 stk.

Banedanmark
Signalprogrammet
Amerika Plads 15
2100 København Ø
www.bane.dk